Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Вологодский государственный университет

XIII ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Материалы
межрегиональной научной конференции
(Вологда, 18–22 ноября 2019 г.)

Том I

Естественно-техническое направление

Вологда
2019

УДК 001(06)
ББК 72
Т67

Утверждено экспертным советом по научной литературе ВоГУ

Редакционная коллегия:
В. Н. Маковеев (главный редактор), В. А. Раков, А. Н. Алюнов, В. А. Горбунов, Г. А. Сазонова, Н. М. Дементьев, И. С. Казакова, С. В. Колобова, М. В. Павлов, Л. В. Анисимова, С. М. Хамитова, Л. В. Воропай, Ю. Н. Белова, Н. А. Зейслер

Т67 **XIII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых** : материалы межрегиональной научной конференции : в 2 т. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Вологодский госу дарственный университет ; [главный редактор В. Н. Маковеев]. – Вологда : ВоГУ, 2019. – Т. 1 : Естественно-техническое направление. – 603 с. : ил.

ISBN 978-5-87851-878-9
ISBN 978-5-87851-879-6 (т. 1)

В сборнике представлены результаты научных исследований молодых ученых, аспирантов, магистрантов, студентов старших курсов вузов Вологодской области и других регионов Российской Федерации по проб-лемам машиностроения, электроэнергетики, информационных технологий, строительства, архитектуры, экологии, биологии.

УДК 001(06)
ББК 72

ISBN 978-5-87851-879-6 (т. 1)
ISBN 978-5-87851-878-9

© ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», 2019

Уважаемые коллеги!

Переход отечественной экономики на инновационный путь развития невозможен без повышения интеллектуального потенциала молодежи. В этой связи одной из основных задач высшего профессионального образования является выявление и поддержка талантливой молодежи, создание условий для реализации лучших ее инициатив и идей.

Для решения этой задачи на базе Вологодского государственного университета ежегодно проводятся научные Сессии аспирантов и молодых ученых.

В 2019 году в период с 18 по 22 ноября Сессия состоялась в 13-й раз. Партнером мероприятия выступила Ассоциация «Некоммерческое партнерство “Центр информационно-аналитической поддержки инноваций”» – региональный представитель Фонда содействия инновациям.

В рамках Сессии студенты, аспиранты, молодые ученые Вологодской области и других регионов Российской Федерации обменялись опытом проведения исследований и разработок и продемонстрировали свои результаты в различных областях наук.

Всего в 2019 году в рамках Сессии состоялось 21 научное мероприятие, в частности: межрегиональная научная конференция аспирантов и молодых ученых, финальный этап конкурса инновационных проектов Программы «УМНИК», просмотр научных фильмов. В работе Сессии приняли участие свыше 970 человек из 42 учебных заведений и организаций Вологды, Череповца, Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Томска, Ярославля, Самары и других городов.

Более 300 участников Сессии получили возможность информирования научной общественности о результатах своих исследований в рамках секций конференции по 21 направлению технических, общественных, гуманитарных и естественных наук, а также во время защиты инновационных проектов по программе Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере «Участник молодежного научного инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.).

Надеюсь, что результаты научно-исследовательской деятельности участников Сессии, представленные в докладах, инновационных проектах и опубликованные в этом сборнике, не только продемонстрируют высокий интеллектуальный потенциал молодежи, но и вызовут интерес в научных и деловых кругах, внесут весомый вклад в социально-экономическое развитие территорий и повышение качества и уровня жизни населения.

Председатель Программного комитета,
начальник научно-организационного отдела
Вологодского государственного университета
кандидат экономических наук ***В.Н. Маковеев***

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ И НА ТРАНСПОРТЕ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГРУЗОПОДЪЕМНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Г.С. Вакулко
Научный руководитель ***А.С. Степанов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Композитные материалы, или, как их называют, композиты, имеют успех во многих современных индустриях и обрели популярность в изготовлении множества изделий и оборудований.

Высокая коррозионная стойкость, способность выдерживать огромное количество нагрузок, великолепное качество поверхности, безупречный внешний вид дали возможность широкого применения композиционных материалов во многих отраслях промышленности, а именно:

- в транспортных изделиях, в частности корпуса легковых автомобилей, автобусов, детали оформления, кабины, баки для горючего, а также корпуса;
- в авиационной и ракетно-космической технике, где наиболее важными свойствами материала являются высокая удельная прочность и стойкость к воздействию высоких температур;
- в области судостроения – это корпуса катеров, шлюпок и яхт;
- в области железнодорожного транспорта;
- в области сельского хозяйства – это элементы животноводческих ферм, емкости для хранения минеральных удобрений, отходов, сельскохозяйственных заготовок, кузовов сельскохозяйственной техники.

Композит – это достаточно новый и лёгкий материал. Стеклопластики обладают теплопроводностью дерева, прочностью стали, биологической стойкостью, влагостойкостью и атмосферостойкостью полимеров, не имея недостатков, присущих термопластам.

Детали из композитных материалов имеют конфигурацию аналогичную металлическим (стальным, алюминиевым), благодаря чему могут их успешно заменять. Композиты могут использоваться в краностроении. Их можно использовать на площадках обслуживания, лестницах, применять для стяжных балок, кабельных барабанов, кабины оператора, а также защитных кожухах.

Если говорить о композитах в машиностроительной отрасли, то это предполагает замену не всей конструкции крана, а всего лишь его части, как показано на рисунке 1.

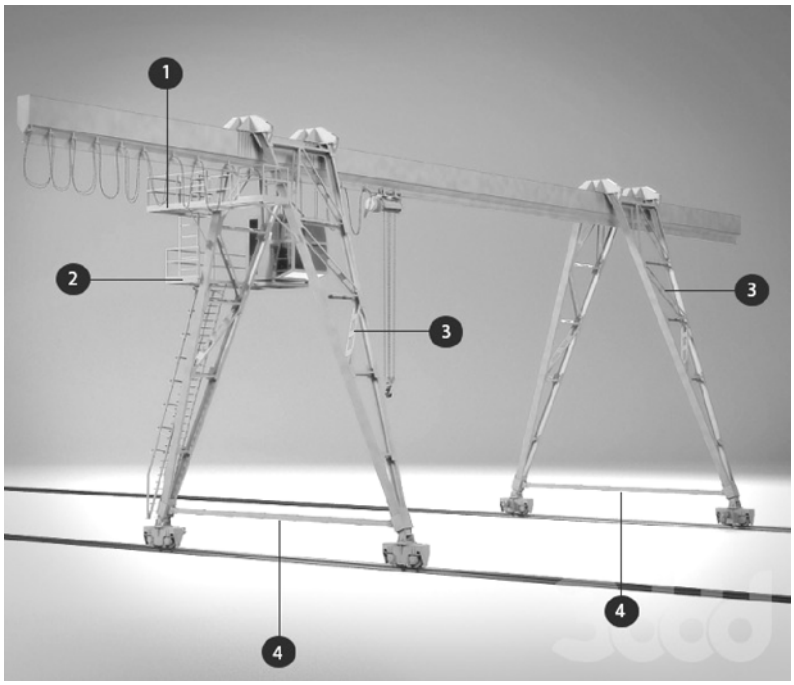


Рис. 1. Козловой кран: 1 – площадка обслуживания;
2 – лестницы; 3 – элементы конструкции опор; 4 – стяжные балки

Материал уступает стали по значениям предела прочности, но в несколько раз легче и превосходит стали по удельной прочности. Если изготовить идентичные детали из стеклопластика и из стали, то стеклопластиковая будет гораздо легче, что можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1

Механические свойства (стандарт LVS EN ISO 527)

Свойства	Единица измерения	M1, P1 серии
Предел прочности при растяжении (вдоль)	MPa	226,9
Предел прочности при растяжении (поперёк)	MPa	51,6
Модуль упругости при растяжении (вдоль)	GPa	17,2
Модуль упругости при растяжении (поперёк)	GPa	5,5
Предел прочности при сжатии (вдоль)	MPa	226,9
Предел прочности при сжатии (поперёк)	MPa	113,4
Модуль упругости при сжатии (вдоль)	GPa	20,6
Модуль упругости при сжатии (поперёк)	GPa	6,9
Предел прочности при изгибе (вдоль)	MPa	226,9
Предел прочности при изгибе (поперёк)	MPa	75,6
Модуль упругости при изгибе (вдоль)	GPa	11
Модуль упругости при изгибе (поперёк)	GPa	5,5
Модуль упругости	GPa	19,2-22,0
Модуль сдвига	GPa	2,9
Коэффициент Пуассона (вдоль)	mm/mm	0,35
Коэффициент Пуассона (поперёк)	mm/mm	0,15

На основе данных, представленных в таблице, приведен пример определения свойств при изменении структур материала.

Композитный материал намного легче металла, поэтому его монтаж происходит быстрее, проще и легче, к тому же благодаря этому значительно сокращаются трудозатраты как при монтаже оборудования у заказчика, так и при самом изготовлении его на производстве. Данный материал, как и все стеклопластиковые детали, хорошо обрабатывается – его можно фрезеровать, точить, пилить, сверлить, легко собирать болтовыми, заклепочными и клеевыми соединениями.

Благодаря своим свойствам, материал способствует увеличению срока эксплуатации изготавливаемого оборудования, а также облегчает его конечный вес.

Итак, можно сделать вывод, что композиты имеют множество преимуществ перед сталью, а именно:

1. Привлекательная цена – при изготовлении стальных деталей цена может быть снижена исключительно за счет уменьшения их веса, что может привести к ухудшению качества.

2. Огромный спектр применения в любых конструкциях разных отраслей.

3. Простота работы с материалом. Не требует сварки и подъемной техники. Простота сборки в любые конфигурации.

4. Высокая стойкость и прочность. Срок эксплуатации не менее 50 лет. Материал не гниет, не изменяет цвет и на нем не остается царапин.

5. Антикоррозийная стойкость. Возможность использовать в коррозионных условиях и средах, таких как кислоты, алкалоиды, соли, органические растворители.

6. Возможность выбора окраски любой цветовой гаммы согласно каталогу RAL.

7. Низкая теплопроводность и хорошие диэлектрические свойства.

1. Кербер М. Л. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.

2. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КЛАПАНА

Д.М. Гольбрайх
Научные руководители: ***А.С. Степанов****, канд. техн. наук, доцент*
С.В. Яняк*, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время промышленность активно развивается, но, как и везде, есть и плюсы, и минусы. Большим минусом является непоправимый вред экологии. Это касается качества и количества чистой пресной воды. Проблема водоочистки на сегодняшний день является очень актуальной.

Для любой системы водоподготовки фильтр должен выполнять важную функцию: очищение поступающей воды от различных загрязнений и примесей. Со временем фильтрующий элемент систем водоочистки заполняется концентрирующими веществами, вследствие этого теряет свои функциональные возможности и может выйти из строя. Сегодня для запуска процесса регенерации используются автоматические клапаны управления (осуществление ряда режимов, циклов промывки для работоспособности фильтров), которые встраиваются в систему водоподготовки и в нужный момент времени перекрывают поток воды [1].

Использование электромагнитного преобразователя в клапанах для систем водоподготовки позволяет создать универсальную перенастраиваемую систему управления, что в свою очередь делает возможным увеличить ремонтопригодность изделия и взаимозаменяемость деталей и узлов.

Целью данной работы является разработка лабораторного стенда для исследования характеристик клапана управления системы водоподготовки.

На сегодняшний день клапаны управления, основанные на электромагнитных катушках, являются важными элементами, применяемыми для управления потоками жидкости в системах водоподготовки. Спектр задач, с которыми могут работать электромагнитные клапаны, очень широк. Они предназначены для запирания, дозировки, выпускания, а также для распределения и смешивания газов и жидкостей в водоочистных сооружениях.

Электромагнитные клапаны управления сегодня можно обнаружить не только в промышленных областях, но и в установках и аппаратах, которые облегчают повседневную жизнь [2]. Они обязаны соответствовать множеству требований, которые предъявляются к качеству воды, например:

- переключение пилотных каналов быстрое и надежное;
- высокая надежность исполнительных органов;
- длительность срока службы;
- приспособленность материалов к рабочей среде;
- низкая потребляемая электроэнергия;
- компактность конструкции.

В данный момент на рынке представлены электромагнитные клапаны в качестве механизма запорной аппаратуры для различных систем. С точки зрения научно-технической новизны проекта, инновационным решением в разработке изделия будет являться способ переключения пилотных каналов клапана управления посредством электромагнитных механизмов.

Для того, чтобы электромагнитные клапана можно было установить в систему, была спроектирована клапанная плита, показанная на рисунках 1 и 2.

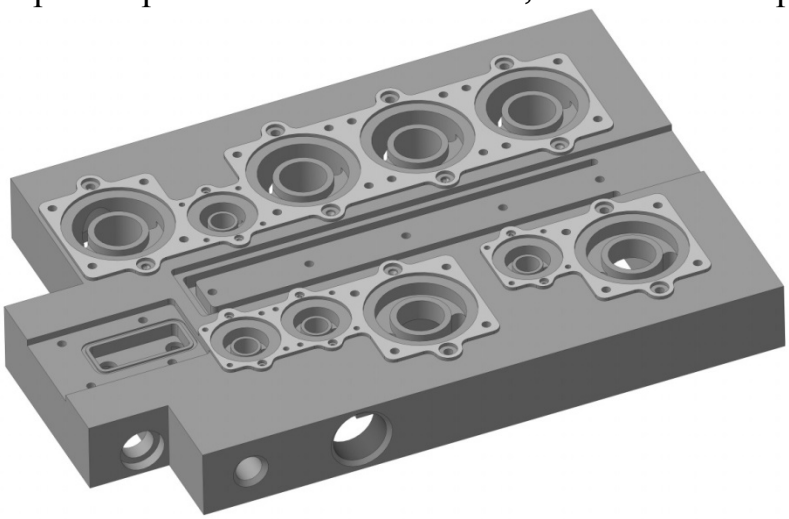


Рис. 1. Плита клапанная (вид сверху)

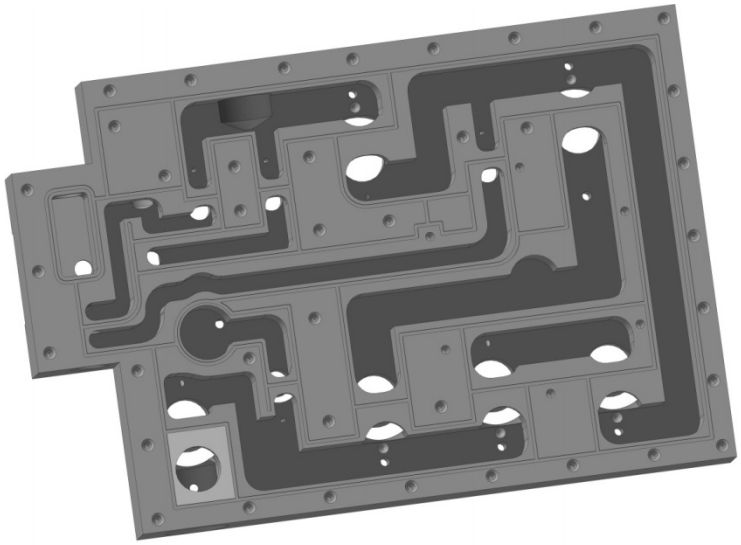


Рис. 2. Плита клапанная (вид снизу)

Плита спроектирована с учетом изготовления на станках с ЧПУ высокопроизводительными методами обработки [3]. Система водоподготовки работает в пяти циклах: фильтрация, обратная промывка, прямая промывка, забор реагента, заполнение реагентного бака. Поэтому конструкция плиты имеет сложную форму каналов. Соответственно на верхнюю поверхность плиты и будут присоединяться электромагнитные клапаны.

При проведении исследований работы электромагнитных клапанов нижнюю поверхность плиты можно закрыть прозрачным оргстеклом, для наглядности потоков жидкости при работе системы, а также можно добавить в воду краситель.

Разрабатываемая система клапана управления будет состоять, предварительно, из следующих основных частей, показанных на рисунке 3:

- обходной вентильный канал (байпас);
- корпус;
- реагентный бак;
- фильтрующая среда.

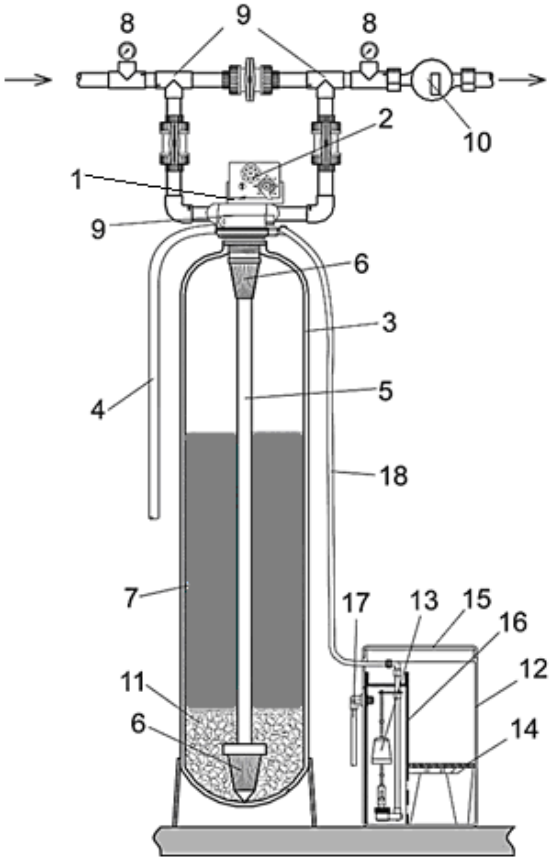


Рис. 3. Состав системы клапана управления: 1 – клапанная плита, 2 – клапан, 3 – корпус, 4 – дренажный шланг, 5 – распределительная труба, 6 – щелевая корзина, 7 – фильтрующая среда, 8 – манометры, 9 – обходной вентильный канал (байпас), 10 – счетчик расхода воды, 11 – поддерживающая засыпка, 12 – реагентный бак, 13 – солевая сетка с регулируемым поплавковым механизмом, 14 – решетка для соли, 15 – крышка бака, 16 – труба-колодец, 17 – перелив, 18 – трубка для подачи раствора в фильтр и воды в бак

К данной системе также будет подключен пульт управления клапанами с тумблерами на закрытие и открытие соответственно.

Таким образом, при проведении исследований работы электромагнитных клапанов будет наглядно видно, какой цикл работает в данный момент, какое давление в системе при определенном цикле, а также появляется возможность оценки работоспособности всей системы водоподготовки.

1. TrubaMaster.RU – Профессионально о трубах [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://trubamaster.ru/

2. Мировые водные технологии [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://wwtec.ru

3. I SCAR-Электронный каталог [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://www.iscar.com/ITA/MainPage.aspx

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ ТРЕНИЕМ

М.И. Кареев, М.А. Кищенко, А.С. Гаркин
Научный руководитель ***В.Г. Немтин,*** *канд. экон. наук, профессор*
Научно-исследовательский институт МТО ВС РФ
г. Санкт-Петербург

В статье описывается технология получения экспериментальных образцов комбинированных соединений «труба-трубная решетка», а также проводится сравнительный анализ результатов статических испытаний на вырыв трубы из трубной решетки комбинированных соединений из стали 12Х18Н10Т, выполненных с использованием дуговой сварки и сварки трением.

Сварка трением вращением проводилась на машине ПСТ-20Т производства ООО «КТИАМ» г. Челябинск.

Технология сварки трением узла «труба–трубная решетка» подразумевает предварительную развальцовку, которая в данном случае выступает в качестве сборочной операции. После развальцовки необходимо соединить узел «труба - трубная решетка» и приварную втулку в соответствии со сборочным чертежом (рисунок 1).

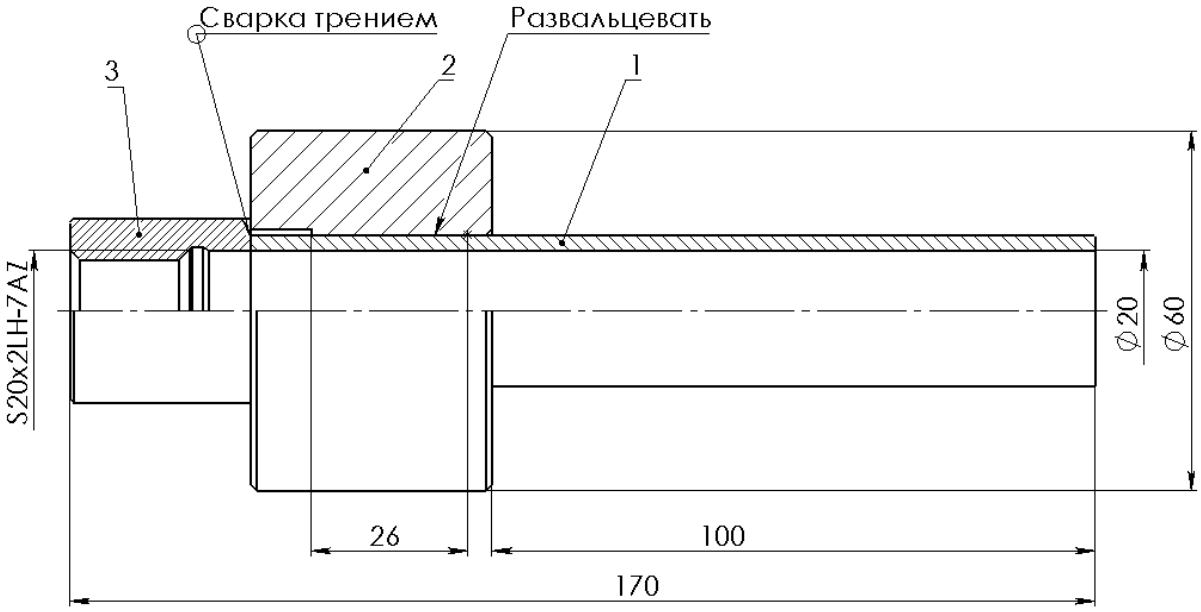


Рис. 1. Альтернативная конструкция экспериментального образца комбинированного соединения «труба–трубная решетка»:
1 – труба; 2 – эквивалентная втулка; 3 – приварная втулка

Режимы ротационной сварки трением представлены в таблице 1.

Таблица 1

Режимы ротационной сварки трением

Частота вращения, об./мин	Осевое усилие, кН		Продолжительность, с	
	нагрева	проковки	нагрева	проковки
1250	20	35	4	2

Сравнительный образец комбинированного соединения «труба–трубная решетка» из стали 12Х18Н10Т был сварен дуговой сваркой в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом (рисунок 2) с предварительной развальцовкой.

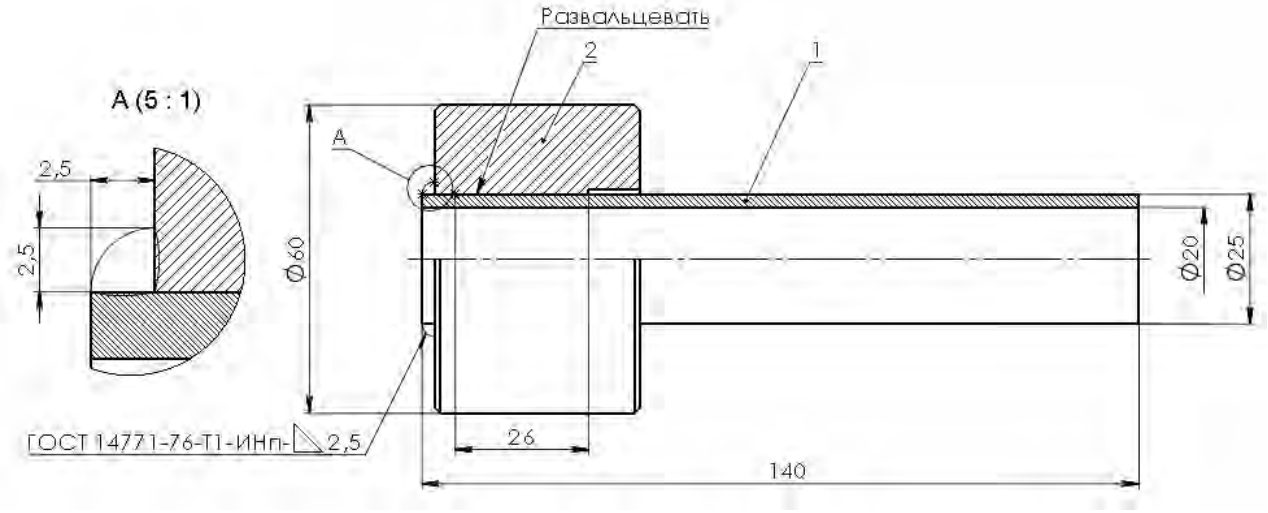


Рис. 2. Конструкция экспериментального образца комбинированного соединения «труба–трубная решетка», выполненная дуговой сваркой: 1 – труба; 2 – эквивалентная втулка

Статические испытания на вырыв трубы из трубной решетки проводились на разрывной машине гидравлического типа ИР-6055-500-0 по методике, представленной в ГОСТ 1497.

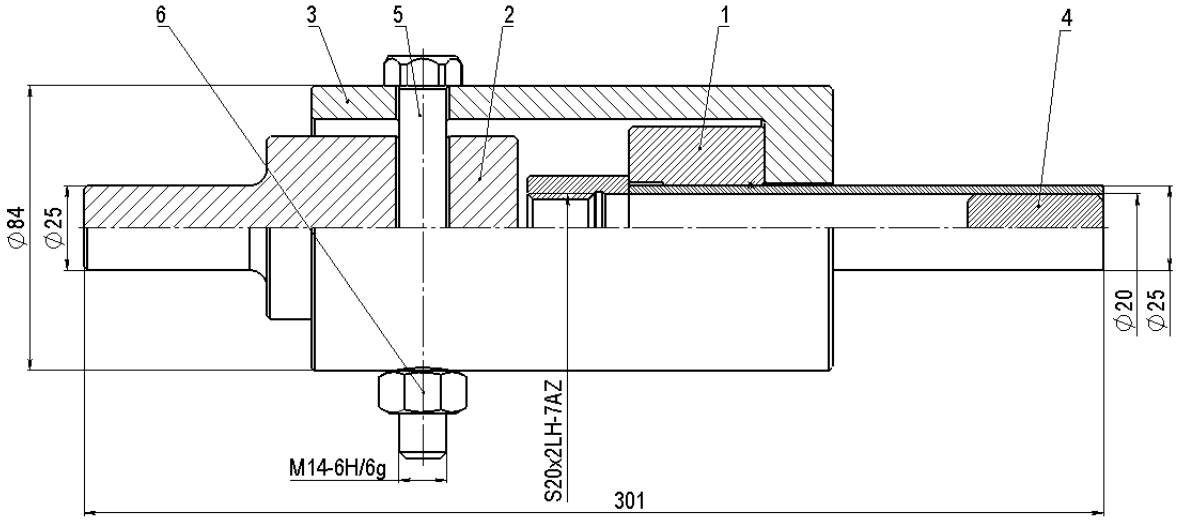


Рис. 3. Схема применяемой оснастки в сборке: 1 – экспериментальный образец комбинированного соединения «труба–трубная решетка»; 2 – хвостовик; 3 – корпус; 4 – пробка; 5– болт; 6 – гайка

Для проведения статических испытаний на вырыв трубы из трубной решетки необходимо применение специальной оснастки (рисунок 3), которая состоит из двух отдельных частей (корпуса и хвостовика), соединяемых между собой болтом и гайкой.

Перед проведением статических испытаний на вырыв трубы из трубной решетки внутрь трубы комбинированного соединения вставляется пробка (позиция 4 на сборочном чертеже), для того чтобы избежать выскальзывания трубы из зажима в процессе испытаний.

При проведении испытаний использовалось 6 образцов комбинированных соединений «труба–трубная решетка» (3 образца – с дуговой сваркой и 3 образца – со сваркой трением). В результате были получены значения разрушающего усилия (максимальной нагрузки), при которой происходил вырыв трубы из трубной решетки (таблица 2).

По полученным значениям среднего арифметического разрушающего усилия были построены графики, отражающие зависимость нагрузки от времени для экспериментальных образцов, выполненных дуговой сваркой и сваркой трением (рисунки 4 – 5).

Таблица 2

Характеристики разрушения экспериментальных образцов

Вид сварки	№ образца	Разрушающее усилие (максимальная нагрузка), кН	Среднее арифметическое значение разрушающего усилия, кН	Характер разрушения
Дуговая сварка	1	101,652 ± 1,02	100,241	По металлу сварного соединения
	2	95,671 ± 0,96		
	3	103,401 ± 1,03		
Сварка трением	4	110,492 ± 1,105	109,842	
	5	105,780 ± 1,06		
	6	113,253 ± 1,13		

Рис. 4. График зависимости нагрузки от времени экспериментального образца, выполненного дуговой сваркой

Рис. 5. График зависимости нагрузки от времени экспериментального образца, выполненного сваркой трением

Разрушение экспериментальных образцов комбинированных соединений «труба–трубная решетка» из стали 12Х18Н10Т, выполненных дуговой сваркой и сваркой трением, во всех испытываемых образцах происходило по металлу сварного соединения.

Это можно объяснить тем, что при изготовлении образцов был выбран самый простой тип развальцовки Р1 (без канавок), в связи с чем практически вся нагрузка действовала на сварной шов, где в итоге и произошло разрушение.

Сравнивая значения максимальной нагрузки, при которой происходило разрушение, нужно отметить, что образцы со сваркой трением выдержали большую нагрузку (на 9,6 кН), в сравнении с образцами, выполненными дуговой сваркой. Кроме того, время разрушения образцов, выполненных сваркой трением в два раза выше, в сравнении с образцами, которые были выполнены дуговой сваркой.

1. Муликов Д.Ш., Ризванов Р.Г., Каретников Д.В., Файрушин А.М. Оценка возможности применения сварки трением для изготовления теплообменного оборудования из стали 15Х5М // Сварочное производство. – 2016. – № 3. – С. 47-51.

2. Токарев А.С., Каретников Д.В., Ризванов Р.Г., Муликов Д.Ш. Определение оптимальных геометрических размеров элементов альтернативной конструкции комбинированных соединений труб с трубными решетками // Нефтегазовое дело. – 2018. – Т. 16. – № 1. – С. 92-101.

3. Пат. 2524468 Российская Федерация, МПК B23K20/12, B23K31/02. Способ соединения узла «труба — трубная решетка» сваркой трением / Д.В. Каретников, Р.Г. Ризванов, А.М. Файрушин, Д.Ш. Муликов, А.Г. Баландина. 2012149757/02; заявл. 21.11.2012; опубл.27.05.2014. Бюл. № 15.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.Е. Мурышев
Научный руководитель ***В.Ф. Булавин****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одной из функций системы управления программой «Цифровая экономика» [1] является поддержка «стартапов» и субъектов малого и среднего предпринимательства в области разработки и внедрения цифровых технологий путем их информационного насыщения (обучения новым бизнес-моделям, навигации в системе управления, координации с другими участниками и т.д.).

Актуальность работы связана с необходимостью зафиксировать достигнутый уровень использования высокотехнологичных программных платформ в производственной сфере, отталкиваясь от которого продолжить выполнение долгосрочной стратегии насыщения цифровыми технологиями предприятий в рамках выполнения технических проектов [2, 3].

Машиностроительный сектор Вологодской области последовательно реализует внедрение цифровых технологий на основе САПР продуктов. Комплексное применение идеологии CAD/CAM/CAPP/CAE находится в стадии становления, но отдельные компоненты процесса нашли широкое применение на предприятиях всех уровней. Накопленный опыт и рост компетенций позволяют проектировать как относительно простые, так и реализовывать сложные высокотехнологичные проекты [4].

Основным содержанием цифрового конструкторского направления в подготовке производства являются: проектирование в 3D формате (работа с виртуальной моделью-двойником реального объекта).

На этом этапе подготовки производства определяется компоновка, уточняется состав будущего изделия и максимального привлечения стандартных узлов. В рамках этого раздела CAD-платформа дает возможности создавать и редактировать 3D модели всех деталей (рис. 1) и в итоге сформировать рабочую документацию, сечений, разрезов, а также сборочные единицы [4]. Связь между электронными прототипами и ассоциативными видами чертежей дает возможность быстрого пересчёта всех модификаций цифровой версии в технической документации.

Техника параметризации позволяет, используя единожды спроектированный прототип, получать конфигурации схожих деталей (исполнений). Формообразующие элементы выступают средством наполнения конструкторских и технологических баз данных для следующих проектов.

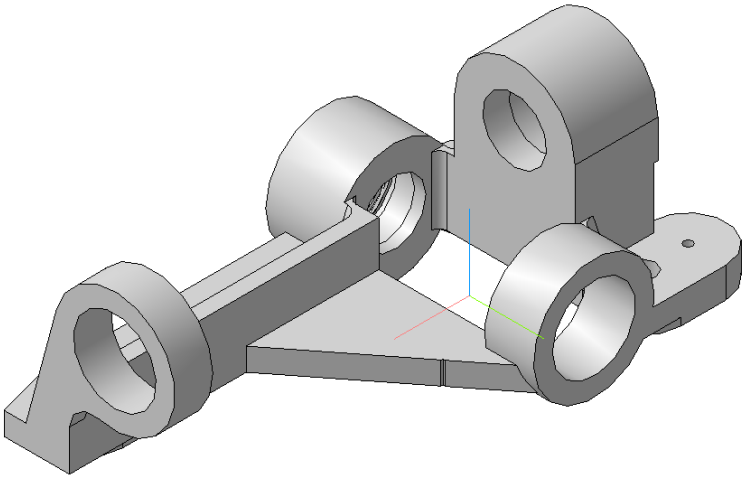


Рис. 1. Цифровая модель детали «Корпус»

Электронные макеты сборочных единиц и всего изделия позволяют устранить коллизии и исключить ошибки проектирования, провести проверку размерных цепей, установить допуски из принципа взаимозаменяемости деталей в конструкции. 3D проектирование машиностроительными предприятиями является отражением политики цифрового мышления в экономике и слагаемым в становлении производства нового типа – виртуального предприятия.

Примеры использования CAD-технологий в формате 3D при проектировании низкопольного троллейбуса представлены на рис. 2, 3.

Рис. 2. Цифровая модель низкопольного троллейбуса

Программный код позволяет увидеть будущее изделие в объеме и различных проекциях, придать ему фотореалистичное изображение в соответствии с заданным материалом для предварительной оценки конструкторских, эргономических и дизайнерских решений.

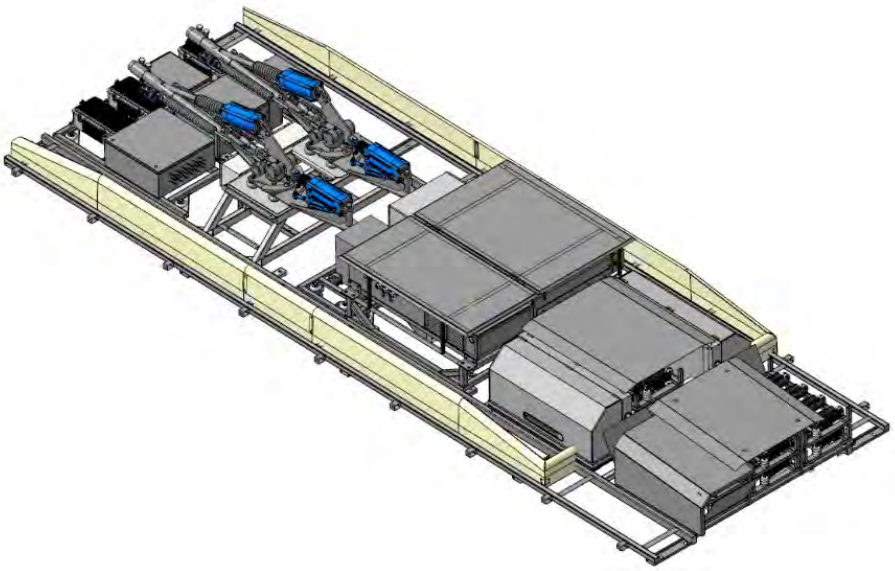


Рис. 3. Цифровая модель сборочной единицы «Крыша низкопольного троллейбуса»

Отечественное программное обеспечение позволяет полностью решить задачу цифровой подготовки производства в условиях юридической чистоты. Интеграция средств: CAD, CAPP, PDM, ERP позволяют реализовать сквозную интегрированную программно-информационную среду для повышения эффективности подготовки производства, что следует рассматривать как реализацию элементов цифровой экономики и повышения производительности труда в малом бизнесе машиностроительной отрасли [3-4].

1. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL:http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf (дата обращения 31 октября 2019).

2. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., ten Hompel M., Wahlster W. The National Academy of Science and Engineering of Germany. Industrie 4.0 Maturity Index – Managing the Digital Transformation of Companies. – URL: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB.pdf (дата обращения 31 октября 2019).

3. Сопутствующий эффект цифровизации. Измерение реального воздействия цифровой экономики. Доклад Huawei и Oxford Economics. URL: https://www.huawei.com › minisite › russia › digital-spillover (дата обращения 31 октября 2019).

4. Булавин, В. Ф. PLM-стратегия в мелкосерийном производстве машиностроительной отрасли / В. Ф. Булавин, В. В. Яхричев, В. А. Глазков // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. – 2018. – № 8. – С. 37-49.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДАЧИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА С ВОДОЙ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Ф.А. Новокшанов
Научный руководитель ***А.Л. Бирюков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодская ГМХА им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Основное преимущество топлив, основой которых является рапсовое масло, это экологичность. Так как они полностью биоразлагаемы. Также повышенное содержание в них кислорода позволяет уменьшить количество таких выбросов, как сажа, углеводород и угарный газ. Содержание оксидов азота тоже уменьшено, за счет пониженной температуры сгорания. Помимо этого, рапсовое масло не содержит в своём составе соединений серы; также, после сгорания рапсового масла не образуется канцерогенов – ароматических полициклических углеводородов, которые содержатся в отработавших газах дизелей.

В общих масштабах, российские исследования и опыт фирм других стран показывает, что использование смесевых дизельных биотоплив способствует решению не только экономической проблемы нефтяного топлива и экологических характеристик дизельных двигателей, но и разрешению некоторых социальных вопросов. К примеру, повсеместное производство альтернативного топлива, созданного на основе растительного масла, позволит сильно увеличить занятость и доходность населения и работников сельского хозяйства. Отходы, получившиеся при производстве рапсового масла, такие как жмых это продукт, с высоким содержанием белка, представляющий ценность в качестве корма для крупного рогатого скота, а так же других домашних животных. Еще одна важная функция улучшение плодородия, благодаря изменению структуры почвы.

Данные факторы, перечисленные выше, заставляют обратить пристальное внимание на использование альтернативного топлива. Существует несколько видов альтернативного топлива.

Их можно применять в чистом виде или после некоторой химической обработки, а также в смеси с другими видами альтернативного и нефтяного топлива.

Основным компонентом растительных масел являются триацилглицериды (ТАГ), в которых высокомолекулярные жирные кислоты соединяются сложноэфирной связью с глицериновой основой. Представляя собойкислородсодержащие соединения с углеводородным скелетом, ТАГ являются горючими и могут применяться в качестве моторных топлив. Однаковысокая вязкость и низкая испаряемость растительных маселне позволяют использовать данное сырье, в виде топлива для бензиновых двигателей, но они могут успешно применяться как горючее для дизельных двигателей.

Важнейшие физико-химические характеристики растительных масел сопоставимы с соответствующими константами традиционного топлива для дизельных двигателей. В частности, относительно невысокая термическая стабильность растительных масел, температура самовоспламенения, равная $t_{св}$=280…320°С близка к температуре самовоспламенения дизельных топлив ($t_{св}$=230-300°С). Аналогичное сравнение можно провести с цетановым числом (ЦЧ) растительных масел и дизельных топлив, которое находится в пределах от 33 до 50 единиц в зависимости от их вида масла и от 40 до 55 единиц для дизельного топлива [2, 5, 6, 7].

В то же время при переводе дизелей на растительное масло возникает ряд проблем, обусловленных различиями физико-химических свойств масла и дизельного топлива.

Растительные масла, являющиеся глицериновыми эфирами жирных кислот, отличаются повышенной вязкостью, превышающей на один порядок вязкость стандартных дизельных топлив. При нормальных атмосферных условиях вязкость дизельного топлива «Л» (ν=3…6 мм^2/с) на порядок ниже вязкости рапсового масла. Так при t=24°С вязкость рапсового масла равна ν=79 мм^2/с [1]. Вместе с тем, при более высоких температурах, характерных для систем топливоподачи транспортных дизелей, вязкость рапсового масла резко падает и при t=40°С составляет примерно ν=40 мм^2/с [6]. Несколько меньшие значения вязкости имеют соевое и кокосовое масла. Однако и эти значения вязкости растительных масел являются слишком высокими, что затрудняет их прокачивание по магистралям системы топливоподачи и организацию процесса подачи растительных масел в камеру сгорания дизеля.

Растительные масла, используемые в качестве топлив для дизельных двигателей, имеют высокую температуру застывания, обусловленную, главным образом, наличием в их составе ненасыщенных жирных кислот. Наилучшие низкотемпературные свойства имеют рапсовое и льняное масла (температура застывания $t_з$=-20°С), хлопковое ($t_з$=-18°С) и подсолнечное ($t_з$=-16°С) масла [8].

Растительные масла отличаются меньшей по сравнению с дизельным топливом сжимаемостью. Если при нормальных атмосферных условиях мгновенный (истинный) коэффициент сжимаемости дизельного топлива составляет около $\alpha=70\cdot10^{-11}$Па$^{-1}$, то для соевого масла он равен $\alpha=52\cdot10^{-11}$ Па$^{-1}$ [1]. Промежуточные значения коэффициента сжимаемости α имеют смеси растительных масел с дизельным топливом, а также эфиры растительных масел и их смеси с дизельным топливом [1]. В целом можно отметить сравнительно небольшие отличия значений коэффициента сжимаемости нефтяных дизельных топлив и топлив на основе эфиров растительных масел [1].

В результате снижения температуры сгорания смеси на 25%, повышается стойкость к детонации, появляется возможность производить более раннее зажигание, в следствие чего можно увеличить степень сжатия, что в конечном результате приводит к увеличению производительности двигателя.

Конструкция данной системы впрыска воды включает в себя бачок с водой, насос, для нагнетания воды к форсункам, и форсунки, непосредственно производящие впрыск воды в камеру сгорания [7].

Предлагаемая система питания двигателя (рис. 1) включает в себя систему подачи растительного масла и дизельного топлива, а также систему подачи воды. Система топливоподачи состоит из бака 12 для дизельного топлива и бака 13 для растительного масла, вентиля 14, позволяющего осуществлять переключение с одного вида топлива на другое, блока подогрева 15, фильтра грубой очистки 16, топливоподкачивающего насоса 17, фильтра тонкой очистки 18, топливного насоса высокого давления (ТНВД) 19 и форсунок 4.

Система подачи воды включает в себя бак 11, насос 10, фильтр 9, регулятор давления 8 и форсунку 3.

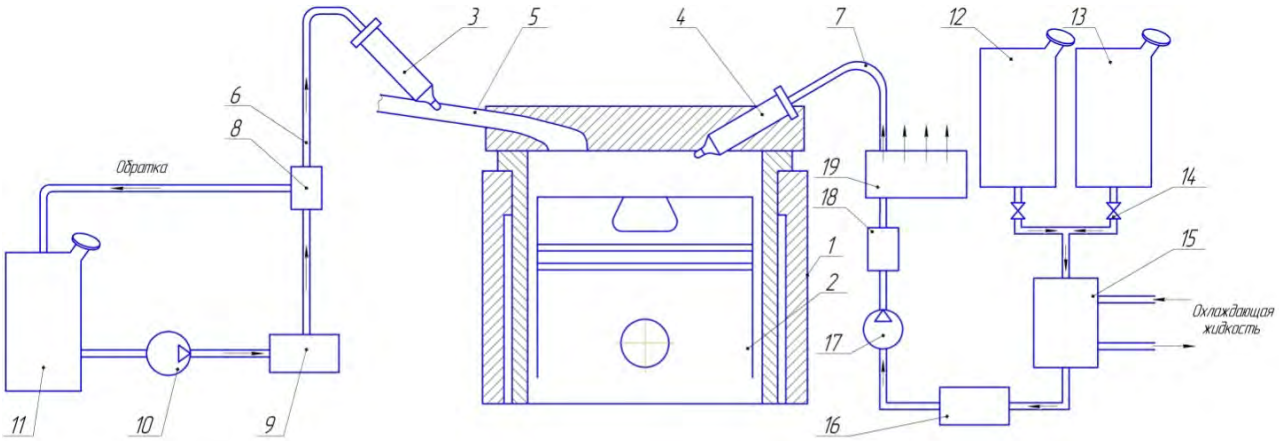


Рис. 1. Схема системы питания ДВС

Работа предлагаемой системы питания осуществляется следующим образом. После прогрева двигателя на дизельном топливе до рабочей температуры, происходит переключение подачи топлива из бака 12 с дизельным топливом на бак 12 с растительным маслом. Поток топлива проходит через блок 15 подогрева, где осуществляется подогрев растительного масла от системы охлаждения двигателя или электроподогрева, фильтр грубой очистки 16, топливоподкачивающий насос 17, фильтр тонкой очистки 18 и поступает в ТНВД 19, откуда через форсунки 4 подаётся в цилиндр 1. Переключение с дизельного топлива на растительное масло осуществляется в автоматическом режиме [7].

Поток воды подаётся насосом 10 из бака 11 через фильтр 9, регулятор давления 8 и форсункой 3 впрыскивается во впускной трубопровод, где смешивается с потоком воздуха и поступает в цилиндр ДВС. Давление в водоподающей ветви изменяется регулятором 8 в зависимости от режимов работы двигателя.

Предлагаемая система питания позволит, на наш взгляд, использовать растительные масла в качестве топлива, устраняя основные причины, сдерживающие их широкое применение, без значительного усложнения конструкции двигателя.

В холодные периоды года из-за невозможности использования подачи воды возможна организация работы двигателя только на дизельномтопливе или применение вместо воды водно-спиртовых смесей.

В дальнейшем, в ходе исследований, планируется более подробное изучение данного вопроса, а так же проведение опытов по работе двигателя на смеси рапсового масла и воды.

1. Марков В. А., Гайворонский А. И., Грехов Л. В., Иващенко Н.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах. – Москва: Изд-во «Легион-Автодата», 2008.

2. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. – Москва: Изд-во «Легион-Автодата», 2004. – 344 с.

3. Гуреев А.А., Азев В.С., Камфер Г.М. Топливо для дизелей. Свойства и применение. – Москва: Химия, 1993. – 336 с.

4. Кулиев Р. Ш., Ширинов Ф. Р., Кулиев Ф.А. физико-химические свойства некоторых растительных масел // Химия и технология топлив и масел. – 1999. – № 4. – С. 36-37.

5. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.

6. Марков В.А., Коршунов Д.А., Девянин С.Н. Работа дизелей на растительных маслах // Грузовик &. – 2006. – № 7. – С. 33-46.

7. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом // Молочнохозяйственный вестник: Плотников С. А., Черемисинов П. Н., Карташевич А. Н., Бирюков А. Л. – 2017. – № 1(25). – С. 110-118.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФРЕЗЫ, ОБЛАДАЮЩЕЙ ОСЕВОЙ И ПРОДОЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ

И.С. Петряшов

Научный руководитель ***С.В. Яняк****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одним из способов снижения стоимости готовой продукции является снижение времени затрачиваемого на обработку, которое можно снизить путем применения более производительного оборудования и инструмента.

Наиболее близкими по характеристикам к проектируемому инструменту являются концевые и торцевые фрезы. Но в отличие от них, проектируемая фреза обладает следующими признаками: совмещение осевой и продольной подачи; величина осевого врезания до 6 мм; диаметр фрезы 30 мм; примене-

ние круглых твердосплавных пластинок с механическим креплением в корпусе фрезы; достижение 10-го квалитета точности обрабатываемой поверхности; возможность обработки сталей, чугунов, цветных металлов и их сплавов.

Применение позитивных круглых твердосплавных пластинок с механическим креплением позволяет увеличить ресурс инструмента. В случае поломок или износа режущих частей инструмента можно быстро заменить пластинки. Стойкость такого инструмента находится в пределах Т= 30–60 мин, при скоростях V=80–140 м/мин. В данной концевой фрезе предусмотрено применение только трех твердосплавных позитивных пластинок для обеспечения прочности корпуса фрезы.

Для корпуса фрезы целесообразно применить термически упрочняемую сталь 40Х. В качестве материала режущей части (твердосплавной пластинки) можно использовать твердые сплавы группы ТК (например: Т5К10; Т14К8) для обработки сталей и группы ВК (например: ВК6; ВК8) для обработки чугунов и цветных металлов.

В зависимости от способа крепления фрезы ее хвостовик может быть исполнен в различных исполнениях. Можно рассмотреть следующие варианты хвостовиков: насадной коронкой; цилиндрический хвостовик; конус Морзе; конус 7:24; хвостовик с полигональным коническим профилем и фланцевой контактной поверхностью. По этому, не акцентируя внимание на хвостовике и способе крепления, рассмотрим часть корпуса, в которой крепятся сменные твердосплавные пластинки. Это корпус диаметром 28 мм и проточкой в торце на глубину 4,5 мм. На краях торца имеются радиусные фаски и пазы для крепления твердосплавных пластинок, расположенные через 120 градусов. Для накопления и отвода стружки рядом с пазами предусмотрены стружечные канавки. Корпус фрезы с цилиндрическим хвостовиком представлен на рисунке 1.

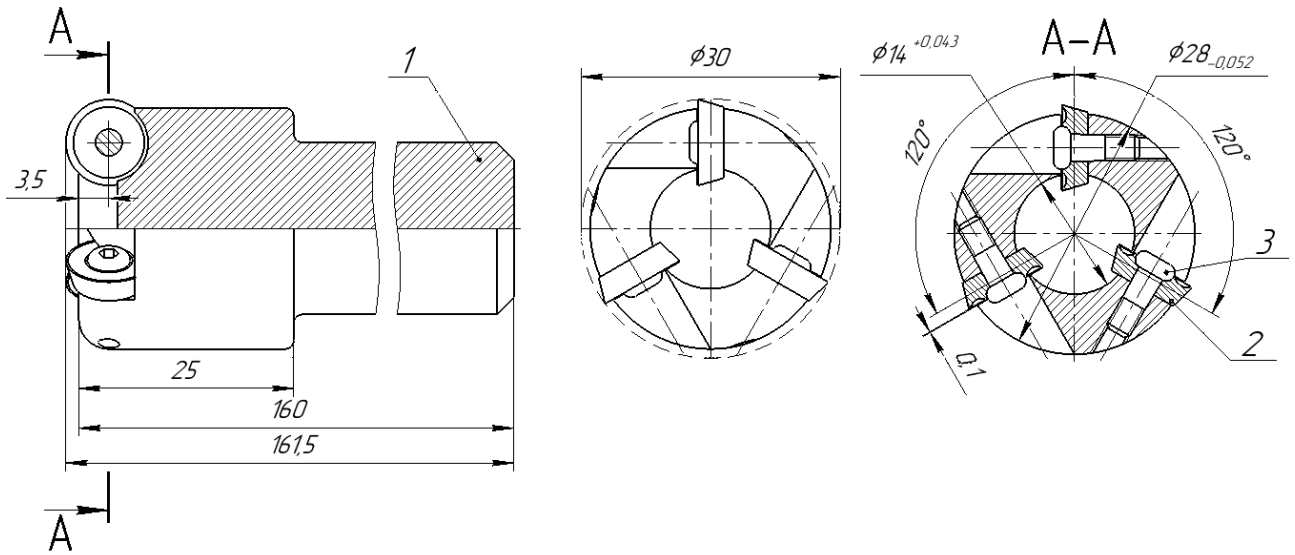


Рис. 1. Концевая фреза: 1) корпус фрезы;
2) твердосплавная пластинка; 3) винт-штифт

Твёрдосплавные пластинки упираются в конический паз и поджимаются винтом-штифтом с конической частью. Такой способ крепления обеспечит требуемую надежность и точность. Подробнее на рисунке 2.

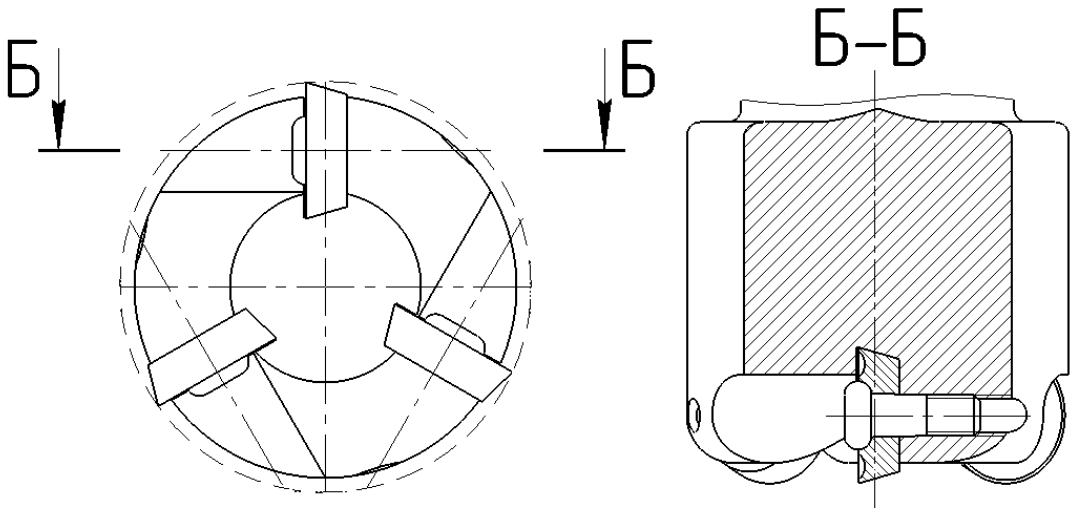


Рис. 2. Крепление пластинки

Такой способ крепления позволяет расположить пластинки так, что они способны обрабатывать материал внешней и внутренней частью, что обеспечивает осевое врезание и последующую продольную подачу.

Для корпуса фрезы выполнен статический расчет, согласно которому, корпус обладает достаточной прочностью для обеспечения требуемой точности. При нагрузке 200Н на площадки крепления пластинок смещение составляет

1 тысячную миллиметра. Карта перемещений и карта напряжений представлена на рисунках 3 и 4. Стрелками указаны направления приложения сил.

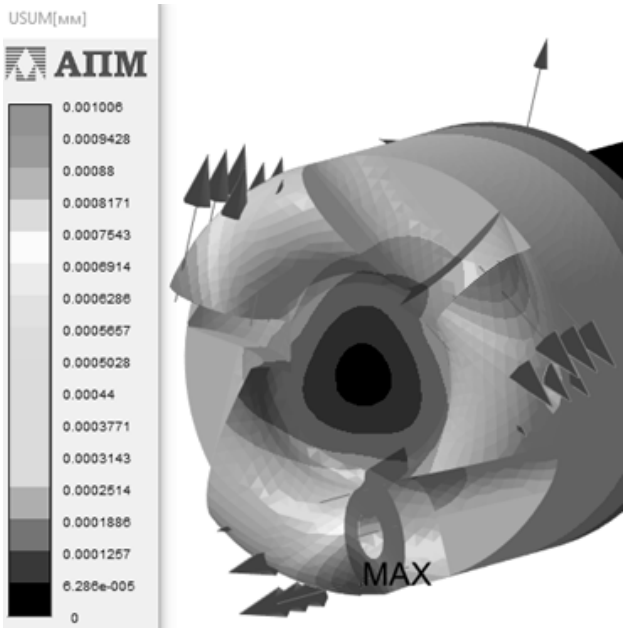


Рис. 3. Карта перемещений (в мм) Н при 200

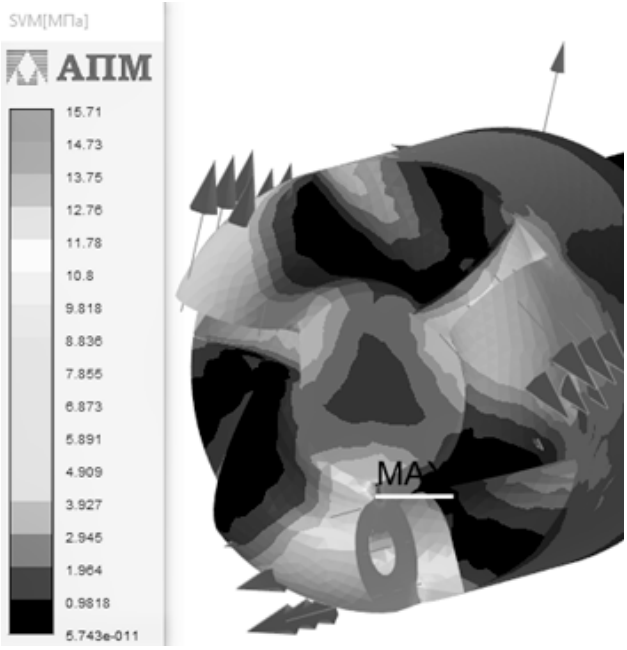


Рис. 4. Карта напряжений (в МПа) при 200 Н

Достоинства данной фрезы: возможность осевой и продольной обработки методом сканирования, достижение 10-го квалитета точности обрабатываемых поверхностей, возможность обработки сталей, чугунов и цветных металлов, применение твердосплавных позитивных пластинок. Данную фрезу можно применять на станках с числовым программным управлением для обработки плоских поверхностей, пазов, уступов стальных и чугунных изделий.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА

М.С. Шляхто
Научный руководитель ***А.В. Машкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При разработке системы управления (СУ) предполагается, что человек является объектом управления вместе с механической конструкцией экзоскелета. Включение человека в состав объекта управления накладывает определенные ограничения на темп и характер динамических процессов, обеспечиваемых электроприводами экзоскелета. Одним из основных требований примем время переходного процесса не более 200 мс, т.к. среднее время реакции здорового человека составляет 100–300 мс [1].

Математическое моделирование разрабатываемой системы проведем в пакете Simulink программы MatLab. На рисунке 1 изображена общая схема системы управления бесколлекторным двигателем постоянного тока с датчиком положения ротора.

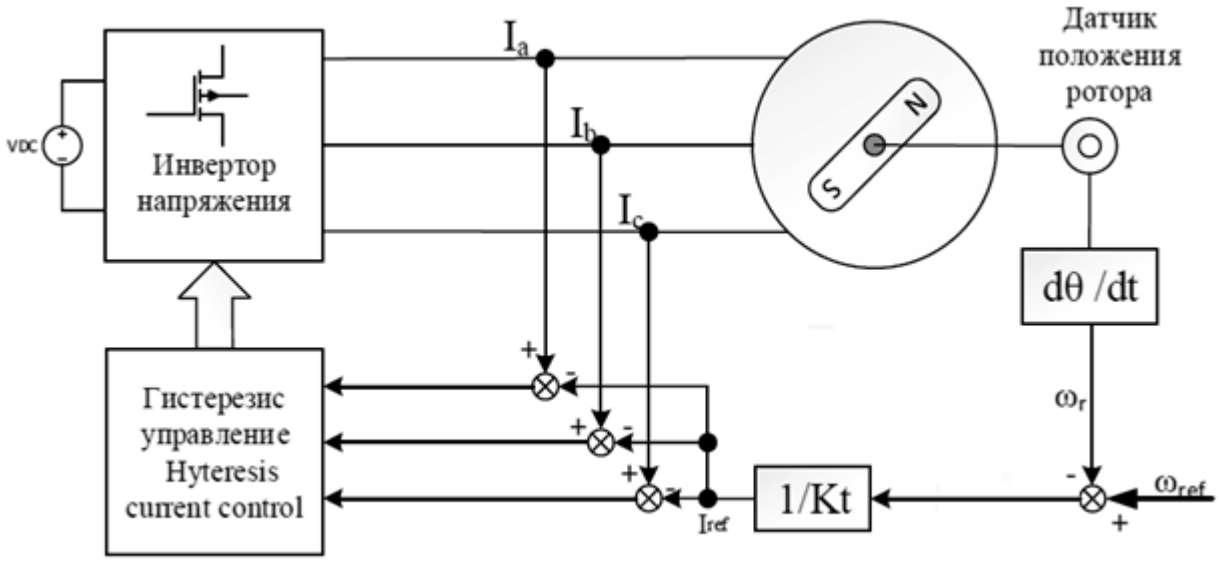


Рис. 1. Схема системы управления

Работа инвертора напряжения основана на переключении источника постоянного напряжения с целью периодического изменения полярности напряжения. Частота переключения задается сигналами управления, формируемыми управляющей схемой (блока гистерезиса управления).

Метод гистерезиса управления применяется для подавления шумов и для улучшения динамических характеристик двигателей [1].

Система управления, реализующие данные требования представлена на рис. 2.

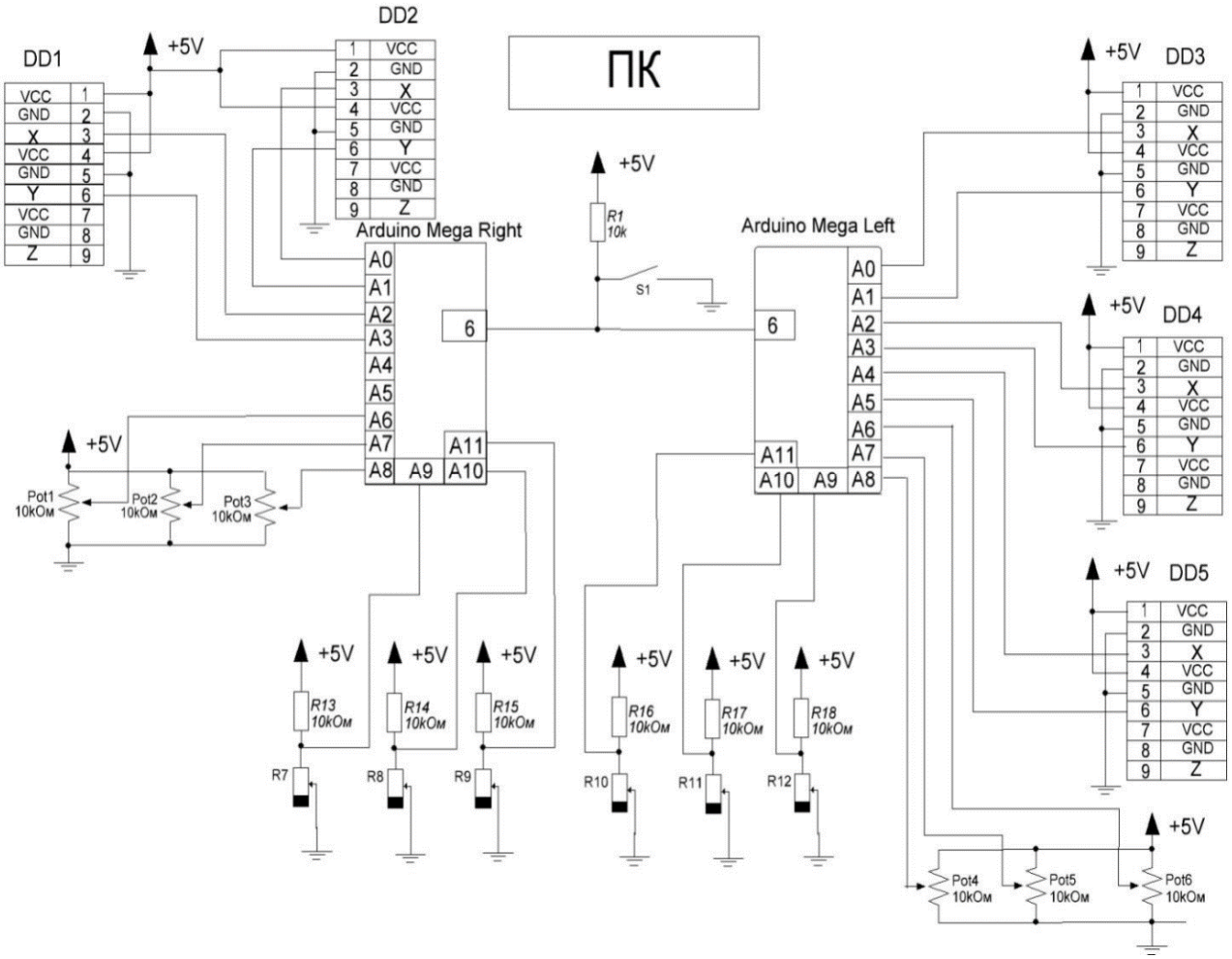


Рис. 2. Принципиальная электрическая системы

Предполагаемая принципиальная электрическая система: Arduino Mega Right – контроллер, снимающий данные с правой части экзоскелета; Arduino Mega Left – контроллер, снимающий данные с левой части экзоскелета; R7, R8, R9, R10, R11, R12 – резистивные датчики давления; R1; R13, R14, R15, R16, R17, R18, – резисторы; DD1, DD2, DD3, DD4, DD5 – разъёмы для подключения акселерометров; Pot1, Pot2, Pot3, Pot4, Pot5, Pot6 – потенциометры. Для регистрации измерений используется микроконтроллер ATmega2560 на базе платы управления/сбора данных Arduino Mega рис. 3.

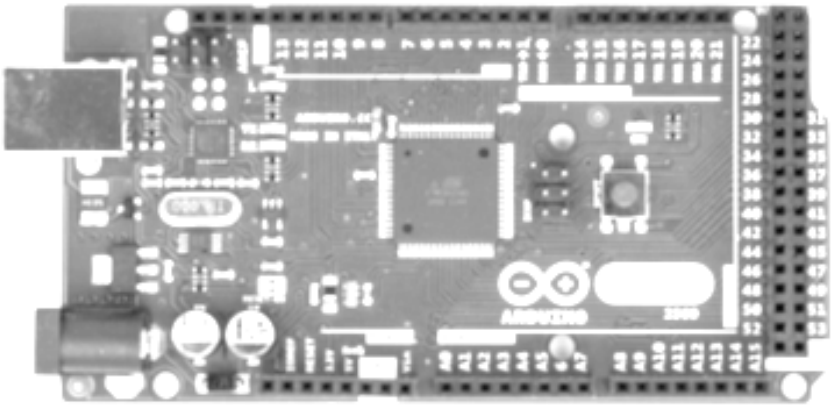


Рис. 3. Плата сбора данных Arduino Mega

Arduino Mega построена на микроконтроллере ATmega2560. Плата имеет 54 цифровых входа/выходов (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 16 аналоговых входов,4 последовательных порта UART, кварцевый генератор 16 МГц, USB коннектор, разъем питания, разъем ICSP и кнопка перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB или подать питание при помощи адаптера AC/DC, или аккумуляторной батареей. Arduino Mega 2560 совместима со всеми платами расширения, разработанными для платформ Uno или Duemilanove.

Представим математическое описание робототехнического объекта в общем виде:

$$\begin{cases} x = f(q^M) \\ q^M = A_M\left(Q_Д, Q_B\right) \\ Q_Д = A_П\left(U_П\right) \end{cases}$$

где A_M и $A_П$ – операторы механической системы и системы электроприводов, а $U_П$ – вектор управляющих воздействий на входе электроприводов.

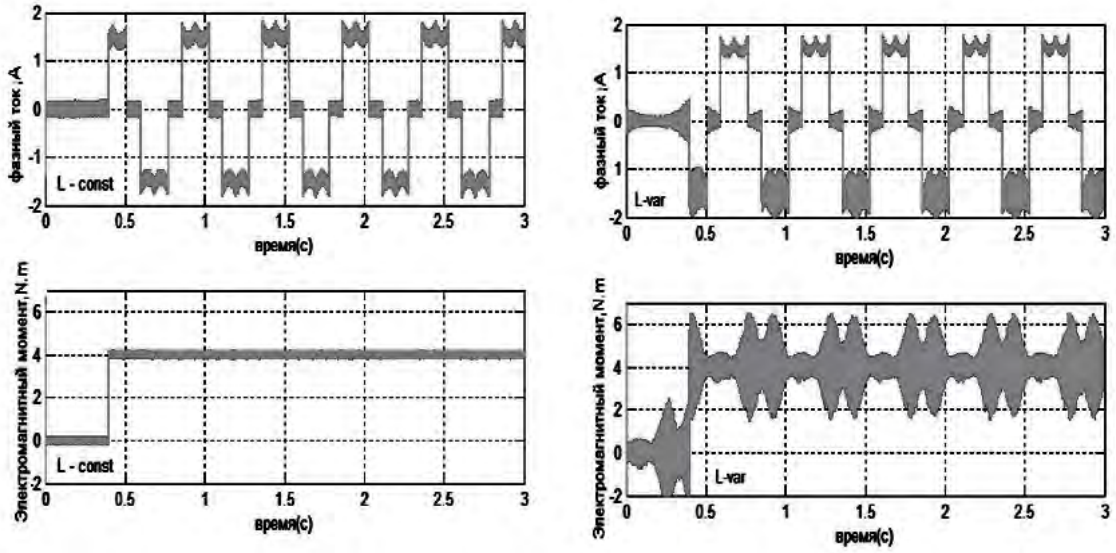


Рис. 4. Осциллограммы тока и электромагнитного момента вентильного двигателя при: а – постоянной индуктивности двигателя, б – при наличии зависимости индуктивности от угла поворота ротора двигателя

При моделировании движения многозвенных объектов одной из основных математических операций является преобразование скользящего вектора и винта при переходе к новой системе координат. Для моделирования работы предполагаемой системы построим структурную схему экзоскелета и проведём моделирование её работы (рис. 4) [2].

Рассмотрены теоретические и практические вопросы динамики движения экзоскелетов и биомеханики ходьбы человека. Исследована эффективность построенной системы управления движением экзоскелета в условиях зависимости электромагнитных процессов от механических координат и действия внешних возмущений. Представлены результаты исследования динамики экзоскелета при движении, соответствующем ходьбе человека. Проведен анализ эффективности предложенной системы управления электроприводами экзоскелета.

1. Шляхто М.С. Разработка математической модели движения экзоскелета, управляемого электроприводом // Материалы Международной научной конференции «Молодые исследователи – регионам». Секция «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА». – 2018. – С. 109-112.
2. Мейер А., Сю Д. Современная теория автоматического управления и ее применение. – М., 1972.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ БЕЗВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ СО СТАЛЬНОЙ СВЯЗКОЙ

В.Ю. Яблокова
Научный руководитель ***С.В. Яняк****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Развитие машиностроения и промышленного производства неразрывно связанно с разработкой новых материалов. Многие материалы с высокими рабочими свойствами были созданы по запросу уровня техники и технологий. Так, например, развитие авиации привело к появлению алюминиевых, магниевых, титановых сплавов и композиционных материалов.

Твёрдые сплавы представляют собой материалы на основе одного или нескольких твердых соединений (преимущественно карбидов переходных металлов), зёрна которых связаны небольшим количеством металла группы железа. Твёрдые сплавы изготавливают методом порошковой металлургии с жидкофазным спеканием прессовок или пропиткой прессованного карбидного каркаса расплавом связки. Структура твердых сплавов образуется не кристаллизацией из расплава, а в результате взаимодействия (смачивания, частичного растворения, перекристаллизации) твёрдой основы и расплавленной связки.

При этом заготовка изделия сохраняет свою форму, а её размеры пропорционально уменьшаются, что позволяет рассчитывать их умножением на коэффициент усадки.

Классические твёрдые сплавы (на основе карбида вольфрама с кобальтовой связкой) и инструментальные быстрорежущие стали (в настоящее время – типа Р6М5) являются основным потребителем ценного, обладающего уникальными физическими свойствами и очень дефицитного металла – вольфрама. Содержание в земной коре вольфрама на два порядка ниже, чем содержание редкоземельных металлов. Практически все компактные месторождения вольфрама открыты и значительно истощены. Утилизация вольфрамосодержащих материалов позволяет повторно использовать всего 20–30% вольфрама. По мнению специалистов, мировой дефицит вольфрама неизбежен уже в ближайшем будущем.

Перспективным и актуальным направлением развития инструментальных материалов мы считаем создание безвольфрамовых твердых сплавов на основе карбида титана со стальной связкой. Компоненты (как карбид титана и стали) – не дефицитны, сравнительно дёшевы и хорошо изучены в теоретическом и практическом материаловедении.

Перспективы создания эффективных (в том числе – режущих) твёрдых сплавов со стальной связкой связаны с решением сложных задач:

1. Разработка теплостойкой стали (предположительно, ферритного класса с упрочнением теплостойкими интерметаллидами) без необратимого разупрочнения до температуры 850°С (как у сплава Т15К6) с горячей твёрдостью при 800°С не ниже HV300.

2. Усиление взаимодействия стальной связки с карбидом титана за счёт легирования стали компонентами, растворяющимися в карбиде титана, но не снижающими существенно его микротвёрдости.

3. Выбор состава карбидной основы: кроме карбида титана-легирующих твёрдых соединений (предположительно растворимых как карбиде титана, так и в железе).

4. Выбор и оптимизация содержания в сплаве карбидной основы в балансе свойств: твёрдость-прочность (предположительно при образовании карбидного каркаса в структуре сплава).

5. Коррекция состава стальной связки с учётом состава и количества твёрдой основы, а также превращений при спекании сплава.

6. Выбор и оптимизация технологических условий и режимов изготовления образцов и изделий из новых сплавов.

Проблемы разработки и внедрения безвольфрамовых твёрдых сплавов со стальной связкой вызваны фундаментальными причинами: ограниченным набором недифицитных компонентов, их не всегда высокими физико-механическими свойствами, сложными закономерностями взаимодействия, химическими свойствами компонентов и материала в целом, сложностью оценки «горячих» свойств, малыми размерами структурных составляющих (особенно

– дисперсных интерметаллидов), а также технологическими и организационными причинами.

Проблема разработки теплостойкой стали связана с ограниченным набором недефицитных легирующих компонентов: из ферритообразующих и интерметаллидообразующих металлов – хром, ванадий, титан, из интерметаллидообразующих – только марганец. К сожалению, молибден, оказывающий благоприятное влияние на структуру и свойства связки и сплава в целом, дефицитен. Усиление взаимодействия стальной связки с карбидом титана возможно за счёт ванадия, образующего твердый карбидный раствор (Ti, V) C, и за счёт титана, захватывающего примесный углерод в сплаве и растворяющегося в основном карбиде титана, в области гомогенности с некоторым дефицитом по углероду. Марганец и хром в карбиде титана не растворяются и не способны усилить взаимодействие карбида титана со стальной связкой.

Легирование карбида титана (из недефицитных компонентов) возможно карбидом ванадия (HV2480, E=430 ГПа, $Q_{ст}$=620 МПа) и нитридом титана (HV2050, E=256 ГПа, $Q_{ст}$=1300 МПа), которые образуют с карбидом титана твёрдые растворы (Ti, V) C и TiCN. Карбид хрома не растворяется в карбиде титана. Благодаря легированию карбида титана прочность сплавов может быть увеличена до 1100 МПа.

Технология изготовления образцов и изделий из сплавов со стальной связкой должна учитывать высокую химическую активность (склонность к окислению) хрома, ванадия, титана, высокую пирофорность (возгорание на воздухе) дисперсных стальных порошков. Оксиды металлов химически инертны, обладают низкой способностью к диффузии и адгезии с расплавом железа при спекании, что приводит к ухудшению смачиваемости карбидов стальной связкой. В процессе спекания поверхностные оксидные пленки коагулируют за счет сил поверхностного натяжения и образуют в структуре сплава включения в сочетании с порами (из-за плохой смачиваемости). Пористость резко снижает все основные свойства сплавов.

На всех стадиях технологического процесса необходимо предохранять от окисления стальную связку и ее компоненты. Высокую химическую чистоту порошковой стали можно обеспечить электролитическим осаждением многокомпонентной стали на электроде с последующим ее хранением в инертной среде (низкий вакуум, аргон, этиловый спирт) в закрытых ёмкостях. Более дешевым способом изготовления порошковой стали является распыление в среде аргона из раскисленного алюминием и титаном расплава стали. Составлять сталь из отдельных порошковых компонентов (железо + легирующие добавки) сложнее с точки зрения их предохранения от окисления. Использование порошковых ферросплавов (феррохрома, ферромарганца, ферротитана и т.д.) нецелесообразно из-за их окисленности.

Прогнозирование свойств нового материала (сплава TiC-сталь) возможно благодаря накопленным экспериментальным данным и общему представлению о влиянии структуры на свойства сплавов. Твердые сплавы относятся к

так называемым псевдосплавам (т.к. их изготавливают не сплавлением компонентов, а жидкофазным спеканием с перекристаллизацией твердой основы через жидкую фазу – расплав связки) с квазиэвтектической структурой (внешне похожей на эвтектику, но сформированной не одновременной кристаллизацией всех фаз). Для эвтектических сплавов действует закон Н.С. Курнакова: свойства сплавов во всем диапазоне концентраций компонентов изменяются аддитивно – по прямолинейной зависимости.

Сочетание прочности при изгибе и твёрдости является базовым комплексом свойств материалов, к которому по условиям работы материала присоединяются специальные эксплуатационные свойства (теплостойкость, износостойкость и др.). По материалам информационного поиска с добавлением собственных исследований сплавов TiC-Fe и TiC-Fe-Mo построена диаграмма в координатах «прочность при изгибе-твёрдость HV». Технологически отработанные, глубоко изученные инструментальные материалы выстраиваются в единую предельную линию гиперболического типа с осевыми пределами Ѻи=700 МПа и HV700.

Мы убеждены в том, что потенциально твёрдые сплавы TiC-Fe-Mo и TiC-спецсталь не должны уступать по уровню свойств сплавам TiC-Ni-Mo. Это подтверждается тем, что железо и никель имеют примерно одинаковый краевой угол смачиваемости (около 40°) с карбидом титана, близкие значения эвтектической температуры с TiC и растворимости TiC. Однако железо в большей степени, чем никель, склонно к упрочнению титаном, молибденом и другими легирующими компонентами. Железо (феррит) имеет более близкий тип кристаллической решетки (ОЦК) к решетке карбида титана (К), чем никель (ГЦК).

В итоге, по нашему прогнозу, твердые сплавы на основе карбида титана со связкой из спец стали должны выйти на уровень свойств сплавов с никель-молибденовой связкой и найти эффективное применение в качестве износостойких и режущих материалов.

1. Киффер, Р. Твёрдые сплавы / Р. Киффер, П. Шварцкопф-Пер. с нем. под ред. В. П. Елютина. – Москва, Металлургиздат. – 1957. – 664 с.

2. Яняк, С.В. Экспериментальная оценка свойств твёрдых сплавов с железной связкой / С.В. Яняк, Г.Ю. Пивень // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надёжность машин, приборов и оборудования: Материалы XII междунар. науч.-техн. конф. / ВоГУ. – Вологда, 2018. – С. 281-284.

3. Яняк, С. В. Анализ прочности твёрдых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Междисциплинарные исследования, современное состояние и перспективы развития. Материалы XVI международной конференции / «ИМПРУВ». – Екатеринбург, 2018. – С. 25-29.

ЗАМЕНА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ КАК ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

А.Н. Алимова
Научный руководитель ***Е.И. Грачева****, д-р техн. наук, профессор*
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань

В настоящее время в Российской Федерации характер потребления электроэнергии (ЭЭ) существенно меняется, что в свою очередь, связано с нарастанием мощностей нелинейных потребителей, а также ускоряющимся темпом потребления реактивной мощности по отношению к активной за-за уменьшения загрузки силовых трансформаторов. Это характерная черта современной электроэнергетики, которая негативно влияет на качество и потери ЭЭ.

Силовые трансформаторы – крупные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях [1]. Их доля составляет около 30% всей реактивной мощности, потребляемой в промышленных электрических сетях.

Потребляемая реактивная мощность складывается из двух составляющих: реактивной мощности намагничивания Q_0 и реактивной мощности полей рассеяния Q_P и определяется по выражению (1) [2].

$$Q = Q_0 + Q_P = S_{H.T.} \cdot \left(I_x / 100 + \left(U_k \cdot k_3^2 \right) / 100 \right), \qquad (1)$$

где Q_0 – мощность намагничивания; Q_P – мощность рассеяния; $S_{(H.T.)}$ – номинальная мощность трансформатора; Ixx – ток холостого хода трансформатора; U_k – напряжение короткого замыкания трансформатора; $k_з$ – коэффициент загрузки трансформатора.

$$k_з = S_{НАГР} / S_{H.T.}, \qquad (2)$$

где $S_{НАГР}$ – мощность нагрузки.

С помощью математических преобразований (3) и (4) найдем коэффициент реактивной мощности $tg\varphi$:

$$S_{НАГР} = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad P = \sqrt{S_{НАГР}^2 - Q^2} \quad S_{НАГР} = S_{H.T.} \cdot k_3, \qquad (3)$$

$$tg\varphi = \frac{P}{Q} = \frac{S_{H.T.} \cdot \left(\frac{I_x}{100} + \frac{U_k}{100} \cdot k_3^2 \right)}{\sqrt{S_{НАГР}^2 - Q^2}} = \frac{S_{H.T.} \cdot \left(\frac{I_x}{100} + \frac{U_k}{100} \cdot k_3^2 \right)}{\sqrt{S_{H.T.}^2 \cdot \left(k_3^2 - \left(\frac{I_x}{100} + \frac{U_k}{100} \cdot k_3^2 \right)^2 \right)}}. \qquad (4)$$

Из (4) следует, что коэффициент реактивной мощности $tg\varphi$ определяется по выражению (5):

$$tg\varphi = \left(\frac{I_x}{100} + \frac{U_k}{100} \cdot k_3^2\right) \Bigg/ \sqrt{k_3^2 - \left(\frac{I_x}{100} + \frac{U_k}{100} \cdot k_3^2\right)^2}\,. \qquad (5)$$

Потребление реактивной мощности силовыми трансформаторами зависит от загрузки [1, 2]. Для оценки влияния нагрузки трансформаторов на потребление реактивной мощности по выражению (2) выведены значения коэффициента реактивной мощности для силовых трансформаторов типа ТМ и ТСЗ нормальной мощностью 25–2500 кВ·А при различных значениях коэффициента загрузки. Исходные данные берутся из каталога.

По результатам расчета для каждого из трансформаторов построены графики зависимости $tg\varphi = f(k_3)$ (рис. 1).

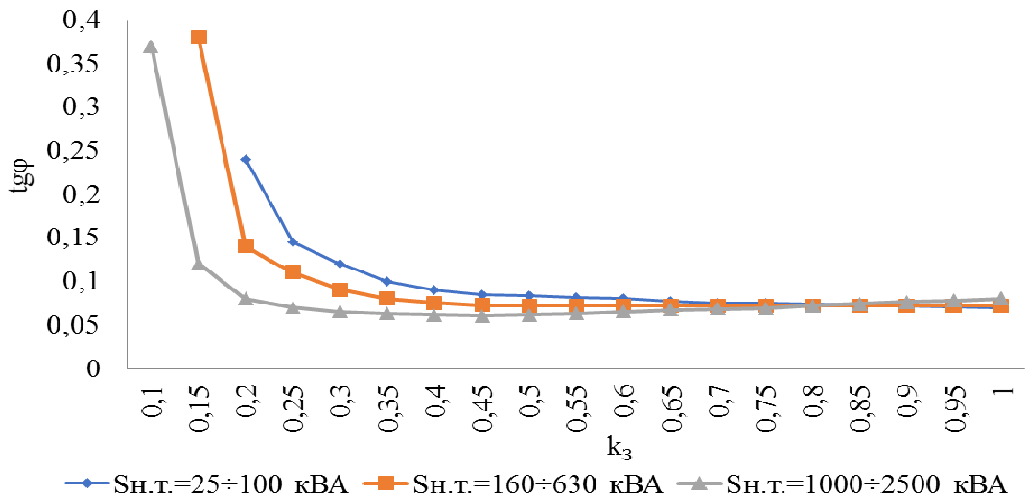


Рис. 1. Зависимость $tg\varphi$ от коэффициента загрузки $k_з$ для трансформаторов ТМ и ТСЗ

Характер изменения графика имеет примерно одинаковый вид для отдельных групп силовых трансформаторов в определенных диапазонах их номинальных мощностей. Из графиков следует, что коэффициент реактивной мощности увеличивается при снижении коэффициента загрузки. Большую часть реактивной мощности, потребляемой силовыми трансформаторами при малой загрузке, составляет реактивная мощность намагничивания [3].

Графики зависимости $tg\varphi = f(k_3)$ показывает, что с уменьшением номинальной мощности увеличивается потребляемая реактивная мощность.

В настоящее время особенно важным является решение проблемы малой загрузки электроснабжения промышленных предприятий [4].

Уменьшение k_3 ведет к росту потребления реактивной мощности, поэтому нужно обеспечить режимы работы трансформаторов с оптимальной загрузкой для снижения потребляемой реактивной мощности и снижения потерь холостого хода. Для этого на предприятиях рекомендуется замена малонагруженных трансформаторов на трансформаторы меньшей мощности, переклю-

чение нагрузки трансформаторов с низким $k_З$ на другие трансформаторы и отключение трансформаторов на время работы на холостом ходу. Всё это будет улучшать технико-экономические показатели работы систем электроснабжения [5].

По виду зависимостей (рис.) можно сделать вывод, что использование трансформаторов при малом коэффициенте загрузки нецелесообразно. Оптимальное значение $k_З$для трансформатора ТМ и ТСЗ является $k_З > 0{,}4$ при $S_{Н.Т.} = 25 \div 100$ кВА, $k_З > 0{,}35$ при $S_{Н.Т.} = 160 \div 630$ кВА, и $k_З > 0{,}3$ при $S_{Н.Т.} = 1000 \div 2500$ кВА, где отношение реактивной мощности трансформаторов к его активной мощности является минимальным.

Потери мощности в трансформаторах определим по формуле:

$$\Delta P_T = \Delta P_x + \Delta P_k \cdot k_З. \quad (6)$$

Общие потери ЭЭ в трансформаторах найдем как сумму потерь ЭЭ в рабочее и нерабочее время.

$$\Delta P_{РАБ} = \Delta P_T + \Delta P_C, \quad (7)$$

$$\Delta P_{НЕР} = \Delta P'_T + \Delta P'_C, \quad (8)$$

$$\Delta Q_{РАБ} = S_{Н.Т.} \cdot \left(I_x / 100 + \left(U_k \cdot k_З^2 \right) / 100 \right), \quad (9)$$

$$\Delta Q_{НЕР} = S_{Н.Т.} \cdot \left(I_x / 100 + \left(U_k \cdot k_{З.НЕР}^2 \right) / 100 \right), \quad (10)$$

где $\Delta P_{РАБ}$, $\Delta P_{НЕР}$, $\Delta Q_{РАБ}$, $\Delta Q_{НЕР}$ – потери активной и реактивной мощности в трансформаторах в рабочее и нерабочее время; $\Delta P_C = 0{,}03 \cdot \left(S_{Н.Т.} / U_2 \right)^2 \cdot R_{ПР} \cdot \Delta P_T = \Delta P_x \cdot \Delta P_k \cdot k_{З.НЕР}$; $k_{З.НЕР}$ – коэффициент загрузки трансформатора в нерабочее время.

$$\Delta P_T = \Delta P_{РАБ} \cdot T_{РАБ} + \Delta P_{НЕР} \cdot T_{НЕР}, \quad (11)$$

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{РАБ} \cdot T_{РАБ} + \Delta Q_{НЕР} \cdot T_{НЕР}. \quad (12)$$

Таблица

Достоинства и недостатки схем электроснабжения промышленных преджприятий

Схемы электроснабжения промышленных предприятий	
Достоинства	Недостатки
1	2
Питание технологической и круглосуточной нагрузки от одного трансформатора	
Меньшее число необходимых трансформаторов и, как следствие, меньше затраты на строительство подстанций. Отсутствие частых включений и отключений трансформаторов. Более простая электрическая схема электроснабжения и более низкая стоимость строительных и электромонтажных работ.	Дополнительные потери ЭЭ в трансформаторах в нерабочее время. Пониженное качество ЭЭ в сети питания осветительных приборов из-за влияния технологической нагрузки. Снижение надежности из-за обесточивания силовой нагрузки и вспомогательной (освещение, вентиляция и др.) при выходе из строя основного трансформатора.

Окончание табл.

1	2
Питание технологической и круглосуточной нагрузки от двух трансформаторов меньшей суммарной мощности	
Нет дополнительных потерь ЭЭ в нерабочее время. Высокое качество ЭЭ в осветительной сети. Повышенная надежность питания круглосуточной нагрузки.	Увеличение числа трансформаторов и некоторое усложнение схемы электроснабжения. Значительное увеличение числа включений и отключений силовых трансформаторов.

1. Быстрицкий, Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов / Г.Ф. Быстрицкий, Б.И. Кудрин. – Москва: Академия. – 2003. – 176 с.

2. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий / Э.А. Киреева. – Москва: КНОРУС. – 2011. – 368 с.

3. Петушков, М.Ю. Оценка ресурсосбережения электрооборудования / М.Ю. Петушков, А.С. Сарваров, О.В. Федоров // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2015. – № 3. – С. 24–28.

4. Souza, R.T. Characterization of contacts degradation in circuit breakers through the dynamic contact resistance / R.T. Souza, E.G. Costa // Transmission & Distribution Conference and Exposition. Latin America (PES T&D-LA). Medellin. – 2014. – pp. 367–370.

5. Gheorghita, C.M. About contact resistance of the electrical equipment / C.M.Gheorghita, M. Adam // 2017 International Conference on Modern Power Systems (MPS). Cluj-Napoca. – 2017. – pp. 298–301.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

С.Д. Ананьева

Научный руководитель ***В.А. Бабарушкин****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной статье рассматривается использование инновационных источников света. Даны сравнительные характеристики источников света. Предложены светодиодные светильники как основной энергосберегающий источник света в аудиториях и различных других помещениях университета. Описаны преимущества и недостатки светодиодных светильников.

В настоящее время по программе развития электроэнергетики до 2030 года актуальным вопросом является внедрение энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий. Одним из таких вопросов является усовершенствование развитий технологий освещения, таких как внедрение инновационных источников света.

Рациональная организация искусственного освещения имеет большое значение для создания комфортных и благоприятных бытовых условий в местах, предназначенных для выполнения работ со значительным зрительным напряжением, а также для решения задачи эффективного использования электроэнергии. Целью данной работы является анализ применения светодиодных источников света в образовательных учреждениях, где очень строго подходят к качественному освещению, руководствуясь нормами СанПиН. Также целесообразно производить реконструкцию осветительной сети с точки зрения экономии электроэнергия в дальнейшем.

Широкую популярность получили светодиодные приборы, которые обеспечивают наиболее качественное освещение аудиторий, имеют большой срок эксплуатации и отсутствие вредного излучения для здоровья человека, такого как ультрафиолетовое и инфракрасное излучения. На рисунках 1–2 показано сравнение источников света по техническим и экономическим показателям. Мы видим, что светодиодная лампа выигрывает по представленным показателям у своих аналогов.

Параметр сравнения	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
Потребляемая мощность, Вт	75	45	15	10
Нагрев	сильный	сильный	средний	низкий
Прочность конструкции	очень хрупкая	хрупкая	хрупкая	прочная
Срок службы, часов, усредненно	1000	2-2,5 тысячи	7-10 тысяч	30-50 тысяч
Простота установки/замены	хорошо	удовлетворительно	отлично	отлично
Экологичность	хорошо	хорошо	удовлетворительно	отлично

Рис. 1. Сравнение технических характеристик

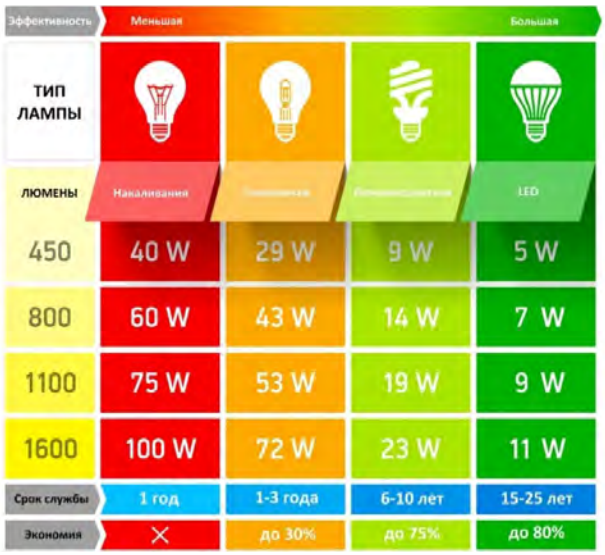


Рис. 2. Экономические показатели

Светодиоды наиболее экономичные источники света, чем аналоги. Так светодиодные лампы имеют высокую светоотдачу 80–180 лм/вт, индекс цветопередачи находится в пределе от 70 до 90, могут работать при напряжении 1,8–3,7 В. Огромным плюсом является большой срок службы лампы 100000 часов [1].

Использование светодиодных ламп позволит значительно сэкономить финансовые средства организации, потому что они потреб-

ляют наименьшее количество электричества. Также отсутствует риск перегрузки электрической сети при включении светильников.

Данные вид лам является экологически безопасным и не требует особой утилизации, не имеет вредных излучений. В отличие от люминесцентных ламп, светодиодные не выделяют ртутных паров и не имеют люминофора, нет мерцания во время работы, что благотворно сказывается на здоровье человека. А в отличие от галогенных ламп не имеют сильного нагрева, то есть у них низкая теплоотдача, что делает их работу более безопасной. У светодиодных ламп спектр освещения намного ближе к естественному, чем у лампы накаливания и люминесцентной, которая состоит из пиков нескольких цветов [2].

Светодиодные лампы можно использовать во всех видах помещений, при выборе их будет меняться только степень защиты лампы. Возможно использование так же в уличном освещении. Они не чувствительны к температуре окружающей среды и могут работать при температуре от -60°С до +60 °С.

Светодиодные светильники имеют очень много плюсов, но существуют и недостатки. Основными проблемами эксплуатации данных типов ламп являются следующие факторы. Стоимость, является самой дорогой лампой среди энергосберегающих ламп. Устранение данной проблемы решаемо увеличением производства ламп отечественного производителя, что значительно сократит стоимость.

Из-за массового использования энергосберегающих светодиодных ламп страдает экономика энергокомпаний ответственных за электроснабжение потребителя [3, 4]. Поэтому такие компании очень часто увеличивают плату за электроэнергию. Но это не повод отказа от светодиодных ламп. При этом уменьшаются затраты на топливо для производства электроэнергии, учитывая то, что большая часть электростанций работают на невозобновляемых источниках энергии, чьи запасы невосполнимы.

Во многих образовательных учреждениях уже проводится программа по энергосбережению. К примеру, ведется исследование по эффективности замены ламп на светодиодные источники света в Вологодском государственном университете на кафедре электрооборудования. Светодиодные светильники являются технологиями будущего, позволяют экономить электричество, финансовые затраты и оберегать окружающую среду. Для благоприятного обучения и работы нужно создать комфортное удобное рабочее место, а именно показатель освещенности рабочего места играет важную роль.

1. ООО «Правда.ру» [Электронный сайт]: офиц.сайт. – Режим доступа: https://www.pravda.ru/.

2. LiveJournal [Электронный сайт]: офиц.сайт. – Режим доступа: https://ammo1.livejournal.com/695321.html.

3. Колесник, Ю.Н. Оценка эффективности энергосбережения за счет внедрения энергосберегающих источников света в рыночных условиях функционирования / Ю.Н. Колесник, А.В. Иванейчик // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2007. – № 2 (29). – 69–74 с.

4. Полищук А.И., Туркин А.Н. Концепция применения светильников со светодиодами в целях реализации программы энергосберегающего освещения / А.И. Полищук, А.Н. Туркин // Компоненты и Технологии. – 2007. – № 76. – С. 92–95.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ СОЦИАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Е.А. Башарина
Научные руководители: ***В.А. Бабарушкин****, канд. техн. наук, доцент*
Г.А. Кичигина*, канд. экон. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Россия – одна из ведущих энергетических держав мира. Она обладает огромным количеством энергетических ресурсов, которые уже открыты, а также которые будут оценены в дальнейшем. Но сегодня ситуация такова, что огромное количество энергии расходуется неэффективно. Одной из крупных сфер потребления ресурсов является жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ).

Сегодня доставшееся в наследство от периода развития плановой экономики жилищно-коммунальное хозяйство находится в кризисном состоянии. При сопутствующих больших потерях коммунальных ресурсов, одним из основных направлений реформирования ЖКХ является создание системы рационального ресурсопотребления, являющегося важной частью энергосбережения [1].

В настоящее время в Вологодском государственном университете существует необходимость разработки энергетических паспортов зданий и сооружений. Энергопаспорт, как инструмент для энергосбережения, является ключом оптимизации энергозатрат социальной среды образовательной организации. Полагая данную тему достаточно актуальной, при недостаточном представлении структуры расхода энергоресурсов, разрабатываемые энергетические паспорта позволят оценить соответствие качества освещения установленным стандартам, а также осуществить мероприятия по экономии электрической энергии на осветительных установках.

Энергопаспорт – это многопрофильный документ, содержащий сведения не только о потреблении электрической энергии, тепла, газа, воды, но и механизмах управления вентиляцией зданий и сооружний. Проведение энергоаудита в наше время для организаций является обязательным условием. При существенном потреблении энергоресурсов организацией отсутствие энергетического паспорта сопровождается штрафными санкциями. Энергоаудит необходимо проходить из-за ряда причин, таких как: соблюдение законодательства об энергосбережении и повышение эффективности использования электрической энергии.

Получение полной картины потребления энергетических ресурсов необходимо для выработки мероприятий по повышению энергетической эффективности, не ухудшая при этом показатели производства. Методами исследования в нашем случае являются сравнение, измерение и наблюдение.

В рамках выполненной работы был разработан пример энергопаспорта и выделены разделы, которые должны быть заполнены в рамках электроэнергетического обследования зданий. В дальнейшем при сотрудничестве с научными руководителями, студентами и главным энергетиком в энергетический паспорт были внесены данные о потреблении энергоресурсов университетом и общежитиями за несколько прошедших лет.

Работы много и цели на дальнейшие действия намечены. В дальнейшем запланирован пересмотр расположения светильников в помещениях, а также их типов и количества. С использованием программы Dialux для расчета освещенности и проектирования осветительных установок, будут построены планы помещений в 3D-формате с моделированием стен, потолков и полов, с установленными светильниками. Также планируется осуществить поиск альтернативных светильников для экономии электроэнергии.

В настоящее время, планы корпусов университета имеются, к огромному сожалению, представлены только в нередактируемых графических форматах и требуют воспроизводства в графических редакторах, таких как AutoCAD, Компас или Visio. На данном этапе исследование находится именно на стадии разработки уточненных чертежей планов и схем, а также оценки качества освещенности в помещениях с помощью люксметров (в основном на рабочих поверхностях).

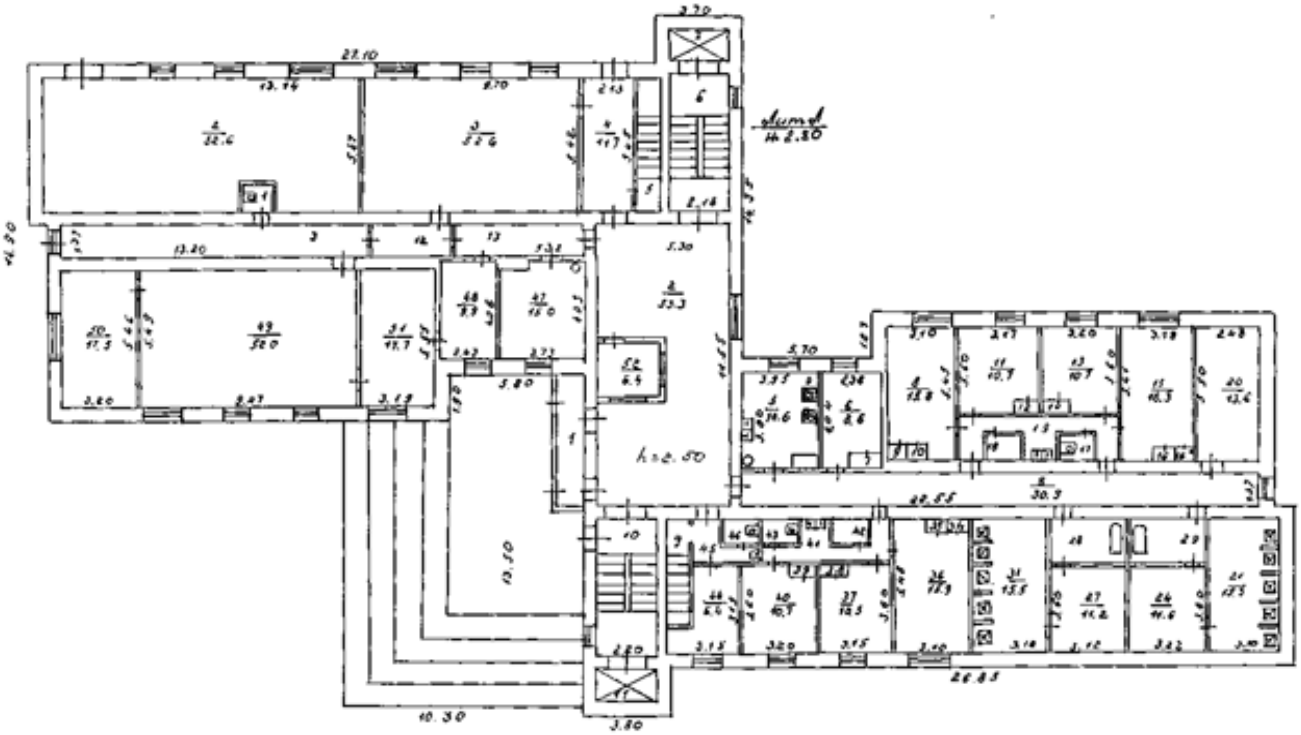


Рис. 1. Пример изображения плана здания 4 общежития

Пример изображения плана первого этажа здания общежития № 4 представлен на рисунке 1. Объектом права является девятиэтажное с подвалом кирпичное здание общежития общей площадью 4315 м^2, расположенное по адресу: город Вологда, улица Щетинина, дом 2б, корпус 1.

Резюмируя, хотелось бы отметить, что этот проект является значимым для университета. Имея более полное представление о потреблении ресурсов и их экономии, в дальнейшем в ВоГУ могут быть проработаны вопросы энергосбережения и минимизации потребления нескольких видов энергоресурсов или их замены на более экологичные вариации. В настоящее время университет ежегодно тратит существенные финансы только на электроэнергию, не считая остальные услуги. Снижению финансовой нагрузки будут способствовать разработанные энергетические паспорта зданий ВоГУ.

1. Комков, В.А. Техническая эксплуатация зданий и сооружений: Учебник для средних проф.-технических учебных заведений / В.А. Комков, С.И. Рощина, Н.С. Тимахова. – Москва: ИНФРА-М, 2008. – 288 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ТОКА В ЭКРАНЕ КАБЕЛЯ

С.Н. Беликов
Научный руководитель ***В.Е. Мещеряков****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При высоком уровне электропотребления и значительной плотности нагрузки на промышленных объектах, в производственных цехах, офисных зданиях уже широко внедряются в эксплуатацию различные кабели. Наибольшим распространением пользуются однофазные кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ). Однако, несмотря на ряд достоинств этих кабелей, возникает необходимость их экранирования. Изоляция токопроводящих жил и оболочка кабелей не обеспечивают действенной защиты от электрических шумов и паразитарных электромагнитных излучений, возникающих благодаря токам, протекающим по кабелю, и негативно влияющих на работу оборудования. С другой стороны, экранирование дает возможность выполнить заземление кабеля, а при муфтировании отрезков – исключить возникновение разности потенциалов на его оболочке [1].

В настоящее время различные энергоснабжающие организации пытаются вводить правила и стандарты по проектированию и обслуживанию кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена, что по большей части имеет рекомендательный характер. Соответственно, и расчет сечения токопроводящих жил кабелей из СПЭ, и учет возможности применения способов заземления с

отсутствием токов в экране кабеля не предусматривает ни один государственный норматив. Причем внимание уделяется в основном линиям на напряжение 110 кВ и выше. Особенно актуальна проблема снижения токов и выбор заземления экранов для кабелей среднего напряжение 6–35 кВ.

Рассмотрим методики снижения токов в экранах кабелей.

Как известно, в проводящих конструкциях и земле в виде токов появляются кондуктивные помехи. Источником таких помех являются короткие замыкания (КЗ), коммутации в первичной цепи и удары молнии. Уменьшение помехи напрямую зависит от тока. Укладка шин уравнивания потенциала, прокладка высокочастотной сетки вблизи молниеотвода, а также разрыв магистрали заземляющего устройства (ЗУ) являются основными методами снижения токов в экране кабеля [2]. На рисунках 1 и 2 приведены результаты расчетов, где видно значительное снижение потенциала после применения выше перечисленных способов.

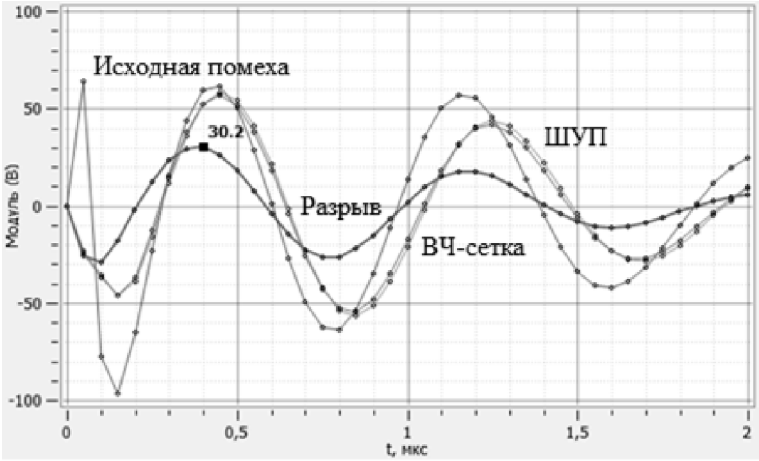


Рис. 1. Потенциалы узлов при затухающей синусоиде тока амплитудой 1 кА, f=1МГц

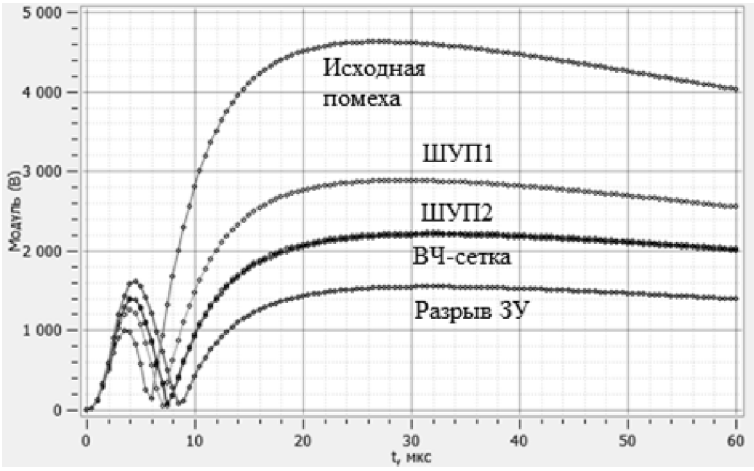


Рис. 2. Потенциалы узлов при импульсе тока 100 кА, 10/350 мкс

Данные методы позволяют отказаться от специальных средств по снижению помехи.

В большинстве случаев применение кабелей с изоляцией из СПЭ требует предварительного расчета величины экранов. При эксплуатации трехфазной

группы однофазных кабелей рекомендуется принимать меры по снижению токов в экранах кабелей.

Средствами некоторого снижения токов в экранах силовых кабелей из СПЭ являются:

– применение кабелей с возможно минимальным сечением экранов;

– прокладка кабелей сомкнутым треугольником;

– транспозиция экранов.

Расчет токов в заземленных по концам экранах, протекающих в нормальном режиме, определяются по формуле 1 [1].

$$\dot{D}_I = \frac{\dot{I}_Э}{\dot{I}_Ж} = -\frac{jX}{R_Э + jX}, \qquad (1)$$

где $\dot{D}_I$ – доля тока в экране;

$R_Э$ – активное сопротивление экрана, Ом/м;

X – индуктивное сопротивление.

$$X = \omega L_К \frac{\mu_0}{2\pi}\left[ln\left(\frac{D_З}{r_2}\right) - ln\left(\frac{D_З}{s}\right)\right] = \omega L_К \frac{\mu_0}{2\pi} ln\left(\frac{s}{r_2}\right) = \omega L_К \frac{\mu_0}{2\pi} ln\left(\frac{2s}{d_Э}\right), \qquad (2)$$

где $d_Э$ – средний диаметр экрана, мм.

Взяв модуль комплексного числа, получим простое выражение:

$$\frac{\dot{I}_Э}{\dot{I}_Ж} = \left|\frac{\dot{I}_Э}{\dot{I}_Ж}\right| = \frac{1}{\sqrt{1+(R_Э / X)^2}}. \qquad (3)$$

В формуле (3) в качестве R и X можно подставлять как полные значения (Ом) для кабеля длиной LК, так и значения на единицу длины (Ом/м).

На основании методики расчета формул (1)-(3) и методики [1] на рисунке 3 для кабеля сечением жилы 185 мм^2 и сечением экрана 50, 70, и 95 мм^2 представлен график зависимости тока в экране кабеля от сечения медного экрана при двухстороннем заземлении.

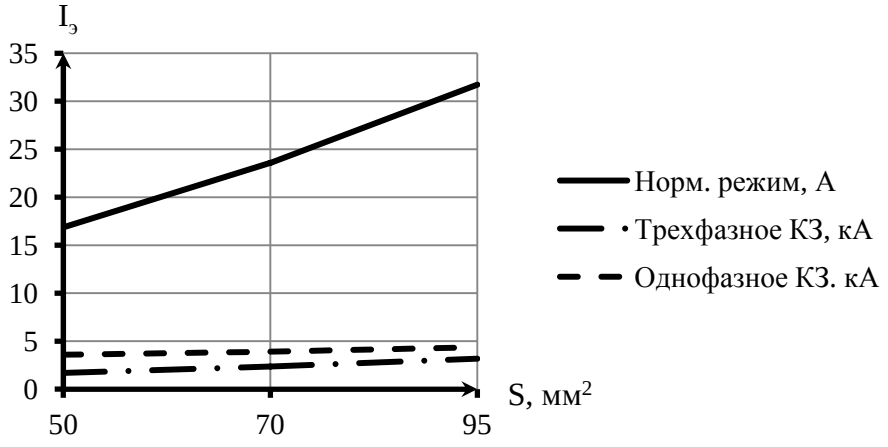


Рис. 3. Изменение $I_Э$ в зависимости от сечения экрана

Как видно из графика, при увеличении сечения экрана увеличивается ток экрана, то же самое происходит при отдалении однофазных кабелей в трехфазной связке друг от друга: увеличивается термическая нагрузка. Что приводит к уменьшению передаваемой мощности, т.е. к потерям.

Выводы:

− Токи в экранах создают потери мощности, а напряжения – снижают безопасность эксплуатации кабельной линии и способны повредить оболочку.

− Индуктированные токи и напряжения требуют повышенного внимания к выбору схемы соединения и заземления экранов.

− Одножильные кабели следует прокладывать треугольником.

− Минимальное сечение экрана кабеля должно соответствовать токам короткого замыкания.

1. Дмитриев, М.В. Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6-500 кВ / М.В. Дмитриев – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 154 с.

2. СТО 56947007-29.60.20.020-2009. Стандарт организации. Методические указания по применению силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ и выше: утв. распоряжением ОАО «ФСК ЕЭС». – Введ. 22.01.2009 № 22р. – Москва: РОСЭП, 2009. – 50 с.

3. СТО 56947007-29.060.20.103-2011. Стандарт организации. Силовые кабели. Методика расчета устройств заземления экранов, защиты от перенапряжений изоляции силовых кабелей на напряжение 110-500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена: утв. приказом ОАО «ФСК ЕЭС». – Введ. 11.10.2011 № 618. – Москва: 2011. – 32 с.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МЕТАНТАНКА БИОГАЗОВОЙ СТАНЦИИ

В.А. Белозерова

Научный руководитель ***В.А. Бабарушкин***, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Биогазовая установка – это установка, осуществляющая переработку отходов животного и растительного происхождения в органические удобрения и биогаз. Биогазовая станция – более широкое понятие, оно включает в себя комплекс инженерных сооружений, состоящий из таких этапов как: подготовка сырья, производство биоудобрений и биогаза, а также его очистка и хранение, производство электроэнергии и тепла.

Биогазовая станция работает по принципу утилизации органических отходов с помощью анаэробных микроорганизмов, которые подаются в прием-

ные резервуары. Сырье после смешивания через теплообменники (которые находятся в насосной станции)поступает в метантанк. Метантанк – устройство для анаэробного брожения жидких органических отходов с получением метана.

Под воздействием микроорганизмов осуществляется процесс ферментации, в результате которого выделяется биогаз. Он по трубопроводам подается в резервуары дображивания. В эти же резервуары подается смесь компонентов из метантанка. Здесь завершается процесс ферментации, газ через систему охлаждения и очистки поступает в когенерационный блок, где вырабатывается электроэнергия и тепло, а продукт брожения (органическое удобрение) отправляется в хранилище удобрений. Таким образом, в результате этого цикла образуются биогаз и биоудобрение.

Выполним расчет параметров метантанка на примере сельскохозяйственного производственного кооператива «Племзавод Майский».

СХПК «Племзавод Майский» образован в декабре 1962 года на базе областного плодопитомника и расположен в Вологодской области в п. Майском. Основное направление хозяйства – плодопитомническое, молочное животноводство, картофелеводство и овощеводство.

В 2011 г. СХПК «Племзавод Майский» начал строительство животноводческого комплекса «Дорково» расположенного в Вологодской области в деревне Дорково.

В 2016 году комплекс «Дорково» вышел на проектную мощность в 960 голов крупного рогатого скота.

Комплекс оснащен современным оборудованием: системой навозоудаления, поилками, чесалками и роботом для подталкивания кормов, установленная мощность которых равна P = 100 кВт.

Произведем расчет параметров метантанка биогазовой станции для животноводческого комплекса «Дорково» по формулам приведенным в [1].

Для начала проведем расчет объема исходного сырья и определим, какое количество биогаза мы сможем использовать для обеспечения электроэнергией.

Определим суточный выход биомассы необходимый для сбраживания:

$$m_{сут} = \sum N_i \cdot m_i \,, \qquad (1)$$

где $N_i -$ количество голов КРС;m_i $-$ суточный выход отходов от одной головы КРС, кг/сут.

Выход навоза за сутки с учетом содержимого прочих примесей (подстилка, остатки корма и др.) определим по формуле:

$$m_{сут}^{общ} = k_n \cdot m_{сут}, \qquad (2)$$

где $m_{сут} -$ выход суточной биомассы для сбраживания, кг/сут.; $k_n -$ поправочный коэффициент, учитывающий остатки примесей (1.2–1.6).

Масса сухого вещества в навозе:

$$m_{с.в.} = m_{сут}^{общ} \cdot (1 - \frac{W}{100}), \quad (3)$$

где W – влажность навоза, %.

Масса сухого органического вещества рассчитываем по формуле:

$$m_{с.о.в.} = m_{с.в.} \cdot \frac{P_{с.о.в.}}{100}, \quad (4)$$

где $P_{с.о.в.}$ – содержание органического вещества в навозе,%.

Объем вырабатываемого биогаза при выбранной продолжительности ферментации можно определим по формуле:

$$V_{полн.загр.} = \frac{m_{сут}^{общ} \cdot T}{\tau_{сут.} \cdot \rho_c}, \quad (5)$$

где $\tau_{сут.}$ – число загрузок реактора за сутки; ρ_c – плотность субстрата кг/м^3; T – продолжительность брожения, сут.

Отношение $\frac{V_{полн.загр.}}{V_М}$ должнонаходиться в пределах 0,7 – 0,9 .

Отсюда объем метантанка:

$$V_М = \frac{V_{полн.загр.}}{0,8}, \quad (6)$$

Определим размеры метантанка:

$$V_м = \frac{\pi \cdot d_в^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot d_в^2}{4} \cdot d_в, \quad (7)$$

где $d_в$ – внутренний диаметр метантанка.

Из (7) выражаем $d_в$ и получаем:

$$d_в = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_м}{\pi}}, м. \quad (8)$$

В таблице представлены значения выхода навоза от одного животного [2].

Таблица

Выход навоза от одного животного

Вид животного	Выход навоза от одного животного	
	за сутки, кг	за год, т
Коровы	35-40	8-12
Телята	5-10	1-2
Свиньи	3	1-2
Птица	-	1

Подставим числовые значения в формулы 1–8.

Выход навоза от одного животного возьмем из таблицы отсюда суточный выход биомассы получаем при количестве КРС 960 голов:

$$m_{сут} = 960 \cdot 35 = 33600.$$

Принимаем $k_n = 1{,}6$, тогда за сутки выход навоза составит :

$$m_{сут}^{общ} = 1{,}6 \cdot 33600 = 53760.$$

Влажность органических отходов принимаем W = 75% [2].

Тогда масса сухого вещества равна:

$$m_{с.в.} = 53760 \cdot \left(1 - \frac{75}{100}\right) = 13440.$$

Для расчета массы сухого органического вещества нужно знать содержание органического вещества в навозе, который примем $P_{с.о.в.} = 82$ %, согласно [3]:

$$m_{с.о.в.} = 13440 \cdot \frac{82}{100} = 10020{,}8.$$

Эксплуатация установки осуществляется с нагрузкой 3,8 кг оСВ/ м^3 (рабочего объема в день).

$$V_б = 10020{,}8 \cdot 3{,}8 = 38079 \text{ м}^3;$$

$$V_{полн.загр.} = \frac{53760 \cdot 15}{1 \cdot 500} = 1612{,}8\, м^3.$$

Согласно [1] из 1м^3 биогаза можно получить 1,8–2,3 кВт·ч.

Отсюда можем оценить, сколько электроэнергии возможно получить от биогазовой станции за сутки:

$$E = 1612{,}8 \cdot 1{,}8 = 2903\, кВт \cdot ч\,.$$

$$V_M = \frac{1612{,}8}{0{,}8} = 2016 м^3.$$

Как правило, метантанки имеют цилиндрическую форму, отношение высоты к его внутреннему диаметру принимается равным 0,9–1,3, тогда по формуле (8) определим его размеры:

$$d_в = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 2016}{3{,}14}} = 13\, м.$$

Мною были определены параметры метантанка, такие как объем и диаметр. Из расчета можно сделать вывод, что диаметр метантанка будет составлять $d_в = 13\, м$, а его объем $V_M = 2016$ м^3.

1. Амерханов, Р.А. Проектирование систем теплоснабжения сельского хозяйства: учебник для студентов вузов по агроинженерным специальностям / Р.А. Амерханов, Б.Х. Драганов. – Краснодар, 2001. – 200 с.

2. Зоовет // Хранение и методы обеззараживания навоза и помета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zoovet.info.

3. Домашние животные // Навоз. Химический состав [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://house-animals.ru.

ИСКЛЮЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПОКАЗАНИЯ СЧЕТЧИКА

И.С. Васильев
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Салават

Современный мир трудно представить без электроэнергии. Электричество нашло своё применение в быту и на производстве, и для того чтобы вести его учет используют счетчики. По своей конструкции их можно подразделить на индукционные, электронные и гибридные. Вторые считаются наиболее точными, однако у них есть свои недостатки. Из-за того, что в их конструкцию входят импульсные или токовые трансформаторы, которые подвержены влиянию внешних магнитных полей. Проблема создания магнитоустойчивых средств измерения в настоящее время актуальна и находится на стадии активных теоретических и экспериментальных исследований.

Рассмотрим методы борьбы с искажениями, вызванными внешними магнитными полями. Пожалуй, самым простым способом защиты от подобного воздействия является правильное размещение компонентов электроизмерительного прибора. Необходимо как можно дальше располагать магниточувствительные детали от доступных поверхностей счетчика.

Не стоит забывать, что любое магнитоучтойчивое средство измерения должно распознавать внешние магнитные поля. Для этого используют герконовые реле, датчики на основе эффекта Холла. Средства фиксации магнитных полей помогают применять санкции к недобросовестным потребителям электроэнергии, желающим всячески исказить показания счетчика и сэкономить на плате за электричество.

Перечисленные ранее средства борьбы с внешними магнитными полями являются самыми распространенными. Однако при некоторых обстоятельствах счетчик не должен ограничиваться только фиксацией воздействия внешних магнитных полей и в то же время перенос магниточувствительных компонентов дальше от стенок корпуса невозможен. В таких случаях пользуются экранированием. Его суть заключается в том, что все магниточувствительные детали собираются в одном месте и покрываются экраном, отводящим маг-

нитные поля от чувствительных компонентов. Для защиты от слабых магнитных воздействий широко используют мю-металлы, обладающие хорошей пластичностью.

При работе с экранами рекомендуется соблюдать некоторые рекомендации:

- Наилучшей защитой от внешних магнитных полей обладают экраны с плавно изогнутыми углами.
- Создание экрана из нескольких кусков фольги должно предусматривать в себе перекрытие мест стыков.
- Одиночный экран будет работать хуже, чем двойной или тройной с зазором между слоями.

Экранирование от сильных магнитов возможно при условии использования большого объема малоуглеродистых сталей, что является одним из недостатков данного способа защиты, поскольку возрастает стоимость счетчика и его масса [1–8].

Рассмотрим более подробно работу защитных экранов. Для чтобы убедиться в их пользе мы воспользовались программой Vizimag – 2D, с помощью которой смоделировали различные магнитные взаимодействия. В наших моделях использовались экранирующие пластины толщиной 1 мм и проницаемостью 80000, печатная плата располагалась на расстоянии 20 мм от магнита, значения магнитной индукции брались в самом центре и на расстоянии 15 мм от него. Результаты наших экспериментов были внесены в таблицу 1.

Таблица

Значения магнитной индукции на печатной плате при различных условиях

Место снятия показаний магнитной индукции	Без экранирования	Плоский экран	Экран П-образной формы	Экран П-образной формы с удлиненными стенками	Замкнутый экран
В центре	92 мТл	40 мТл	25 мТл	15 мТл	1,6 мТл
На расстоянии 15 мм от центра	75 мТл	57 мТл	29 мТл	12 мТл	1,6 мТл

В процессе моделирования мы пришли к следующим выводам:

- Без использования экрана силовые линии беспрепятственно проходят через печатную плату и имеют максимальные значения. Однако на практике индукция будет больше, так как на печатной плате располагается трансформатор с ферритовым сердечником, обладающий высокой магнитной проницаемостью.

• Плоский экран помогает незначительно снизить значения индукции, при этом стоит отметить, что перемещение экрана верх и вниз, а также изменение его толщины почти не оказывает влияния на значения индукции.

• Экраны П-образной формы помогают добиться значительного уменьшения влияния магнитного поля, силовые линии либо пронизывают печатную плату только в двух местах или, огибая экран, покидают его у самых краев стенок.

• Замкнутые экраны позволяют добиться наименьших значений индукции.

Рассмотренные ранее модели помогли нам узнать, как меняется индукция в зависимости от формы экрана. Но не стоит забывать, что моделирование экрана в Vizimag-2D дает лишь часть информации, которая является правдивой, но имеет ряд допущений. Программа не учитывает информацию, хранящуюся в третьем измерении, также в ней не учитывается насыщение экранирующей поверхности под воздействием внешнего магнитного поля. Для более точных расчётов требуется другое программное обеспечение, описанные ранее магнитные взаимодействия предназначены для общего ознакомления, чтобы понять, как меняются значения индукции в зависимости от формы экрана.

Энергетические системы очень изменчивы. Они требуют постоянного и точного учета электроэнергии. Зачастую недобросовестные потребители в погоне за собственной выгодой искажают показания счетчиков внешними магнитными полями. Чтобы этого не допустить производители электроизмерительных приборов стараются правильно расположить компоненты чувствительные к магнитным полям, используют средства, фиксирующие внешние магнитные воздействия, экранируют магниточувствительные детали. Все эти меры способствуют получению достоверной информации о отпущенных и потребляемых мощностях, что в свою очередь помогает произвести правильный технический и коммерческий учет электроэнергии.

1. Bashirov, M.G. Increase of efficiency of cooling of the power oil transformers / M.G. Bashirov, M.R. Minlibayev, A.S. Hismatullin // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2014. – № 2. – С. 358–367.

2. Баширов М.Г. Совершенствование методов оценки технического состояния силовых трансформаторов / М.Г. Баширов, И.В. Прахов И.В., А.С. Хисматуллин, И.Г. Хуснутдинова // Промышленная энергетика. – 2018. – № 7. – С. 2–10.

3. Баширов, М.Г. Повышение надежности и безопасности эксплуатации силовых маслонаполненных трансформаторов / М.Г. Баширов, А.С. Хисматуллин // Безопасность в техносфере. – 2018. – Т. 7. – № 2. – С. 15–21.

4. Баширов, М.Г. Применение барботажа в системе охлаждения силовых трансформаторов / М.Г. Баширов, А.С. Хисматуллин, И.Г. Хуснутдинова // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2014. – № 3. – С. 29–32.

5. Баширов, М.Г. Интегральный критерий оценки технического состояния силовых масляных трансформаторов / М.Г. Баширов, А.С. Хисматуллин, Р.У. Галлямов // Энергетик. – 2016. – № 7. – С. 24–26.

6. Баширов, М.Г. Исследование спектра гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых трехфазным силовым трансформатором / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Р.Ш. Габбасов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2013. – № 2. – С. 25–28.

7. Ершов, М.А. Снижение вязкости нефти с применением ультразвуковой обработки и химических реагентов / М.А. Ершов, М.С. Муллакаев, Д.А. Баранов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2011. – № 4. – С. 22–26.

8. Mullakaev, M.S. Ultrasonic intensification of the processes of enhanced oil recovery, processing of crude oil and oil sludge, purification of oil-contaminated water // Monograph. Moscow, 2018.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ

В.И. Гусаров

Научный руководитель ***В.Ф. Булавин****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Государственная политика направлена на снижение к 2020 году энергоемкости производства в промышленности. В настоящее время на сбытовые компании, отвечающие за доставку электроэнергии потребителю, ложится финансовая ответственность за потери в распределительных сетях. За счет снижения этой составляющей, поставщик электроэнергии может минимизировать убытки. Одним из средств уменьшения потерь электроэнергии является применение энергосберегающего силового распределительного оборудования.

Число силовых трансформаторов в РФ, находящихся в эксплуатации, оценивается как 3 млн. шт. с установленной мощностью более 350 млн. кВА. Ежегодное потребление электрической энергии в РФ определяется на уровне 1000 млрд. кВт·ч, а общие потери в силовых трансформаторах оцениваются в 75 млрд. кВт·ч. Из них приблизительно 50% – потери в магнитной системе трансформаторов. В целом, этот вид потерь составляет до 4% производимой в стране электроэнергии, а значительная часть их приходится на распределительное оборудование. Развитие энергетической отрасли в ближайшие 10–15 лет предполагает увеличение потребления электроэнергии как минимум в 1,5 раза [1].

Результатом анализа технических данных силового оборудования зарубежных производителей и политика формирования цены электроэнергии ставят необходимостью разработку и освоение производства энергосберегающих трансформаторов новой серии – ТМГ12. Аналоги трансформаторов со схожими характеристиками изготавливаются ведущими фирмами AREVA, SIEMENS, ABB.

Данное оборудование имеет низкий уровень потерь холостого хода и короткого замыкания (потери снижены на 30%) из всего разнообразия номенклатуры силовых трансформаторов. Они относятся к классу энергосберегающего и малошумного оборудования [2].

Относительно небольшая разница в цене энергосберегающих трансформаторов серии ТМГ12 (10% для ТМГ12 мощностью от 630 до 1250 кВА и 12,5% для ТМГ12 мощностью 400 кВА) по сравнению со стандартными энергосберегающими трансформаторами серии ТМГ11 делает их быстро окупаемыми [3]. Например, при среднесуточной загрузке 0,7 сравнение трансформаторов ТМГ12 с ТМГ11 мощностью 400 кВА экономия по энергосбережению составляет приблизительно 20 тыс. руб. за год.

При среднегодовых закупках трансформаторов серии ТМГ12 различной мощности (1200+1900+1000) расходы на приобретение больше, чем за 1200+1900+1000 трансформаторов серии ТМГ11 примерно на 108 млн. руб. Данная сумма окупится за 1,6 года и по истечении срока окупаемости экономический эффект от энергосбережения ежегодно будет составлять более 70 млн. рублей.

Расчетные показатели становятся более привлекательными при повышенной средней загрузке распределительных трансформаторов с учетом роста цен на электроэнергию.

В условиях продолжительных сроков эксплуатации электротехнического силового оборудования (износ выше 60%) и необходимости повышения требований надежности электроснабжения прогнозируется повышенный спрос на силовые энергосберегающие трансформаторы типа ТМГ12 [4]. Ниже в табл. 1–3 приведены данные сравнительного анализа по энергосбережению.

Таблица 1

Сравнительные показатели экономии при использовании трансформаторов серий ТМГ12 и ТМГ11 (400 кВА)

		ТМГ11	ТМГ12	
1	Мощность трансформатора	400	400	кВ·А
2	Потери холостого хода	0,83	0,61	кВт
3	Потери короткого замыкания	5,6	4,6	кВт
4	Тариф	3,26	3,26	руб./кВт·ч
5	Коэффициент загрузки (средний)	0,7	0,7	
6	Тариф за заявленную мощность в час пик (за кВт)	295,7	295,7	руб./кВт
7	Оплата за год	102,7	83,1	тыс. руб.
	Расход эл. энергии на потери в трансф-ре (за год)	31308	25089	кВт·ч

Таблица 2

Сравнительные показатели экономии при использовании трансформаторов серий ТМГ12 и ТМГ11 (630 кВА)

		ТМГ11	ТМГ12	
1	Мощность трансформатора	630	630	кВ·А
2	Потери холостого хода	1,06	0,8	кВт
3	Потери короткого замыкания	7,45	6,75	кВт
4	Тариф	3,26	3,26	руб./кВт·ч
5	Коэффициент загрузки (средний)	0,7	0,7	
6	Тариф за заявленную мощность в час пик (за кВт)	295,7	295,7	руб./кВт
7	Оплата за год	135,1	118,4	тыс. руб.
	Расход эл. энергии на потери в трансф-ре (за год)	41264	35982	кВт·ч

Таблица 3

Сравнительные показатели экономии при использовании трансформаторов серий ТМГ12 и ТМГ11 (1000 кВА)

		ТМГ11	ТМГ12	
1	Мощность трансформатора	1000	1000	кВ·А
2	Потери холостого хода	1,4	1,1	кВт
3	Потери короткого замыкания	10,8	10,5	кВт
4	Тариф	3,26	3,26	руб./кВт·ч
5	Коэффициент загрузки (средний)	0,7	0,7	
6	Тариф за заявленную мощность в час пик (за кВт)	295,7	295,7	руб./кВт
7	Оплата за год	190,4	178,5	тыс. руб.
	Расход эл. энергии на потери в трансф-ре (за год)	58622	54706	кВт·ч

Вектор развития трансформаторостроения формируется в противопоставлении двух тенденций:

1) снижение себестоимости силового оборудования;

2) применение инновационных технологий в производстве.

Анализ современного состояния производства электрооборудования показывает, что проблема по снижению затрат на производство и эксплуатацию силовых распределительных трансформаторов лежит в использовании магнитопроводов из аморфных (нанокристаллических) сплавов. В этом случае имеет место значительное снижение потерь холостого хода трансформаторов по сравнению с трансформаторами, использующими магнитопроводы из холоднокатаной электротехнической стали. Но из-за высокой стоимости аморфной стали ее применение экономически не целесообразно.

Снижение мощности потерь короткого замыкания – это инновационные тенденции в конструкции обмоток силового трансформатора. В этом направлении наиболее перспективны два решения. Первое, связано с использованием высокотемпературных проводников. Второе, связано с применением трансформатора нового типа – DryFormer. В этом случае секции катушек изготавливаются из специального кабеля, конструкция которого имеет многопроволоч-

ную медную или алюминиевую токопроводящую жилу, поверх которой наложен тонкий слой полупроводящего материала. Это направлено на устранение неравномерности распределения электрического поля, вызванного многопроволочностью жилы.

Имеется значительный потенциал повышения эффективности, надежности и качества электроснабжения за счет внедрения современных технологий. Силовые трансформаторы марки ТМГ являются предпочтительным вариантом использования их для обеспечения потребителей качественной энергией. Сравнение серий трансформаторов ТМГ11 и ТМГ12 позволяет сделать вывод о том, что серия ТМГ12 имеет лучшие характеристики. Ввиду сложившейся экономической ситуации применение данного вида трансформаторов при проектировании, реконструкции и строительстве современных объектов, а также при замене устаревшего парка трансформаторов является наиболее рентабельным (экономичным).

1. Лещинская, Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства: учебник / И. В. Наумов, Т. Б. Лещинская. – Москва: БИБКОМ: ТРАНСЛОГ, 2015. – 657 с.

2. Энергосберегающие трансформаторы ТМГ12 [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://metz.by/files/2018/12/tmg12.pdf.

3. ЭЛИС-ГРУПП [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://elis-group.ru/maslyanyij/.

4. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учеб. по специальности «Электр. станции, системы и сети» / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – 6-е изд., стер. – Москва: Академия, 2009. – 448 с.

ДЕМОНТАЖ ОБМОТОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С КОМПАУНДИРОВАННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ПРИ РЕМОНТАХ

С.А. Дроздова

Научный руководитель ***А.Е. Немировский,*** *д-р техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Электрические машины часто эксплуатируются в тяжелых условиях, поэтому подвержены воздействию повышенной влажности, запыленности и влиянию питающего некачественного напряжения. Такие факторы сокращают срок эксплуатации электродвигателей (ЭД) и приводят к выходу их из строя.

Наиболее частой неисправностью ЭД является повреждение электрической изоляции статорной обмотки. Эффективность ремонта «сгоревшего» ЭД зависит от способа удаления неисправной обмотки, что в последствии весьма значимо сказывается на ресурсе работы ЭД.

Используемые в обмотках электроизоляционные материалы определяют технические показатели электрических машин. К изоляции ЭД предъявляются высокие требования по электрической прочности, теплопроводности и нагревостойкости, и т.д. Качество пропитки обмоток также во многом определяет дальнейший срок жизни ЭД. Пропиточные составы повышают влагостойкость, химическую и механическую стойкость обмоток ЭД [1].

При изготовлении ЭД, как правило, применяют пропиточные составы на основе электроизоляционных лаков и компаундов. В связи с этим наши исследования по демонтажу неисправной обмотки ЭД с помощью ультразвукового излучения (УЗИ) и пониженной концентрации водного раствора едкого натра (NaOH), проводились на опытных образцах (статоретах) с компаундированной системой изоляции на основе компаунда КП-303. Главной задачей при этом являлось удаление компаундированной пропитки и превращение жесткой обмотки ЭД в рыхлую с отделяемыми между собой витками, с целью дальнейшего облегченного удаления обмотки из пазов.

Используемый опытный образец (статорет) представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Статорет, пропитанный компаундом КП-303

Компаунд КП-303 представляет собой электроизоляционный пропиточный состав ненасыщенных эпоксиэфиров в олигоэфиракрилате, который при полимеризации не выделяет летучих компонентов. Такой состав имеет высокую цементирующую способность, высокие скорость сушки и диэлектрические свойства при повышенной влажности.

Высокая цементирующая способность компаунда КП-303 с одной стороны улучшает монолитность, механическую прочность и вибростойкость обмотки ЭД, однако с другой стороны затрудняет дальнейший ремонт ЭД поскольку такую обмотку сложно удалить.

Компаунды серии КП-303 производятся четырех различных марок, которые отличаются вязкостью (таблица 1).

Таблица 1

Значение вязкости КП-303 (марок А, Б, В и Г)

Показатель	Значение показателя			
	КП-303А	КП-303Б	КП-303В	КП-303Г
Условная вязкость при температуре (20±0,5)ºС по ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм	170-250	110-160	50-100	30-40

В основе способа удаления «сгоревшей» обмотки ЭД лежит применение УЗИ. Наиболее значимое влияние на «сгоревшую» обмотку оказывают ультразвуковая кавитация и возникновение капиллярного эффекта. Кавитация обуславливается образованием пульсирующих и захлопывающихся пузырьков в растворе едкого натра (NaOH), облученного ультразвуком. Микроударное воздействие таких взрывных пузырьков перемешивает водный раствор NaOH и разрушает пропиточный состав статорной обмотки ЭД. Капиллярный эффект позволяет рабочему раствору проникать в разрывы и капилляры компаундированной изоляции, тем самым способствуя ее быстрому растворению.

В прошлом нами проведены исследования процесса демонтажа обмоток ЭД пропитанных электроизоляционным лаком марки МЛ-92 с применением УЗИ, найдены оптимальные параметры разрушения сгоревшей обмотки и построены поверхности функций отклика: зависимости прочностных характеристик обмотки от разрушающих факторов при ремонтах [2]. Вместе с тем лак МЛ-92 и компаунд КП-303 имеют различные электрофизические характеристики (таблица 2), поэтому для обмотки пропитанной компаундом КП-303 следует провести дополнительные эксперименты с целью определения оптимальных параметров воздействия разрушающих факторов для эффективного и быстрого удаления сгоревшей обмотки.

Таблица 2

Электрофизические характеристики пропиточных составов на основе лака МЛ-92 и компаунда КП-303

Характеристики	Марка	
	МЛ-92	КП-303
Твердость покрытия по маятниковому прибору М-3 при температуре (20±2) °С, усл.ед., не менее	0,40*	0,71**
Электрическая прочность при температуре 20±2) °С, МВ/м, не менее:	70*	25**
Класс нагревостойкости	В*	Н**

*сведения по ГОСТу 15865-70
**сведения по ТУ 2257-019-31885305-2003

В дальнейшем оптимальные параметры разрушающих факторов буду заложены в аппаратный комплекс, который будет использоваться для демонтажа сгоревших обмоток ЭД пропитанных компаундом КП-303.

1. Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин: в 2-х кн. / В.Г. Огоньков и др.; под ред. В.Г. Огонькова, С.В. Серебрянникова. – 2 кн. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2012. – 304 с.

2. Немировский, А.Е. Исследование пропитывающих составов изоляции обмоток электродвигателей / А.Е. Немировский, А.И. Кашин // Вестник ВоГУ. Серия: Технические науки. – 2018. – № 2(2). – С. 11-15.

РАСЧЕТ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ В ПРОГРАММЕ ЗУМ

А.А. Жуков
Научный руководитель ***Д.С. Шишигин****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При ударе молнии в опору или грозозащитный трос воздушной линий (ВЛ) напряжение на гирлянде изоляторов может превысить допустимое и произойдет перекрытие изоляции с опоры на провод. В этом случае по проводу будет распространяться волна перенапряжения, которая может представлять опасность для электрооборудования электрических подстанций. Кроме того, перекрытие изоляции приводит к возникновению устойчивой дуги, которая ведет к короткому замыканию, что потребует отключения ВЛ.

Для защиты от перенапряжений используют ОПН (ограничитель перенапряжения нелинейный), которые включаются между проводами и опорой ВЛ. ОПН обладает резко нелинейной вольт-амперной характеристикой. В нормальном режиме ОПН «закрыт» (его сопротивление очень велико), при перенапряжениях ОПН «открывается» и обеспечивает стекание сверхтоков через заземлитель опоры в землю.

Целью работы является моделирование удара молнии в опору ВЛ в программе ЗУМ [1], на основе которого производится выбор оптимального количества и расположения ОПН на опорах для защиты ВЛ от перенапряжений.

Расчетная модель представляет собой линию 110 кВ и пять опор ВЛ с грозозащитным тросом (рис.1). Расстояние между опорами 200 м. Для исключения отражений от концов крайних опор, линия продлена еще на 1 км в разные стороны (рис.1). Молния с током 100 кА и фронтом 10 мкс (первый импульс тока молний) «ударяет» в центральную опору. Изоляция моделируется ключом, который замыкается, когда напряжение на изоляции превысит допустимое (определяется вольт-секундной характеристикой).

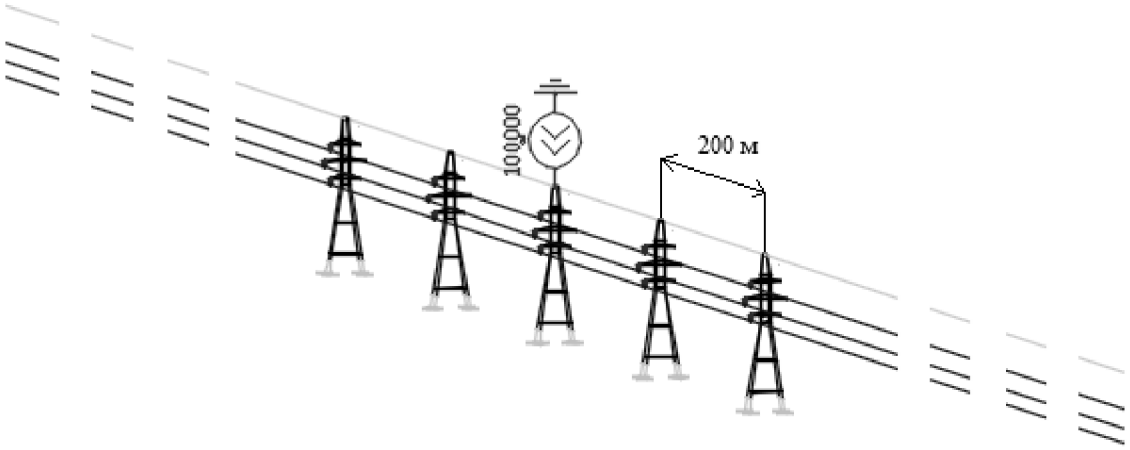


Рис. 1. Модель ВЛ 110 кВ при ударе молнии

Примем удельное сопротивление земли ρ = 100 Ом·м (суглинок). Выполним расчет и определим потенциалы центральной опоры и ее проводов (рис. 2).

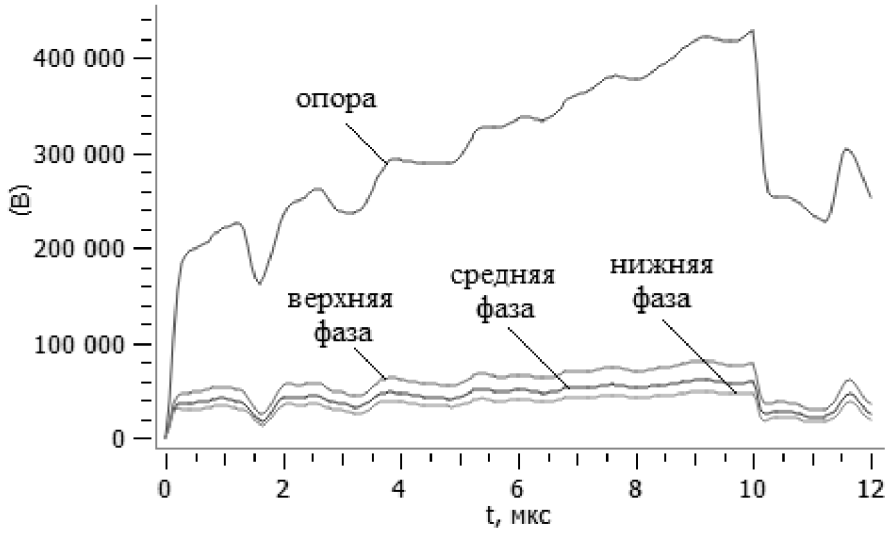


Рис. 2. Потенциалы проводов и опоры ВЛ при ударе молнии с током 100 кА в вершину опоры (ρ = 100 Ом·м)

По рисунку видно, что напряжение на опоре растет, но напряжение на проводах остается небольшим и увеличивается только за счет наведенного напряжения троса. Можно сделать вывод, что в хорошо проводящем грунте (100 Ом·м) перекрытия изоляции не происходит, и, соответственно, опасности для электрооборудования электрической подстанции нет.

Примем удельное сопротивление земли ρ = 1000 Ом·м (плохо проводящий грунт). Снова выполним расчет и определим потенциалы центральной опоры и ее фазных проводов (рис. 3).

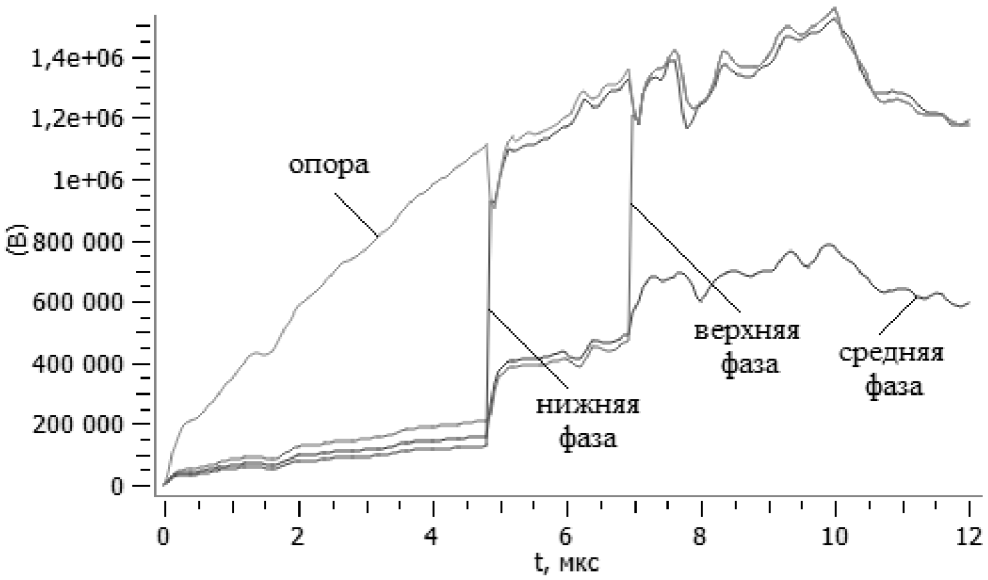


Рис. 3. Потенциалы проводов и опоры ВЛ при ударе молнии с током 100 кА в вершину опоры (ρ = 1000 Ом·м)

По рисунку видно, что первой перекрывается нижняя фаза (момент времени 4.8 мкс). Затем перекрылась верхняя фаза (момент времени 7 мкс). Средняя фаза перекрыться не успела (ток молнии растет до 10 мкс).

Рассмотрим выбор расположения ОПН на опорах. Количество не должно быть избыточным, поскольку: а) приобретение и обслуживание ОПН стоит дорого, б) ОПН снижают надежность сети на промышленной частоте.

Рассмотрим три способа расстановки ОПН, рекомендованные в [2].

Первое, установим ОПН через одну опору в каждую фазу параллельно гирляндам изоляций (рис. 1). Смоделируем удар молнии в незащищенную опору (рис. 4).

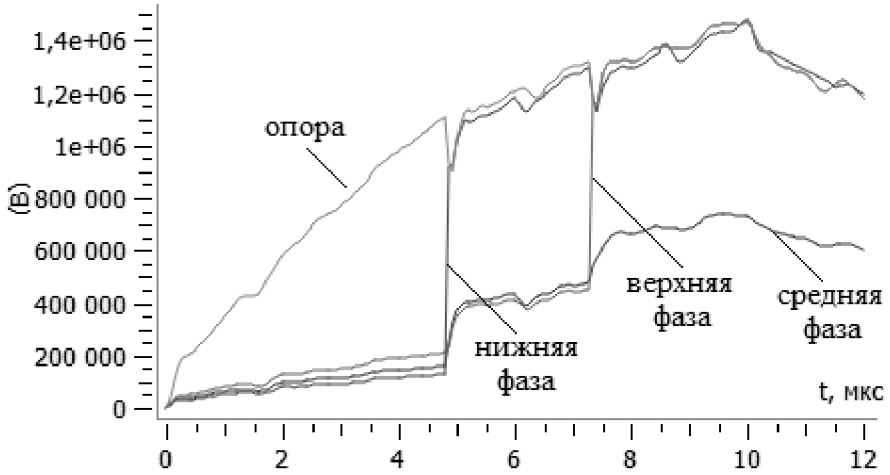


Рис. 4. Потенциалы проводов и опоры ВЛ при ударе молнии (ОПН во всех фазах через одну опору)

Результаты на рисунке 4 практически не отличается от результатов на рисунке 3 (без ОПН). Из этого следует, что ОПН на соседних опорах расположены слишком далеко (пролет 200 м для ВЛ 110 кВ) и практически не влияют на незащищенную опору.

Второе, установим ОПН в верхние и нижние фазы всех опор и выполним расчет (рис. 5).

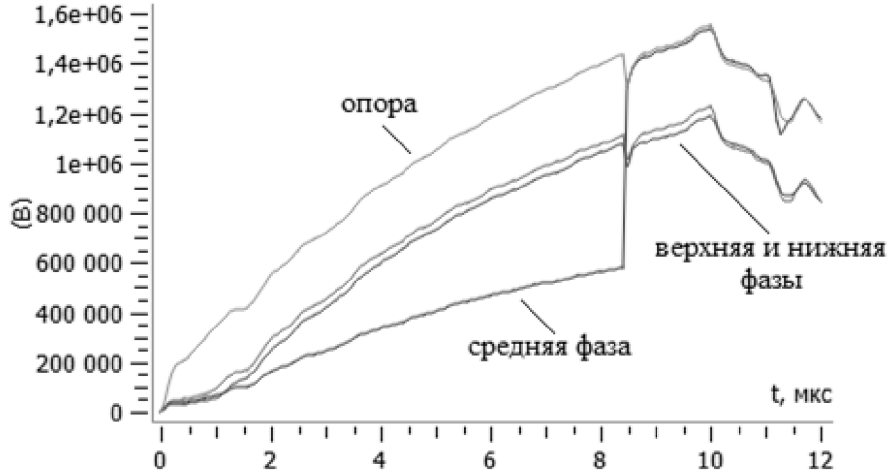


Рис. 5. Потенциалы проводов и опоры ВЛ при ударе молнии (ОПН в верхних и нижних фазах всех опор)

Верхняя и нижняя фаза не перекрываются, поскольку ОПН поддерживает постоянное напряжение между опорой и проводом (остающееся напряжение меняется от 250 кВ до 350 кВ в зависимости от тока). Средняя фаза (без ОПН) все равно перекрывается, однако она перекрывается близко к фронту волны тока (10 мкс). При меньших токах молнии и/или грунте с большей проводимостью эта фаза перекрыться не успеет.

Третье, установим ОПН во все фазы на всех опорах и выполним расчет (рис. 6).

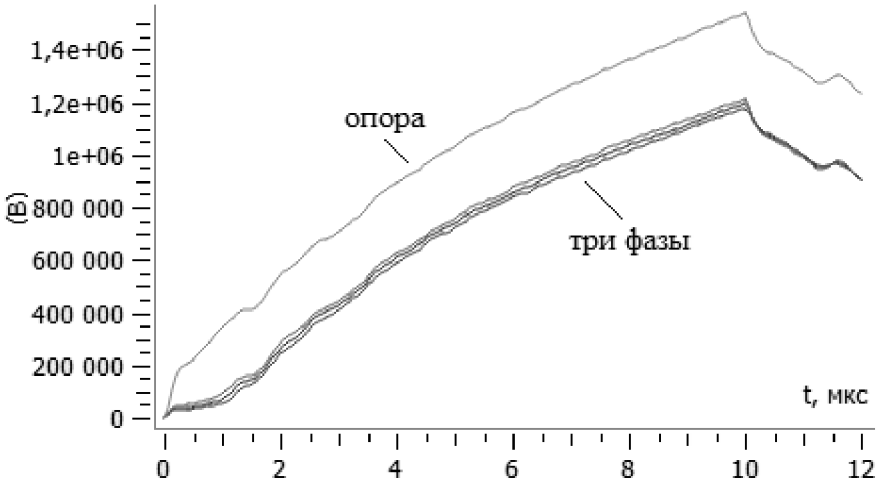


Рис. 6. Потенциалы проводов и опоры ВЛ при ударе молнии (ОПН во всех фазах всех опор)

В этом случае перекрытий изоляций не происходит. Данный способ защиты является универсальным для всех типов линий [2], поскольку он исключает короткие замыкания, вызванные перекрытиями изоляций опор.

Выводы. Выполнено моделирование грозовых перенапряжений в воздушной линии в программе ЗУМ. Установка ОПН во все фазы всех опор полностью защищает линию от перенапряжений, но не всегда бывает экономически целесообразна. ОПН, установленные во все фазы через одну опору, не защищают соседние опоры. Расположение ОПН в верхних и нижних фазах позволяет существенно снизить количество перекрытий изоляций за счет того, что средняя фаза реже всего перекрывается в линиях с молниезащитными тросами.

1. Шишигин, Д.С. Расчет заземления и молниезащиты в программе «ЗУМ»: учебное пособие / Д.С. Шишигин, С.Л. Шишигин. – Вологда: ВоГУ, 2018. – 79 с.

2. Дмитриев, М.В. Применение ОПН для защиты изоляции ВЛ 6-750 кВ / М.В. Дмитриев. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 92 с.

ВНЕДРЕНИЕ РЕКЛОУЗЕРОВ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

А.О. Комиссарихина
Научный руководитель ***А.Н. Алюнов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Повреждения воздушных линий электропередач случаются нередко, что подталкивает искать и разрабатывать новые способы и приборы управления для обеспечения надежности систем электроснабжения, и особенно надежность обеспечения потребителей электрической энергией.

Воздушные линии располагаются на большие расстояния, вследствие чего при повреждении на довольно продолжительное время потребители остаются без электрической энергии. Энергетическая компания несет убытки, а потребителям данная ситуация доставляет массу неудобств.

Для решения данной проблемы будет рассмотрен такой электрический аппарат, как реклоузер.

Итак, реклоузер − устройство автоматического управления и защиты воздушных линий электропередач, основой которого является вакуумный выключатель с управлением при помощи специализированного микропроцессора.

Рассмотрим возникновение короткого замыкания на линии. На рисунке 1 схематично представлено развитие последствий.

В первом случае на рисунке 1 (а) все будет происходить без учета реклоузера. На рисунке 1 (б) представим, что реклоузер расположен примерно в середине линии, а короткое замыкание произошло за ним.

Как итог, в первом случае, после того как АПВ обнаружило короткое замыкание на линии, она оказалась вся отключена. В случае установки реклоузера без напряжения останется только та часть, что находится за ним, часть линии до реклоузера будет получать питание.

Рис. 1. Развитие последствий

Следует определить наиболее оптимальное и эффективное расположение реклоузера на воздушной линии. Основными критериями для определения места установки будут количество отключенных потребителей, длительность их отключения, а также недоотпуск электроэнергии.

Для примера представим схематично две подстанции с потребителями на рисунке 2.

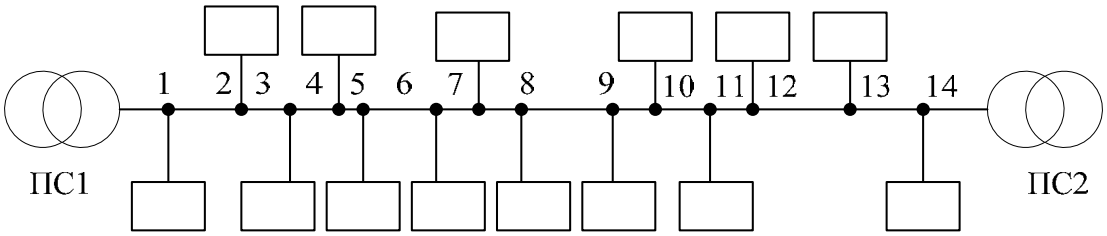


Рис. 2. Структурная схема для определения места установки реклоузера

Суммарный годовой недоотпуск электроэнергии рассчитаем по формуле 1.

$$\Delta W_{но} = 0{,}01 \cdot \omega_0 \cdot T \cdot L \cdot P_у \cdot \cos\varphi \cdot k_c, \text{ (кВт·ч/год)}, \quad (1)$$

где ω_0 – удельная частота повреждений ВЛ 10 кВ, 1/на 100 км год;

T – среднее время восстановления одного устойчивого повреждения, ч;

L – длина участка линии, м;

$P_у$ – установленная мощность трансформатора потребительской подстанции, кВА;

cosφ – коэффициент мощности;

k_c – коэффициент спроса.

Следует представлять, что наилучшим местом установки реклоузера считается то, при котором будут соблюдены следующие условия:

1) наименьшее количество потребителей из возможных будет отключено;

2) наибольшее количество потребителей из возможных останутся под напряжением;

3) недоотпуск электрической энергии будет являться минимальным.

Исходя из схемы на рисунке 2 и зная исходные данные, следует определить максимальный возможный недоотпуск электроэнергии при различных вариантах размещения реклоузера. После чего, выбрать вариант, при котором значение недоотпуска будет минимальным.

Соблюдая все условия, получаем, что для схемы на рисунке 2 наилучшим местом установки окажется участок 8-9, так как недоотпуск электроэнергии, на нем будет минимальным, как и время устранения нарушения на поврежденном участке. При такой установке наибольшее число потребителей из возможных останутся под напряжением.

Для введения реклоузера в работу следует рассмотреть представленные варианты у производителей.

В России основными фирмами – производителями реклоузеров можно считать компанию «Таврида Электрик», предприятие ООО «Мосэлектрощит»

и компанию ООО «ЭНЕРГИЯ». Для анализа характеристик при выборе данного аппарата сравним реклоузер у всех трех производителей. Результаты сведем в таблицу 1.

Таблица

Сравнительная характеристика реклоузеров

№ п/п	Производитель	Рабочая температура, °С	Ресурс по коммутационной стойкости	Срок службы, лет	Потребляемая мощность, ВА	Цена, тыс. руб.
1	«Таврида Электрик» Реклоузер вакуумный РВА/TEL-10-12,5/630	От -45 до +55	30000	25	100	от 750
2	ООО «МОСЭЛЕКТРО» Реклоузер К-123 С	От -60 До +40	30000	20	Не более 250 от внешней сети	от 400
3	ООО «Энергия» Пункт секционирования ПС-12,5/630-УХЛ1	От -40 до +60	50000	25	Не более 250 от внешней сети	от 500

Благодаря проведенным исследованиям, следует отметить, что зоны электропередачи можно увеличивать или уменьшать, изменяя место установки реклоузера относительно источника. Значение недоотпуска электроэнергии, а так же длительность ремонта поврежденного участка уменьшается из-за сокращения зоны поиска повреждения.

1. АО ПО «Таврида Электрик» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.tavrida.ru.

2. Гришин, Д. А. Экономическая эффективность применения вакуумных реклоузеров серии РВА/TEL [Электронный ресурс] / Д.А. Гришин, Т.М. Василькова // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. − Электрон. дан. − 2016. − № 85. − С. 141-147. − Режим доступа: https://e.lanbook.com/journal/issue/303224.

3. Жуков, В. В. Децентрализованная система релейной защиты и автоматики в протяженных распределительных сетях с рассредоточенной нагрузкой потребителей. Информационные материалы IV международного семинара по вопросам использования современных компьютерных технологий для АСУ электрических сетей. / В. В. Жуков, Б. К. Максимов и [др.] − Москва: «Издательство НЦ ЭНАС». − 2000.

4. Карнаушенко, А.Н. Вакуумный реклоузер серии РВА/TEL − средство повышения надежности ВЛ 6-10 кВ / А. Н. Карнаушенко // Электропанорама. − 2005. − № 10. − С. 74 – 75.

5. ООО «МОСЭЛЕКТРО» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://moselectro.ru.

6. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание: утв. Министерством энергетики Российской Федерации 08.07.2002. – Введ. 01.01.2003. – Москва: КНОРУС, 2010. – 488 с.

7. Хасанзянов, Б. Ф. О реклоузерах [Электронный ресурс] / Б. Ф. Хасанзянов // Молодой ученый. − 2014. − № 7. − С. 188-190. − Режим доступа: https://moluch.ru/archive/66/10970.

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ГОЛОЛЕДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

П.А. Коноплёв

Научный руководитель ***Н.Д. Поздеев****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В наше время цифровые технологии все больше и больше проникают во все сферы жизни человека. Широкое распространение цифровизация получает и в энергетике. Помимо масштабного внедрения цифровых подстанций (ЦПС) на различные классы напряжений, ПАО «Россети» ведет активную модернизацию электрических сетей. Происходит переход к цифровым активно-адаптивным сетям с системами автоматизации и управления. Одним из таких направлений инновационного развития сетей являются системы удаленного мониторинга и локализации мест гололедообразования и снегоналипания, а также борьба с ними [1].

Воздушные линии электропередачи (ВЛЭП) являются самым распространенным способом передачи электрической энергии от генерирующих станций к потребителю. В течение всего периода эксплуатации, воздушные линии электропередачи подвергаются различным климатическим нагрузкам. Одними из них являются изморозь, снег, лед и другие более сложные отложения. В последние десятилетия по всему миру, в том числе и в Российской Федерации, наблюдаются серьезные изменения климата. Глобальное потепление приводит к росту числа гололедных аварий, в том числе в регионах ранее не подверженных им. Условия, характерные для образования гололедно-изморозевых отложений (ГИО) приведены в таблице 1 [2].

Ледяные и снежные налипания в электрических сетях приводят к множеству различных аварий и убыткам энергетических компаний, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. В нашей стране такие аварии составляют порядка 25% от общего числа повреждений на воздушных линиях электропередачи, а их продолжительность около 40% продолжительности всех отключений [3]. Гололедно-изморозевые отложения на воздушных линиях в несколько раз увеличивают массу провод в пролетах. Например, провод марки АС–185/43 километровой длины имеет массу 846 кг; при толщине льда и сне-

га в 20 мм его суммарная масса увеличивается в 3,7 раз, при толщине в 40 мм в 9 раз. Это являются причиной обрыва проводов и грозозащитных тросов, повреждениям изолирующей подвески, поломкам траверс, стоек опор, каскадному повреждению опор и другим последствиям. Поэтому для обеспечения их надежной работы ВЛ необходимо обеспечивать различными устройствами защиты и мониторинга.

Таблица

Условия образования ГИО

Погодные условия	Виды гололедно-изморозевых отложений				
	Гололед	Зернистая изморозь	Кристаллическая изморозь	Мокрый снег	Сложные отложения
Атмосферные явления	Туман, морось, дождь	Туман, морось	Дымка, туман	Налипающий мокрый снег	Туман, морось, крупа, мокрый снег
Образование отложений наиболее вероятно					
Температура воздуха, °С	-2…0	-8…0	-16…12	-2…0	-4…0
Скорость ветра, м/с	2…4	1…8	0	0	2…4
Образование отложений возможно					
Температура воздуха, °С	-4…0	-20…0	-30…-5	-2…+1	-20…0
Скорость ветра, м/с	0..15	1…15	0…3	0…10	1…15

Предотвращение и предупреждение гололедно-ветровых аварий в сетях в первую очередь зависит от своевременного информирования оперативного персонала об условиях возникновения, появления и последующей динамике изменения состояния их составных элементов. До настоящего времени контроль за гололедно-ветровыми нагрузками и состоянием воздушных линий электропередачи ведется визуальным способом. Исходя из этого большая часть проведенных плавок снега и льда на ЛЭП проводятся несвоевременно, либо являются предупреждающими, что может приводит к порче элементов линий электроснабжения. Лишь небольшая часть мероприятий проводятся вовремя.

В настоящее время нашли развитие два основных направления обнаружения гололедных отложений:

1) прогнозирование вероятности возможного гололедообразования на проводах при помощи метрологических данный среды вокруг провода;

2) непосредственный контроль при помощи датчиков гололеда.

Достоверность методов первого направления определения мест отложения не очень высока, так как принимаются во внимание только те погодные условия, которые ведут к образованию налипшего снега на проводах. Следо-

вательно, полученные данные не могут конкретно указывать на необходимость о начале плавки гололедных и снежных отложений и количество ложных тревог может быть высоким.

Достоверность результатов второго направления значительно выше. Практическое применение нашли следующие методы: метод локационного зондирования проводов ВЛЭП и метод взвешивания проводов.

Локационный метод позволяет определить появление гололедных образований на проводах ЛЭП путем сравнения времени распространения отраженных сигналов или их амплитуд при наличии и при отсутствии гололедных отложений [3]. Важным преимуществом локационного способа обнаружения гололеда является то, что вся аппаратура располагается около начала или конца линии электропередачи в производственных помещениях подстанции и контролирует всю линию. Локационный метод обнаружения гололеда имеет следующие преимущества перед методом взвешивания проводов:

1) зондирующий импульсный сигнал одновременно выполняет функции датчика и носителя информации о гололедном отложении на проводе;

2) обеспечивается контроль всей линии, а не только одного пролета;

3) при монтаже устройства не требуется вмешательства в конструкцию линии;

4) отсутствует угроза вандализма, т.к. локационное устройство располагается на подстанции;

5) ввод в действие аппаратуры локационного зондирования занимает несколько минут, если ЛЭП имеет высокочастотную обработку;

6) имеется возможность периодического контроля с помощью коммутатора одним локационным устройством всех линий, отходящих с подстанции.

Сигналы локационного зондирования не влияют на работу аппаратуры релейной защиты, противоаварийной автоматики, телемеханики и связи. Данные о повреждениях и гололедных отложениях могут передаваться через GSM канал на рабочее место диспетчера без ограничения расстояния, обеспечивая наблюдение за динамикой гололедообразования на проводах ЛЭП.

Недостатком локационного метода является невозможность отличить наличие небольшого по толщине гололедного образования на большой длине воздушной линии от опасной концентрации льда в отдельных пролетах. В этом случае применятся метод разбиения ВЛ на отдельные локационные участки.

Метод взвешивания проводов (гравитационный) основан на взвешивании провода одного или нескольких пролетов ЛЭП. Величина натяжения провода определяется нагрузками от гололеда и ветра, а также температурой окружающей среды. Измеренные параметры сравниваются с пороговым величинами. Главными достоинствами являются: возможность определения веса отложений в пролете, что ведет к сокращению числа необоснованных выездов бригад, снижению затрат на эксплуатацию ЛЭП, так как данные посты контроля имеют относительно низкую стоимость. Важным недостатком является то, что один пост контроля может контролировать показания только в одном

пролете ВЛЭП. Для получения расширенных данных о гололедной ситуации на линиях электропередачи необходимо устанавливать посты контроля в нескольких местах протяженной линии.

Таким образом, можно утверждать, что методы прогнозирования является самыми ненадежными и могут применяться только для примерной оценки возможного процесса образования гололеда. Локационный метод позволяет контролировать всю линию электропередачи в том случае, если ее провода находятся в одинаковых метеорологических условиях. Метод взвешивания проводов получил наибольшее распространение. Но он позволяет контролировать гололедные образования только в пролете линии, который является характерным для всей ВЛ. Если гололед образуется на других участках линии, то он не будет обнаружен.

В настоящее время метод взвешивания проводов широко применяется и в проектах воздушных ЛЭП, например, в «МРСК Волги» (ВЛ 110 кВ Саратовская ТЭЦ-2 – Западная), а также в АО «Тюменьэнерго» (ВЛ 110 кВ Соровская) и других. Конструктивная схема поста контроля представлена на рисунке.

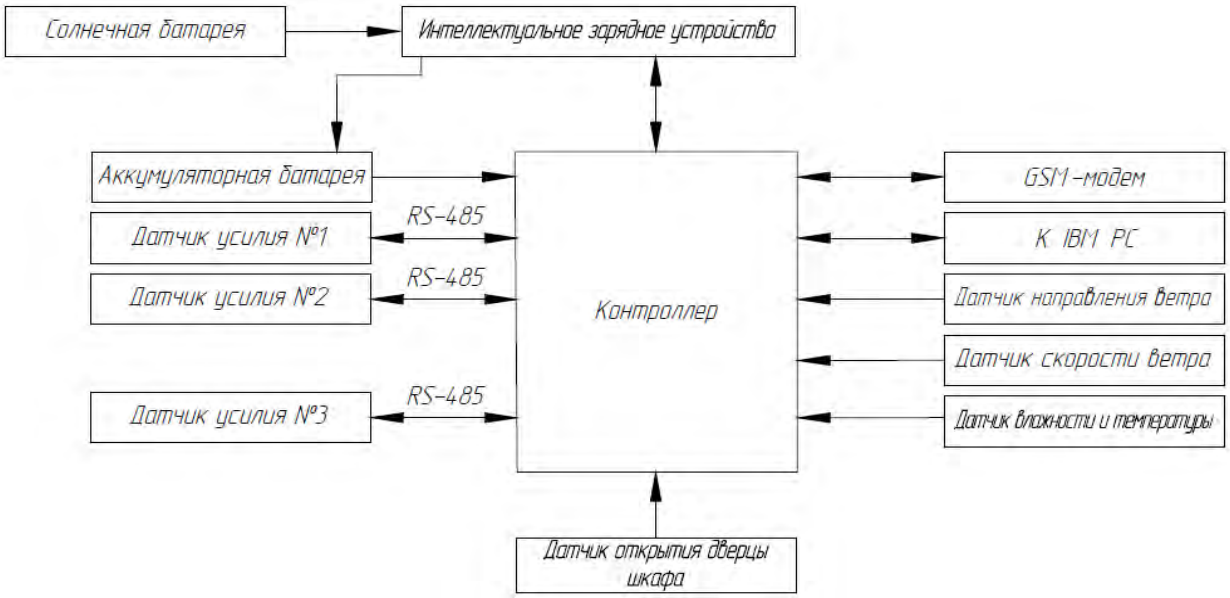


Рис. Конструктивная схема поста контроля

Для нашего региона, до недавнего времени, проблема гололедообразования на линиях электропередачи не являлась столь актуальной, как на юге или в некоторых других районах страны. Главной задачей сетевой компании в области является борьба с налипанием снега на проводах. Мониторинг и ликвидация отложений на линиях ведется по-старинке – с помощью выезда ремонтных бригад и визуальной оценки ситуации. Из-за значительной протяженности ЛЭП распределительных сетей эффективность такой борьбы с налипанием снега является достаточно низкой и часто заканчивается ремонтом уже поврежденных ВЛ. Кроме этого изменения климата, связанные с глобальным потеплением, приводят к интенсификации процессов гололедообразования на

проводах ЛЭП. Поэтому обнаружение и предупреждение всех этих процессов является актуальной и значимой задачей для надежного электроснабжения всех потребителей Вологодской области.

Решение этой задачи видится в разработке комплексных методов обнаружения гололедных и снеговых отложений, позволяющие устранить недостатки традиционно применяемых методов: локационного и гравитационного, что и является целью дальнейших исследований.

1. Официальный сайт ПАО «Россети» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rosseti.ru

2. Методические указания по применению устройств от налипания снега на проводах ВЛ 10-220 кВ РД 34.20 586-91. – Москва: СПО ОРГРЭС 1993.

3. Минуллин, Р. Г. Обнаружение гололедных образований на линиях электропередачи локационным зондированием / Р. Г. Минуллин, Д. Ф. Губаев. – К.: КГЭУ, 2010. – 208 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЗАМЕНЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ МАРКИ ТМ НА ТМГСУ

А.К. Мелентьев

Научный руководитель ***А.Н. Алюнов****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Трансформатором называется электрическое устройство, которое передает электроэнергию от одного контура на другой с помощью магнитной индукции. Трансформаторы стали наиболее применяемыми электрическими устройствами, применяющимися в быту и промышленности. Эти устройства используются для повышения или понижения напряжения.

Преобразование энергии в трансформаторе осуществляется переменным магнитным полем. Трансформатор представляет собой сердечник из тонких стальных изолированных одна от другой пластин, на котором помещаются две, а иногда и больше обмоток из изолированного провода. Обмотка, к которой присоединяется источник электрической энергии переменного тока, называется первичной обмоткой, остальные обмотки – вторичными.

В данной статье будет рассмотрен вопрос, затрагивающий проблему замены трансформаторов одной марки на другую, а именно, ТМ (трансформатор трехфазный с масляным охлаждением) на ТМГСУ (трансформатор с масляным охлаждением, герметичный, с симметрирующим устройством).

Целью замены является снижение потерь электроэнергии при ее транспортировке, повышение надежности работы оборудования, снижение рисков возникновения аварийной ситуации.

Конструктивно данные марки отличаются тем, что ТМ не является герметичным. Со временем трансформаторное масло может впитывать влагу и воздух из окружающей среды, теряя при этом свои свойства. По этой причине для трансформаторов ТМ предусматривается регулярная замена трансформаторного масла, что, учитывая его объем (до 300-400 литров), является непростой процедурой и может проводиться только специалистами. Это является одним из минусов по сравнению с трансформаторами марки ТМГСУ [1].

Также ТМГСУ имеют существенное преимущество перед ТМ благодаря наличию симметрирующего устройства (СУ). Оно представляет собой дополнительную индукционную катушку, которая расположена на обмотках. СУ значительно улучшает синусоидальность формы кривой изменения напряжения при наличии нелинейных нагрузок, что необходимо при питании чувствительных приборов таких, как ЭВМ, аппаратура автоматики, снимает повышенный шум трансформаторов при неравномерной нагрузке по фазам, что важно если трансформаторная подстанция установлена в жилом здании, понижает напряжение короткого замыкания до допустимого значения.

К преимуществам ТМ относят срок службы. По сравнению с ТМГСУ, он в 1,5–2 раза может его превышать.

Рассмотрим технические характеристики данных марок трансформаторов. Для сравнения возьмём 2 трансформатора с одинаковой номинальной мощностью – 63 кВ·А. Сравнительные характеристики сведем в таблицу.

Таблица

Сравнительная характеристика трансформаторов

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВ·А	Потери, кВт		Габаритные размеры, мм			Масса, кг	
		х.х.	к.з.	L	B	H	масла	полная
ТМ	63	0,2	1,3	1050	560	1195	100	410
ТМГСУ	63	0,22	1,28	950	730	1020	125	420

Как видим из таблицы, технические характеристики не сильно отличаются друг от друга [2].

Для детального сравнения трансформаторов на предмет повышения качества электроэнергии при замене ТМ на ТМГСУ рассмотрим их посредством использования показателей качества электроэнергии (ПКЭ), описанных в ГОСТ 32144-2013 [3].

1. Установившееся отклонение напряжения.

Отклонение напряжения ухудшает работу электрических приборов: телевизоров, мониторов, компьютеров, устройств автоматики. Также при скачках напряжения происходит понижение качества изоляции, что приводит к коротким замыканиям. Трансформаторы марки ТМГСУ, посредством симметрирующего устройства, снижают скачки напряжения в сети с нелинейными нагрузками.

2. Размах изменения напряжения.

Так как в уже рассмотренном пункте 1 было выяснено, что симметрирующее устройство не дает появляться скачкам напряжения, то и амплитудное значение напряжения не будет превышать нормативных значений.

3. Доза колебаний напряжения.

Также называется дозой фликера. Это мера восприимчивости человека к воздействию колебаний светового потока, вызванных колебаниями напряжения в питающей сети, за установленный промежуток времени. Так как доза колебаний по своей сути зависит от размаха напряжения, то и этот показатель у трансформатора ТМГСУ будет в норме.

4. Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения.

Известно, что отклонение данного показателя может привести к нагреву элементов сети, к росту потерь мощности, вызову ложной работы релейной защиты, создают погрешность при учете электроэнергии.

Согласно данным от ВологдаОблЭнерго, при замене трансформаторов ТМ на ТМГСУ было значительное: коэффициент несинусоидальности был меньше 5%, в то время, когда при использовании трансформатора ТМ он был в пределах от 8 до 10% в нормальном режиме.

5. Коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения нечетного (четного) порядка.

Так как содержание высших гармоник находится в пределах нормы, то данный показатель так же будет в норме (при использовании ТМГСУ).

6. Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности.

Несимметрия напряжений характеризуется данным коэффициентом, поэтому для однофазной сети данный показатель будет в норме, в других же случаях несимметрия возникать не будет.

7. Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности.

Как и в предыдущем пункте, этот показатель будет в пределах нормативных значений.

8. Отклонение частоты.

Благодаря симметрирующему устройству отклонения частоты будут очень незначительными, так как оно сводит скачки напряжения к минимуму.

9. Длительность провала напряжения.

В связи с наличием СУ, если и будет провал напряжения, то не критичный, и его длительность будет в пределах нормы.

10. Импульсное напряжение.

Импульсное напряжение – это резкое изменение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня, но известно, что СУ сокращает скачки напряжения. Именно поэтому рекомендуется применение трансформаторов ТМГСУ для безопасного использования чувствительных приборов.

11. Коэффициент временного перенапряжения.

См. пункт 10.

Рассмотрев преимущества и недостатки двух марок трансформаторов, как в отдельности, так и сравнив их по различным показателям, можно сделать вывод о целесообразности замены ТМ на ТМГСУ. Это обусловлено повышением качества электроэнергии при использовании последнего. Замена позволит сохранить оборудование, которое сильно зависит от повышения напряжения в сети.

1. Все трансформаторы [Электронный ресурс]: офиц. сайт. − Режим доступа: https://vsetmg.ru/files/descriptions/masl-09.pdf.
2. «ОПТИМАСОЮЗ» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. − Режим доступа: https://optima-metz.ru.
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 01.07.2014. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2013. – 19 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

П.А. Мороз
Научный руководитель ***А.Н. Алюнов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Электробезопасность систем электроснабжения – это всегда актуальное направление, требующее научных исследований. Обеспечить электробезопасность – это первостепенная задача при разработке проектов в сфере электроэнергетики, имеющая приоритет над экономическими и технологическими возможностями оснащения электроэнергетических систем.

Согласно информации о несчастных случаях, на основе данных предоставленных организацией ПАО «Россети» (крупнейшая в России и мире энергетическая компания, обеспечивающая передачу и распределение электроэнергии) мною была составлена печальная статистика. В настоящее время Россия находится в числе аутсайдеров по количеству электропоражений со смертельным исходом на 1 млн. населения в год. В среднем электротравмы составляют 2% от общего числа травм, 12... 13% – смертельные электротравмы от общего числа смертельных случаев. Принято исчислять электротравматизм в расчете на 1 млн. жителей . В России этот показатель составляет 8,8 смертельных электротравм на 1 млн. жителей страны в год (в передовых промышленно развитых странах – не более 2) [1, 2].

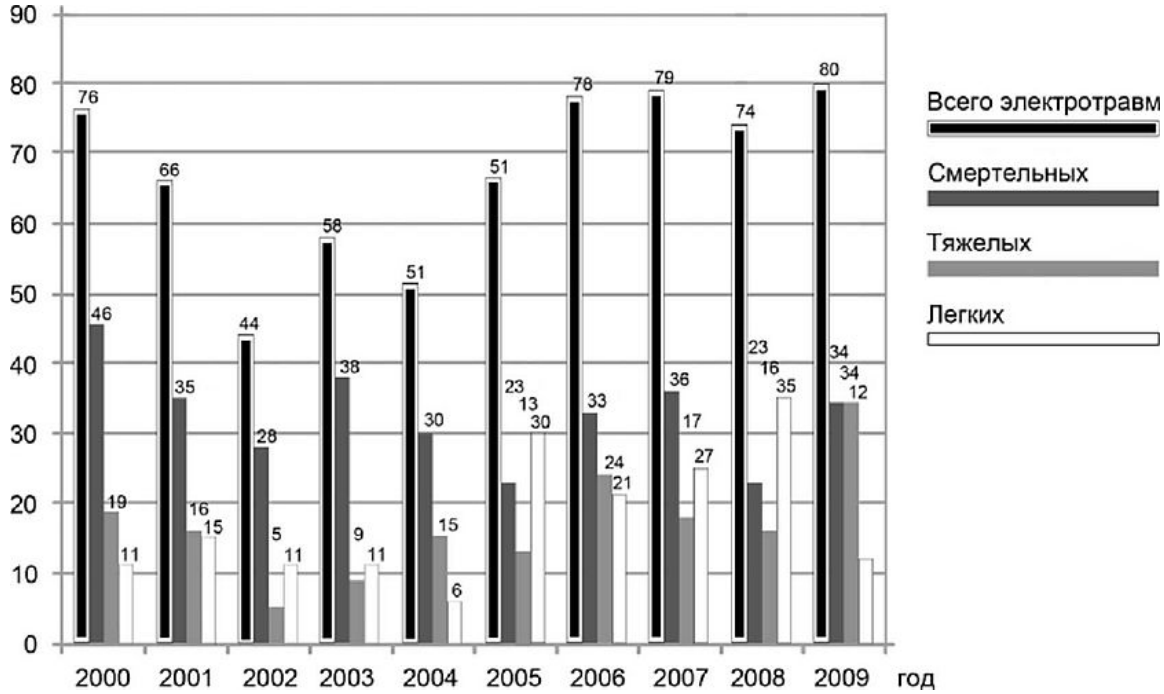


Рис. 1. Статистика электротравматизма в РФ, 2000–2009 гг.

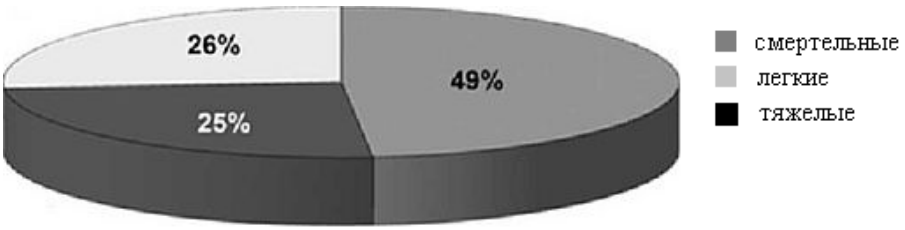


Рис. 2. Статистика электротравматизма 2000–2010 гг.

В последние годы наблюдается снижение количества погибших в результате электротравм с одновременным увеличением долей случаев с легкими и тяжелыми последствиями после воздействия тока на организм человека

В 2018 году в ДЗО ПАО «Россети» произошло 33 случая производственного травматизма, в результате которых пострадало 37 работников, из которых 13 работников со смертельным исходом, 14 работников получили травмы тяжелой степени и 10 работников получили травмы легкой степени тяжести. В сравнении с 2017 годом в 2018 году произошло снижение количества несчастных случаев на 5,7% (с 35 до 33), снижение числа пострадавших на 2,6% (с 38 до 37), снижение числа пострадавших со смертельным исходом на 31,6% (с 19 до 13). Существенно снижено в 2018 году в сравнении с 2017 годом число пострадавших в результате поражения электрическим током (электротравматизм) на 35% (с 20 до 13) и число пострадавших со смертельным исходом в результате поражения электрическим током на 42,9% (с 14 до 8).

Отмечен рост производственного травматизма в 2019 году в сравнении с 2018 годом.

Рис. 3. Число пострадавших работников по происшествиям за первый квартал 2019 г.

В I квартале 2019 года в ДЗО ПАО «Россети» произошло 10 случаев производственного травматизма, в результате которых пострадало 10 работников, в том числе 5 работников погибло, 1 работник получил травмы тяжелой степени и 4 работника получили травмы легкой степени тяжести.

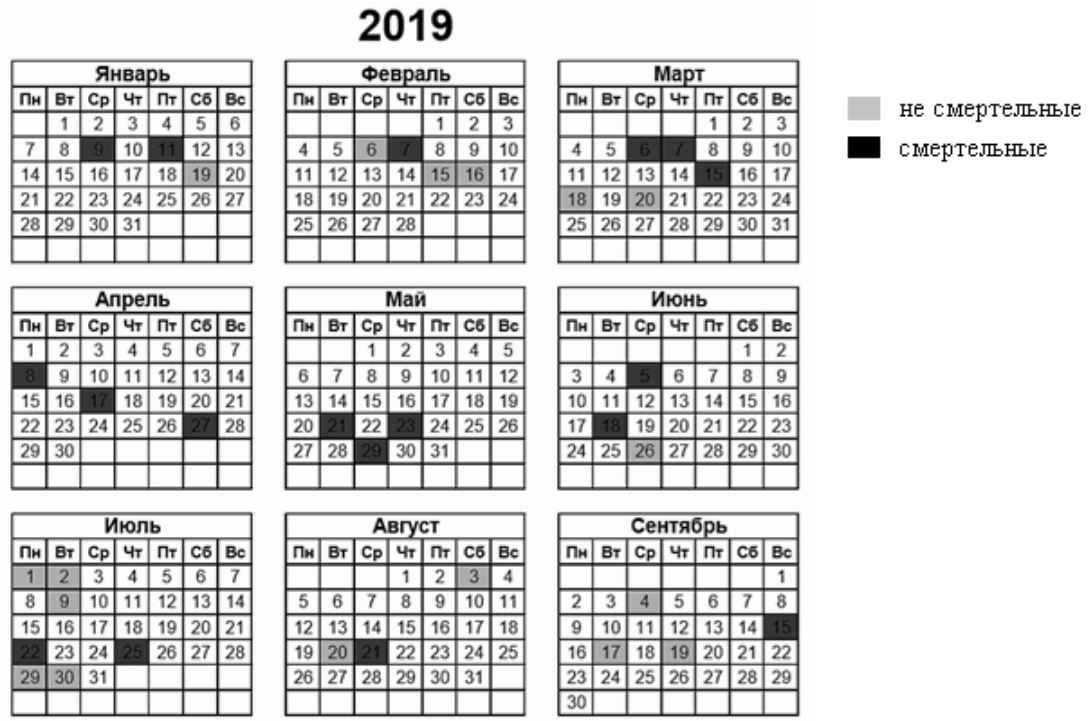


Рис. 4. Количество НС за три квартала 2019 г.

Как видно из статистики, уровень электробезопасности в России требует качественного и количественного улучшения. Существует два направления совершенствования электробезопасности систем электроснабжения: техническое и организационное [3].

Техническим способом является повышение уровня электробезопасности технических компонентов системы электроснабжения путем дополнительных модификаций их конструкции или замены на другие элементы.

Основные технические средства защиты представлены в таблице.

Таблица

Основные технические средства защиты

Защита от прямого прикосновения	Защита при прямом прикосновении	Защита при косвенном прикосновении
Основная изоляция	Защитное отключение	Заземление
Устройства блокираторы и сигнализаторы	Применение СНН	Автоматическое отключение
Установка барьеров	шунтирование	Уравнивание потенциалов
Электрозащитные средства	Защитное разделение цепей	Защитное разделение цепей
Ограждения и оболочки	Выравнивание потенциалов	Двойная изоляция

К организационным мероприятиям по повышению уровня электробезопасности относится:

1. Подбор квалифицированного персонала.
2. Проведение своевременных инструктажей по технике безопасности.
3. Проработка несчастных случаев.
4. Обновление методической документации.
5. Проведение целевых инструктажей.
6. Назначение квалифицированных ответственных лиц.
7. Ведение журналов ежедневного контроля.
8. Осмотры, измерения и испытания электрооборудования.

Согласно проведенному анализу состояния мер по электробезопасности, существующих на настоящий момент на объектах, находящихся под надзором и обслуживанием ПАО «Россети» рекомендую внести следующие усовершенствования в системы электробезопасности, допустимые к использованию согласно нормативным документам: ГОСТ IEC 61140-2012 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования», ГОСТ Р МЭК 61140-2000 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи»:

1. Установить устройства - блокираторы доступа, работающие по типу «ключа Гинодмана», на дверки ячеек КРУН старого образца, не оборудованных замком к защитной решетке.

2. Установить сигнализаторы наличия напряжения, постоянно производящие звуковой сигнал и цветовую индикацию, находясь под напряжением, в местах ячеек КРУН, шкафов управления, шкафов приводов выключателей находящихся в опасных и часто используемых участках системы электроснабжения.

3. Увеличить объём обеспечения работников обслуживающего персонала защитными средствами.

4. Провести проработку со всем производственным персоналом обзора несчастных случаев.

5. Усилить акцентирование внимания на опасных факторах, присущих конкретной работе в целевом инструктаже.

6. Проводить еженедельные опросы по технике безопасности.

7. Обновить устаревшую методическую документацию.

8. Участить процедуры осмотров и испытаний оборудования.

1. Статистика электротравматизма [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: https://studref.com/339545/tehnika/statistika_elektrotravmatizma (22.10.2019).

2. Электротравматизм в российской энергетике (2000–2009 гг.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.elec.ru/analytics/elektrotravmatizm-v-rossijskoj-energetike-20002009/ (23.10.2019).

3. Защита от поражения электрическим током [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://lesoprodukt12.ru/drugoe/zashhita-ot-porazheniya-elektricheskim-tokom.html (24.10.2019).

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ

А.М. Мусина

Научный руководитель ***Е.И. Грачева****, д-р техн. наук, доцент*

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань

Некоторые виды низковольтных коммутационных аппаратов, несмотря на кажущуюся простоту [10], представляют собой весьма сложную техническую систему, главным требованием к которой является нормальное функционирование в соответствии с конкретным назначением [8, 12]. Общее положение, определяющее функциональную пригодность аппарата, предполагает удовлетворение в процессе его эксплуатации заранее установленных и совершенно определенных критериальных требований [9, 11], причем по содержанию и жесткости они могут сильно различаться в зависимости от типа аппарата, режимов и условий его эксплуатации. Так, в работах [13, 14] впервые представлен анализ эксплуатационных характеристик низковольтных аппаратов отечественных и зарубежных производителей.

Например, характерной особенностью автоматических выключателей является возможность длительного нахождения их контактов в замкнутом состоянии, к тому же в условиях действия агрессивных сред, влаги, повышенной температуры и т.д. А это обусловливает жесткие требования к стабильности и уровню переходного сопротивления контактных соединений. Для контакторов эти требования могут быть смягчены, поскольку при частой оперативной

коммутации тока возможно периодическое обновление контактных поверхностей [6, 7]. Но в том и другом случае необходимо наличие информации о значении сопротивлений контактных соединений, поскольку из-за большой протяженности и разветвленности заводских сетей низкого напряжения с множеством последовательных узлов с контактными соединениями, доля сопротивлений последних в общем эквивалентном сопротивлении заводской сети достаточно высока. Поэтому при определении потерь ЭЭ в заводских сетях напряжением до 1000 В следует учитывать сопротивление контактной системы коммутационных аппаратов, что впервые обосновано в исследованиях [1–3]. Мощность, потребляемая собственно аппаратом при его функционировании и рассеиваемая в нем, должна быть минимальной [4].

Результаты экспериментальных исследований низковольтных коммутационных аппаратов, применяемых в цеховых сетях промышленного электроснабжения, впервые представленные в работе [5], показали, что по конструктивным особенностям аппараты можно разделить на следующие 3 группы:

– аппараты, имеющие кроме силовых контактов в силовой цепи добавочные элементы (датчики тепловых реле, катушки максимальных реле), такие как: автоматические выключатели, магнитные пускатели, контакторы;

– аппараты, имеющие относительно большое сопротивление силовой цепи, такие как предохранители;

– аппараты, имеющие только переходное сопротивление контактов, такие как рубильники, пакетные выключатели.

1. Вешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Вешелев, Ф.Г. Гурвич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Статистика, 1980. – 263 с.

2. Волобринский, С.Д. Электрические нагрузки промышленных предприятий / С.Д. Волобринский, Г.М. Каялов, Д.М. Клейн и др. – Ленинград: Энергия, 1970. – 264 с.

3. Грачева, Е.И. Вероятностное прогнозирование изменения сопротивления изоляции кабелей и проводов линий цеховых сетей / Е.И. Грачева, М.Н. Золотарская // Проблемы энергетики. – 2008. – № 5–6. – С. 63–67.

4. Грачева, Е.И. Оптимизационные задачи электроэнергетики: учеб. пособие / Е.И. Грачева, А.Р. Сафин. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010. – 120 с.

5. Грачева, Е.И. Применение R-оптимальных планов для исследования функциональных параметров систем электроснабжения промышленных предприятий / Е.И. Грачева, Р.Г. Идиятуллин // Повышение эффективности электрического хозяйства потребителей в условиях ресурсных ограничений: Материалы докл. науч.-техн. конф. / под общ. ред. Б.И. Кудрина и Ю.В. Матюниной. – Москва: МЭИ, 2009. – С. 146–154.

6. Грачева, Е.И. Оценка величины потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В / Е.И. Грачева, О.В. Наумов // Проблемы энергетики. – 2003. – № 1–2. – С. 108–117.

7. Дзербицкии, С. Испытания электрических аппаратов / С. Дзербицкии. – Москва: Энергия, 1977. – 204 с.

8. Мукосеев, Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий / Ю.Л. Мукосеев. – Москва: Энергия, 1973. – 258 с.

9. Орлов, В.С. Снижение электропотребления путем регулирования напряжения / В.С. Орлов // Промышленная энергетика. – 1991. – № 4. – С. 42–44.

10. Таев, И.С. Электрические аппараты / И.С. Таев. – Москва: Энергия, 1977. – 277 с.

11. Холодный, С.Д. Методы испытаний и диагностики кабелей и проводов / С.Д. Холодный. – Москва: Энергоатомиздат, 1991. – 200 с. с ил.

12. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink / И.В. Черных. – М.: ДМК Пресс; Санкт-Петербург.: Питер, 2008. – 288 с.

13. Чунихин, А.А. Электрические аппараты: Общий курс: учебник для вузов / А.А. Чунихин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.

14. Шагидуллина, А.В. Анализ параметров надежности автоматических выключателей российских и зарубежных производителей / А.В. Шагидуллина, Е.И. Грачева // Актуальные вопросы современной техники и технологии, 2 октября, 2010. – С. 214–218.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

М.А. Некипелова

Научный руководитель ***В.Н. Бакаев****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Электроэнергетика, как одна из ведущих отраслей мировой экономики, с каждым годом продолжает развиваться. При эксплуатации сложных систем приходится сталкиваться с проблемами, для решения которых не пригодны традиционные методы. Создаются интеллектуальные системы, которые могут подстраиваться под различные изменения состояния данного объекта. В последнее время решение технических задач происходит с помощью методов искусственного интеллекта. Одним из таких методов является метод нечеткой логики.

Понятие нечеткая логика было введено в 1965 году Лотфи Заде, профессором информатики Калифорнийского Университета в Беркли. С помощью нечеткой логики стало возможным определять значения, которые имеют неполную и нечеткую информацию.

Экспериментально известно, что управление с использованием нечеткой логики дает лучшие результаты, по сравнению с классическими методами управления.

Все системы с нечеткой логикой работают на основе следующего принципа:

1) сначала показания измерительных приборов фаззифицируются, т.е. преобразуются в нечеткие величины;

2) затем обрабатываются, т.е. создаются правила вывода;

3) на последнем этапе показания дефаззифицируются, т.е. осуществляется переход от нечетких значений величин к определенным физическим параметрам. Функциональная схема системы с нечеткой логикой представлена на рисунке 1.

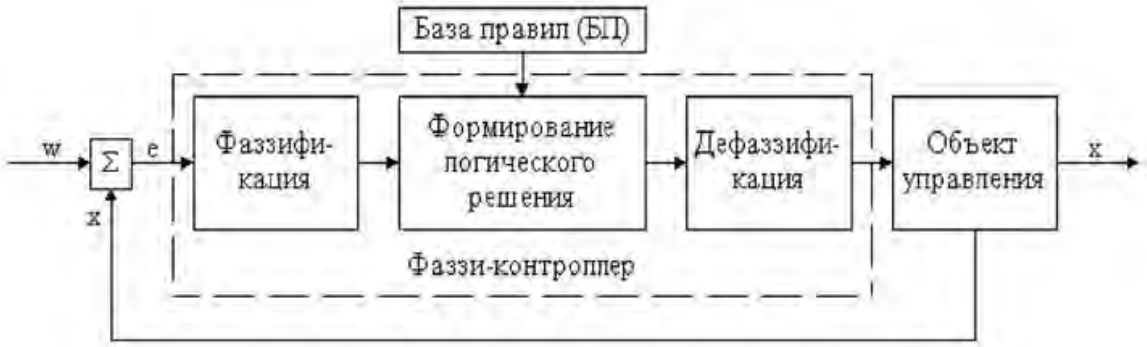


Рис. 1. Функциональная схема системы с нечеткой логикой

Преимущества нечеткой логики:

1) возможность использовать нечеткие входные данные: например, данные, которые изменяются во времени;

2) сокращается объем производимых вычислений;

3) нечеткая формализация критериев оценки и сравнения: например, использование таких понятий, как «возможно», «большинство», «в основном»;

4) проведение качественных оценок как входных данных, так и выходных результатов, т.е. пользоваться не только значениями данных, но и их степенью достоверности.

К недостаткам нечеткой логики относится:

1) пониженная точность вычислений;

2) увеличение входных данных увеличивает сложность вычислений экспоненциально;

3) отсутствие стандартной методики расчета.

На основе нечеткой логики разработаны сети Smart Grid или «умные сети» – это активно-адаптивные сети, сочетающие информационные технологии и средства коммуникации, а также комплексные инструменты контроля и мониторинга. Интеллектуальные сети позволяют сбытовым и коммунальным компаниям предоставлять населению энергию более высокого качества.

В данных сетях релейная защита соединяется с функциями информационно-измерительной системы, и в качестве технических средств здесь предла-

гается использование микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ).

На сегодняшний день в технической литературе обсуждаются вопросы о разработке многомерной релейной защиты, защиты с искусственным интеллектом.

Системы управления различных электрических устройств также стали использовать в своей основе нечеткую логику. Например, разработаны системы управления синхронных генераторов, асинхронных и синхронных двигателей. Эти электрические машины имеют в своем составе «нечеткие регуляторы», которые улучшают КПД и способствуют появлению более гибкой системы управления машиной.

В Европейских странах активно развивается технология FACTS. Ее основная задача – это повышение эффективности управления потоками мощности, регулирования напряжения, обеспечения статической или динамической устойчивости. Управление различных устройств FACTS построено на принципах нечеткой логики.

Также разрабатываются пакеты программ для построения нечетких экспертных систем. Наиболее популярным является пакет CubiCalc. Этот пакет представляет собой экспертную систему, в которой пользователь задает набор правил типа «если – то». Вводимые правила имеют вид «если X принадлежит A, то Y принадлежит B», где A и B – нечеткие множества, которые практически невозможно задать точным значением, но сравнительно легко отобразить функцией распределения. Аппарат нечеткой логики, заложенный в CubiCalc, дает возможность впоследствии пользоваться этими понятиями как точными и строить на их основе целые логические системы.

У пакета CubiCalc есть своя учебная версия, которая называется CubiQuick.

Также был создан пакет FuziCalc, который представляет собой электронную таблицу, позволяющую работать как с точными, так и с нечеткими величинами.

Таким образом, нечеткая логика, появившаяся сравнительно не давно, уже успела завоевать популярность. Она помогает найти решение с нечеткой информацией, когда классические методы не могут с этим справиться. Разработки на основе нечеткой логики помогают повысить качество управления при уменьшении ресурсо- и энергозатрат, регулировать напряжение в электроэнергетических системах, обеспечивать статическую или динамическую устойчивость, создавать целые логические системы.

1. Бакаев, В.Н. Моделирование систем: учебное пособие / В.Н. Бакаев. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 159 с.

2. А.И. Масалович. Этот нечеткий, нечеткий, нечеткий мир // PC Week/RE. 1995. – N.16. – 5 с.

3. Что такое нечеткая логика (fuzzy logic): принцип работы, примеры, применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://digitrode.ru/articles/ 1242-chto-takoe-nechetkaya-logika-fuzzy-logic-princip-raboty-primery-primenenie.html.

4. Алюнов, А.Н. Онлайн Электрик: Онлайн расчеты электрических систем / А.Н. Алюнов. – Режим доступа: https://online-electric.ru.

5. Жмак, Е.И. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах на основе нечеткой логики: автореф… дис. канд. техн. наук: 05.14.02 / Жмах Егор Иванович. – Нск., 2004. – 20 с.

ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ И МЕТОДЫ ИХ ДИАГНОСТИКИ

Д.В. Николаев

Научный руководитель ***М.Г. Баширов****, д-р техн. наук, профессор*

Уфимский государственный нефтяной технический университет

г. Салават

Перед тем, как приступить к анализу методов диагностики насосного оборудования, используемого в современной промышленности практически повсеместно, необходимо дать определение устройству под названием насос.

Насос – это гидравлическая машина, преобразующая механическую энергию приводного двигателя в энергию потока жидкости, служащая для перемещения и создания напора жидкостей всех видов, механической смеси жидкости с твёрдыми и коллоидными веществами или сжиженных газов.

Одной из наиболее распространенных гидромашин, ввиду своей простоты и надежности, является центробежный насос. Это такая разновидность насосов, в которых движение жидкости и необходимый напор создаются за счёт центробежной силы, возникающей при воздействии лопастей рабочего колеса на жидкость.

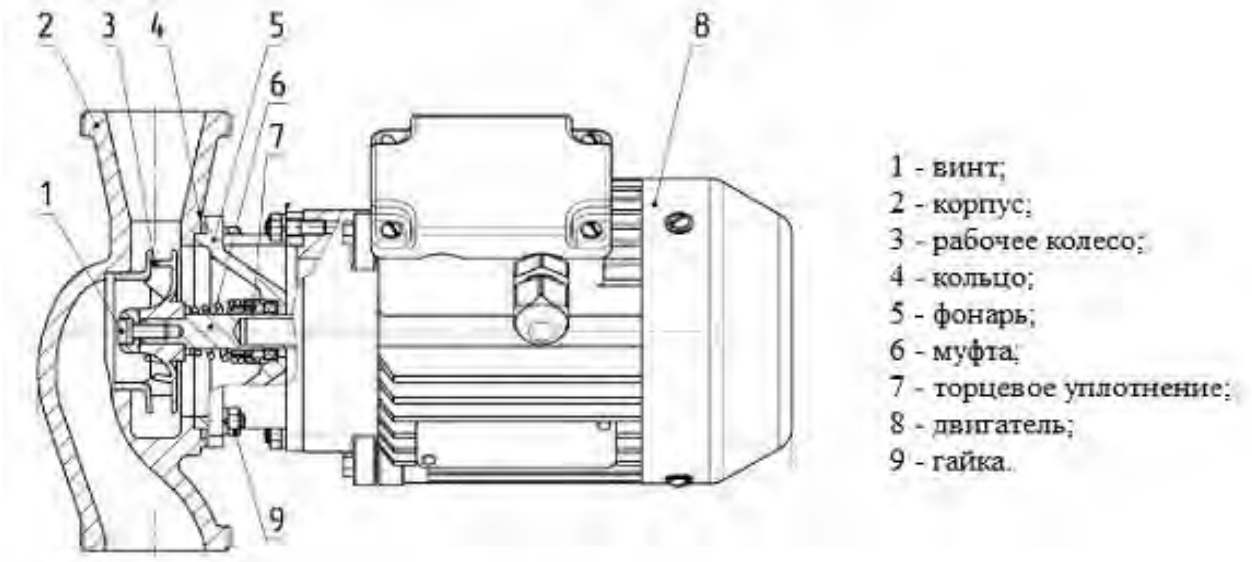


Рис. 1. Устройство циркуляционного насоса с мокрым ротором

На рисунке представлена схема одного из наиболее распространенного гидравлического агрегата – циркуляционного насоса с мокрым ротором. Данный тип насосов достаточно часто используется в таких системах, где протяженность трубопроводов не очень велика, например, отопление частных домов. На роторе насоса жестко закреплена крыльчатка. Вращение ротора создает движение потока теплоносителя. Также эта жидкость, внутри которой вращается ротор, охлаждает и смазывает механизм.

Несмотря на всю технологичность производства и условия эксплуатации деталей, узлов и агрегатов, они все равно подвержены поломкам по самым разнообразным причинам. Зачастую причинами, по которым насосное оборудование может выйти из строя или снизить свою рабочую эффективность, являются необратимые повреждения деталей, узлов и механизмов, входящих в состав оборудования. Эти повреждения имеют свойство накапливаться вследст-вие того, что насос работает и детали, входящие в его состав, взаимодействуют между собой. Эти повреждения подразделяются на физические и физико-химические.

К физическим относятся:

– Усталость материала – процесс накопления микроповреждений, которые в конечном счете приводят к разрушению;

– Изнашивание – отделение материала от подложки, представляющую собой твердое тело, а также накопление и сохранение остаточной деформации, которое проявляется в изменении размеров и/или форме тела;

Повреждения, относящиеся к физико-химическому типу:

– Коррозия (Также этот процесс называют ржавление) – это разрушение материала, которое происходит самопроизвольно ввиду взаимодействия с окружающей средой;

– Эрозия – процесс, характеризующийся полным, сквозным разрушением материала;

– Адсорбция – процесс поглощения поверхностным слоем различных веществ, газов или паров из окружающей его среды.

Как известно, условия, при которых достигается наибольшее время безаварийной работы насоса, зависят не только от правильного подбора необходимого агрегата по критериям нагрузки и работоспособности. Также немаловажным фактором служат условия работы в сочетании с качественной и своевременной диагностикой.

Так как темой данной статьи является диагностика центробежных насосов, то необходимо перечислить разновидности методов диагностики этих машин.

Диагностику насосного оборудования можно разделить на две большие группы:

1) Визуальный осмотр. Данный метод анализа включает в себя целый комплекс мероприятий, направленных на предотвращение повреждения или разрушения агрегата вследствие поломок, которые могут быть обнаружены

визуально, без применения дополнительных устройств. К этой группе относятся:

– Проверка надёжности крепления насосного агрегата к раме и фундаменту, проверка состояния рамы и фундамента (выявление трещин, которые заметны невооруженным глазом, а также выкрашивания материала и появления масляных загрязнений);

– Осмотр насосного агрегата, целью которого является выявление его разгерметизации. Негерметичность можно определить по характерным причинам: утечки пара – в разъемах паровой турбины, если привод осуществляется от турбины, а также утечки технических и перекачиваемых жидкостей;

– Проверка выходных (концевых) уплотнений;

– Определение «на слух» наличия посторонних шумов;

– Контроль давления с помощью предусмотренного конструкцией манометра (применяется для систем с двойным торцовым уплотнением). Манометр устанавливается между уплотнением на выходе из камеры и регулирующим вентилем;

– Проверка уровня масла в баке (при внешней принудительной системе смазки) или картере подшипников. Если подача смазки осуществляется в принудительном порядке, то необходим дополнительный контроль давления в маслосистеме.

2) Проверка с помощью вспомогательных средств (разного вида дефектоскопы, анализаторы и т.д). На данный момент технологические возможности диагностических приборов позволяют провести анализ примерно по ста параметрам, некоторые из них приведены ниже.

– Функция SST (Slow Speed Technology). Эта технология позволяет проводить диагностику низкочастотного оборудования, начиная от шести оборотов в минуту. Она также используется для диагностики насосов и малошумного оборудования. Немаловажным плюсом этого типа диагностики является низкий уровень собственных шумов виброанализатора, что не приводит к пропуску слабых (малошумных) дефектов;

– Автоматическая диагностика насосов. Виброанализатор позволяет обнаружить дисбаланс, ослабление затяжки корпуса и/или других элементов, расцентровку, дефекты подшипников качения и скольжения, проблемы непосредственно в электродвигателе, а также дефекты смазки;

– Кросс-анализ по двум каналам. Для проведения кросс–анализа требуются два вибродатчика и фазометр. Этот набор устройств в сочетании со специальным программным обеспечением делает возможным определение трещин, резонансов, расцентровки, дисбаланса и прочие дефектов насосных агрегатов;

– Диагностика высокоскоростных насосов и компрессоров. В данном случае происходит измерение сигналов частотой до 80 кГц. Например, такая

диагностика применима к центробежным компрессорам или насосам специального назначения;

– Функция ODS. Данная функция позволяет создать трёхмерную модель физических процессов, происходящих в насосе и в сопрягаемых элементах, таких как рама и обвязка;

– Функция «Разгон-Выбег». Фиксируются «моментальные фотографии» вибрации насоса в процессе запуска, остановки и изменения условий эксплуатации. Впоследствии эти спектры могут анализироваться как индивидуально, так и все вместе в каскадном графике (каскады видны в виброанализаторе и в специальной программе на ПК). Каскадные измерения обладают очень высокой важностью для достоверной диагностики насосов.

– Функция Когерентности. Можно определить, какой именно объект (т.е. насос) является приоритетным источником вибрации на данном участке (в виброанализаторе это описывается с помощью «0» или «1»). Данная функция очень проста в действии, а также обладает высокой эффективностью и достоверностью.

– Функция снятия Орбит. Производится при помощи подключения штатных бесконтактных датчиков перемещения (они устанавливаются на подшипниках скольжения турбин, насосов, компрессоров и пр.);

– Структурный (Модальный) анализ. Для проведения этого вида аналитической проверки применяют специальный молоток. Исследуются собственные частоты объекта (насоса), возникшие вследствие удара молотка о поверхность, а также резонансы конструкций при диагностике насоса;

– Функция Балансировки. Динамическая балансировка в собственных опорах или на насосных стендах (до 4 плоскостей). Балансировка насосов может производиться по полумуфтам.

– Функция Центровки. Лазерная центровка насосно-компрессорного оборудования.

– Электромагнитный контроль. Для проведения этого типа контроля применяются коэрцитиметры и магнитные структуроскопы, которые позволяют измерять коэрцитивную силу изделий, а также есть возможность обнаружения трещин усталостного, коррозионного и технологического характера. Позволяет определить наличие различных видов дефектов (поверхностные и глубинные трещины, неметаллические включения, пустоты, межкристаллическую коррозию и многое другое) в поверхностных слоях различных материалов с точностью до десятых долей миллиметра.

1. Баширов, М.Г. Интеллектуальная система управления техническим состоянием и энергетической эффективностью машинных агрегатов нефтегазового производства с электрическим приводом / М.Г. Баширов, Д.Г. Чурагулов // Промышленная энергетика. – 2019. – № 6. – С. 32-41.

2. Лукманов, Р.Р. Способ диагностирования центробежных насосов / Р.Р. Лукманов, А.В. Кладов, С.А. Атласов // Научное обозрение. – 2009. – № 2. – С. 65–67.

3. Третьяков, В.И. Метод технической диагностики и мониторинга состояния центробежного насоса ЦНС 60-330 / В.И. Третьяков, В.В. Бухояров // Перспективы науки. – 2018. – № 7. – С. 8–11.

4. Кузнецова, У.Е. Повышение надежности эксплуатации центробежных насосов резервуарного парка НПЗ / У.Е. Кузнецова, М.Ю. Сарилов, Г.В. Коннова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов. – 2018. – С. 72–74.

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

В.П. Рыбальская
Научный руководитель ***В.А. Треяль****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Одним из приоритетных направлений развития в электроэнергетике является цифровизация – переход к открытой платформе данных. Цифровизация позволяет облегчить управление электрическими сетями, благодаря распределенной автоматизации и дистанционному мониторингу. Технология, позволяющая перейти к открытой платформе данных, была названа «Smart grid» – «умная сеть».

Решение по созданию цифровых распределительных сетей было принято в связи с несоответствием традиционного оборудования новым эксплуатационным и экономическим требованиям. Изношенное оборудование не справляется с постоянно растущим числом потребителей электроэнергии на промышленных предприятиях и в жилом секторе.

Ключевым компонентом «умных» электрических распределительных сетей является подстанция. Под термином «цифровая подстанция» подразумевается подстанция, на которой передача и обработка информации происходит в цифровом виде. Наличие встроенных в первичное оборудование микропроцессоров, применение локальных вычислительных сетей связи, автоматизация работы и процессов управления – все это является отличительными особенностями современных подстанций [1].

К основным целям создания цифровых подстанций можно отнести:

1. Создание цифровых вторичных цепей при использовании традиционных электромагнитных измерительных трансформаторов тока и напряжения.

2. Создание комбинаций из традиционных и электронных измерительных трансформаторов.

3. Организация резервирования при подключении к технологической шине.

4. Сокращение кабельного хозяйства.

5. Сокращение трудоемких монтажных и пуско–наладочных работ, необходимых для прокладки и тестирования вторичных цепей.

6. Вариативное тестирование при помощи создания различных поведенческих сценариев и их цифрового моделирования.

7. Снижение расходов на обслуживание, отказ от обслуживания рабочим персоналом, возможность дистанционного управления всеми технологическими процессами.

Несмотря на то, что на сегодняшний день на подстанциях применяется автоматизированная система управления технологическим процессом с цифровым интерфейсом, такие подстанции не могут считаться в полной мере цифровыми в силу того, что информация передается от распределительного устройства в пункт управления в виде аналоговых сигналов, где отдельно оцифровывается устройствами нижнего уровня. На подстанциях, работающих на открытой платформе данных, информация будет передаваться единой шиной процесса, что даст возможность устройствам быстро обмениваться между собой информацией, а также сократит число медных кабельных связей, устройств, и сделает размещение оборудования более компактным. (рисунок) Большая часть кабелей будет заменена оптическими линиями связи. Замена медных проводников устранит часто встречающуюся на подстанциях проблему обрывов и коротких замыканий в цепях вторичной коммутации, которые в свою очередь приводят к повреждению оборудования или ложному срабатыванию различных систем. Оптоволокно передают информацию без помех, защищая от повреждений микропроцессорные устройства и обеспечивая правильную работу этих устройств.

Интеллектуальные устройства также постоянно выполняют диагностику своего состояния, информационных каналов и связанных с ним других устройств. По каналам связи отправляются запросы, на которые приходят ответы о состоянии всех устройств. После этого все полученные ответы анализируются, и, в случае неисправности, устройство блокируется, а его функции перераспределяются между другими устройствами. Энергосбережение осуществляется за счет сокращения потерь энергии, благодаря возможности оборудования цифровой подстанции самостоятельно изолировать поврежденные участки.

При создании цифровой подстанции необходимо использовать стандарт МЭК 61850 «Сети и системы связи на подстанциях», отличием которого является регламентирование вопросов формализации описания схем подстанции, конфигурации устройств, автоматики и защиты. В данном стандарте предусматривается использование цифровых измерителей вместо аналоговых трансформаторов тока и напряжения. Все информационные связи на цифровых подстанциях образуют единую шину процесса [2].

Большое количество данных передается по каналам связи. На подстанциях классического типа тиражирование информации ограничивается количеством кабелей и клемм, тем самым усложняя устройства приема и передачи данных. На цифровой подстанции возможно беспрепятственно принимать множеством приемников информацию от одного источника, а также передавать информацию приемнику от всех устройств. Растиражированная информация помогает применять наиболее совершенные механизмы управления.

Источниками данных на подстанции выступают измерительные трансформаторы тока и напряжения, на показания которых влияет количество приемников во вторичной цепи, а также сопротивление измерительных проводов. Схемы подключения трансформаторов на цифровых подстанциях не содержит вторичных цепей, что позволяет передавать информацию без метрологических ограничений.

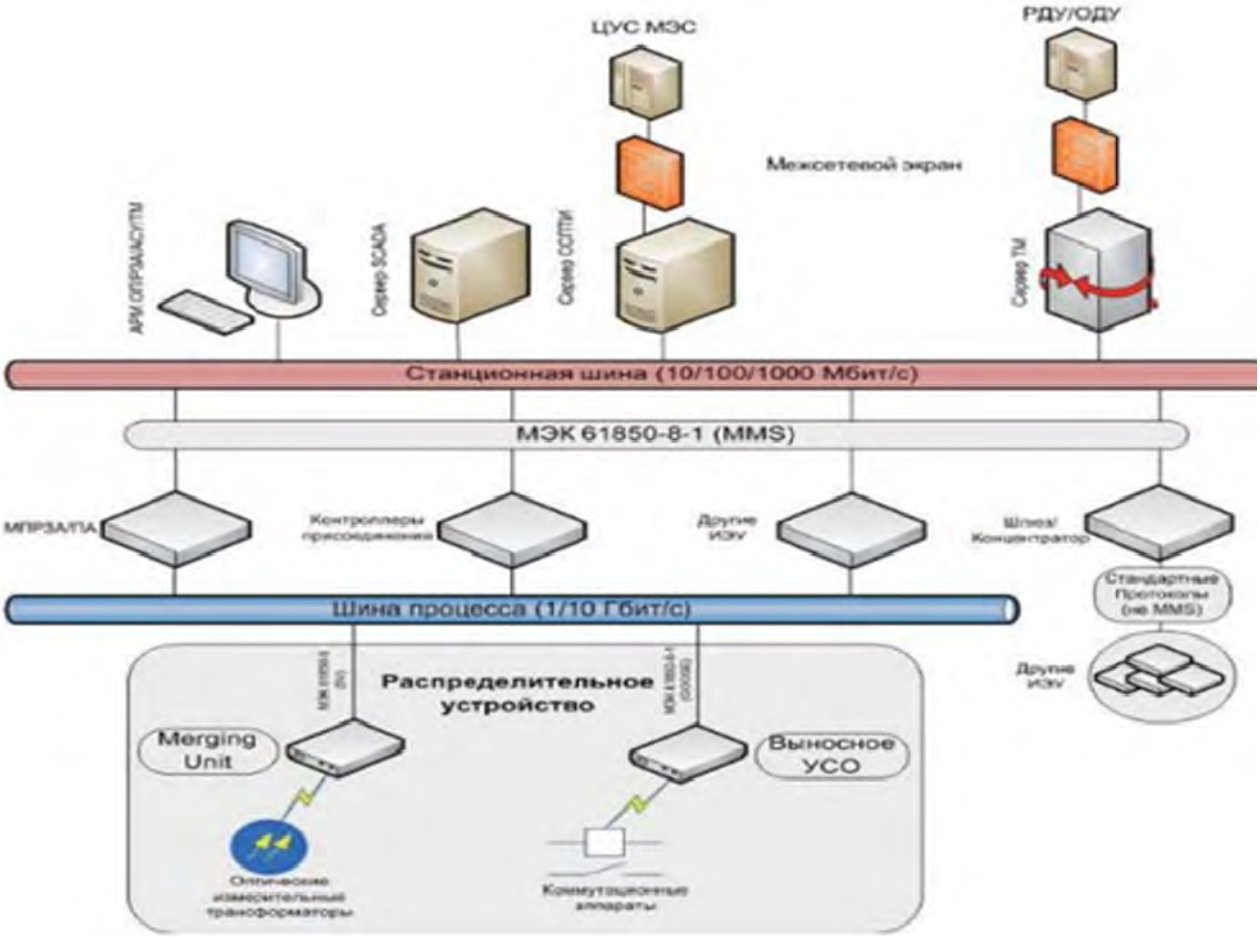


Рис. 1. Схема цифровой подстанции, выполненной по стандарту МЭК 61850

В мировой электроэнергетике процесс перехода к управлению на базе «умной сети» происходит активно. Наша страна также не отстает от мировых темпов: процесс цифровизации должен завершиться к 2030 году силами ПАО «Россети».

Таким образом, цифровизация электрических сетей сможет обеспечит надежную работу, увеличить качество подаваемой электроэнергии, помочь

оперативно ликвидировать аварии и оптимизировать затраты на эксплуатацию.

1. Хлебников, А. М. Дистанционно управляемые оперативные ключи как средство повышения уровня автоматизации энергообъектов / А. М. Хлебников, А. В. Лизоркин, Д. К. Доминевский // Электрические станции. – 2017. – № 5. – С. 50–52. [Электронный ресурс]. http://elst.energy-journals.ru/index.php (дата обращения: 21.10.2019).

2. Данилин А. В., Горелик Т. Г., Кириенко О. В., Дони Н. А. Цифровая подстанция. Подходы к реализации // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2012. – № 3 (12). – С. 96–99.

МИКРОГЭС ДЛЯ СВЕРХНИЗКИХ НАПОРОВ И РАСХОДОВ ВОДЫ

К.В. Сапожников

Научный руководитель ***А.Н. Алюнов****, канд. тех. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Использование источников возобновляемой энергии становится практически повсеместным явлением. Однако, не все источники возможно «приручить». В нашей стране существует огромное количество малых рек, плотин, водопадов и ручьев, с которых также есть возможность получать электричество.

Объектом проектирования микроГЭС была выбрана усадьба Спасское – Куркино с каскадом прудов на ее территории. Проблема электрификации прибрежной зоны очень актуальна на данный момент. Необходимо осветить прибрежную зону, а также часть парка близ пруда. Именно с этой проблемой к нам обратился арендатор этих территорий Николай Сайкин.

Усадьба находится на стадии полной реставрации, выигран президентский грант, также помогает российское сообщество географов. Но так и не был найден инвестор, способный обеспечить освещение пруда на постоянной основе, пришлось искать выход из ситуации.

ГЭС является одним из самых энергоэффективных, а также экономически эффективных электростанций на возобновляемых источниках энергии. Главное достоинство – непрерывная выработка электрической энергии.

Имеющиеся плотины позволяют воспользоваться водным потоком для получения электроэнергии и питания освещения части Старого парка, а также участка возле плотины, зоны отдыха на берегу пруда и лодочного пирса (рисунок 1).

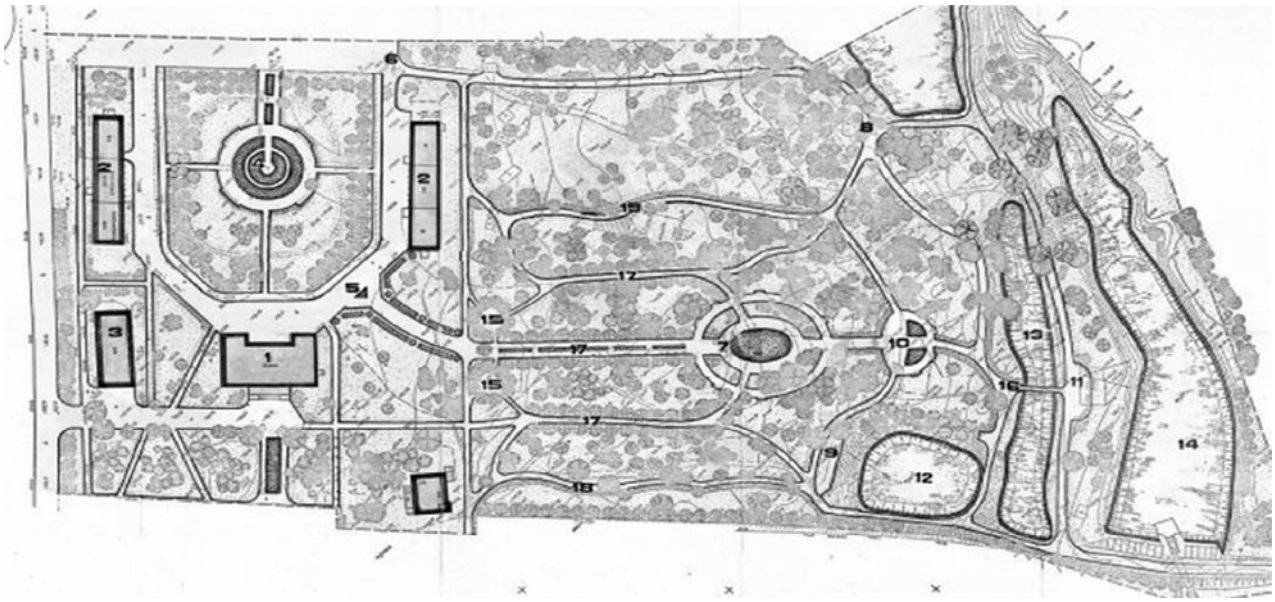


Рис. 1. План усадьбы

Основной задачей работы является разработка проекта по созданию микроГЭС на имеющемся источнике возобновляемой энергии.

Мощность установки зависит от трех величин: 1) расхода воды, то есть от количества воды, падающего на рабочее колесо в секунду; 2) от напора воды – той высоты, с которой вода падает на рабочее колесо; 3) от конструкции и коэффициента полезного действия рабочего колеса и всей установки в целом.

Напор может быть создан природой (водопад), но можно создать его и искусственно, например, как в нашем случае, устройством плотины.

Первым делом следует высчитать примерную электрическую мощность устанавливаемой микроГЭС. Ее формула выглядит следующим образом [1, 2]:

$$P_{ГЭС} = pgQH \text{ , Вт,} \qquad (1)$$

где p – плотность воды, равна 1000 кг/м^3;

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с^2;

Q – расход воды, м^3/с;

H – напор, м.

Среди исходных данных расчета микроГЭС: 1) H – рабочий напор воды; 2) Q – расход воды на участке, где устанавливается микроГЭС. В итоге рассчитывается мощность, которую мы имеем на зажимах генератора. Также следует учитывать, что микро ГЭС имеет свой КПД, поэтому формула примет вид:

$$P_{ГЭС} = pgQHn \text{ , Вт,} \qquad (2)$$

где n – КПД микроГЭС.

Производительность микроГЭС зависит от ее конструкции и колеблется от 55 до 95%.

Чтобы замерить расход воды, научным коллективом был выполнен эксперимент, который заключается в измерении скорости воды в отводящих трубах плотины, а также измерении площади поперечной плоскости потока.

Схема проведения опыта указана на рисунке 2, поперечное сечение трубы, а также необходимая для вычисления площадь потока также указаны на рисунке.

В ходе проведения эксперимента мы можем узнать примерную электрическую мощность микроГЭС, а также рассчитать ее остальные параметры, необходимые для дальнейшего проектирования, а также выбора составляющих конструкцию элементов. Упрощенный чертеж установки показан на рисунке 3.

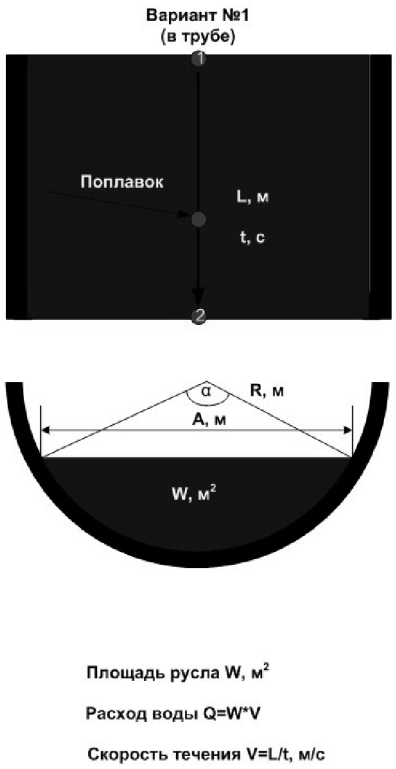


Рис. 2. Схема опыта по замеру расхода воды и расчет площади русла в трубе

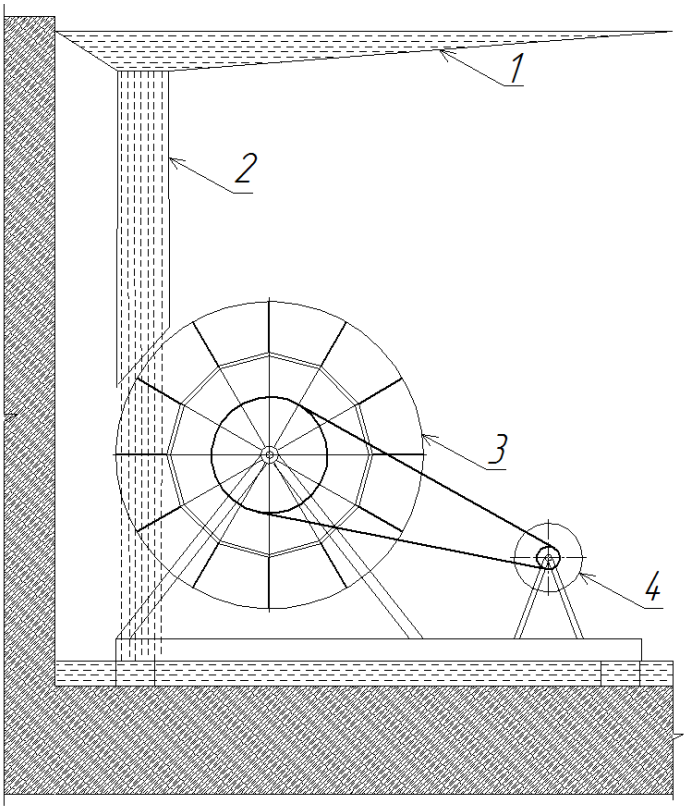


Рис. 3. Схема лопастного водяного колеса: 1 – водосборник; 2 – сливная труба; 3 – рабочее колесо; 4 – генератор

После оценки характеристик различных типов рабочих колес для микроГЭС, выбор был остановлен на лопастном рабочем колесе, рассчитан его диаметр, а также скоростные характеристики.

Для обеспечения выработки электроэнергии был подобран высокотехнологичный генератор переменного тока с самовозбуждением на основе неодимовых магнитов. Для преобразования переменного тока в постоянный, а также стабилизации напряжения и осуществления заряда аккумулятора выбран контроллер, подходящий для влажных условий эксплуатации, а также аккумулятор.

Благодаря использованию сверхнизкого напряжения (12В), для нас открываются возможности использования данной микроГЭС на сверхнизких напорах и расходах воды. В свою очередь прогресс и современные технологии позволяют нам использовать это напряжение в различных целях.

1. Кажинский, Б.Б. Простейшая электростанция / Б.Б. Кажинский. – Москва: Досарм, 1950. – 54 с.

2. Кажинский, Б.Б. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности / Б.Б. Кажинский. – Москва: Госэнергоиздат, 1950. – 72 с.

СЕТОЧНЫЕ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЭКРАНОВ НА ЧАСТОТАХ МОЛНИИ

Д.Р. Серов

Научный руководитель ***С.Л. Шишигин****, д-р техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Ток молнии создает магнитное поле, которое может быть опасно для нормального функционирования электронных устройств на современных электрических подстанциях (ПС). По этой причине напряженность магнитного поля в зданиях ОПУ (общестанционный пункт управления) и ЗРУ (закрытое распределительное устройство) с микропроцессорными устройствами нормируется стандартами ФСК ЕЭС.

Для защиты микропроцессорных устройств от воздействия электромагнитных полей используются различные виды экранов.

Электромагнитные экраны – это специальные конструкции, которые предназначены для ослабления электромагнитных полей в заданном пространстве. Для изготовления электромагнитных экранов чаще всего применяют следующие металлы: медь, сталь и алюминий.

Металлическая конструкция, не предназначенная для экранирования, выполняя свою основную задачу, попутно ослабляет электромагнитное поле, то она также играет роль экрана. Примером подобного случая является использование металлических панелей (сайдинга) на здании ОПУ ПС.

Экраны можно разделить на две группы: сеточные и сплошные. Сплошные экраны бывают замкнутые и незамкнутые. Замкнутые экраны обладают огромным коэффициентом экранирования, но создать замкнутый экран для здания ПС практически невозможно. На ПС присутствуют сеточные экраны (металлоконструкции и арматура зданий) и сплошные незамкнутые экраны в виде отдельных металлических листов (сайдинга зданий).

Принцип действия сеточного экрана объясняются появлением вихревых токов, ослабляющих внешнее поле. Коэффициент экранирования возрастает с уменьшением полного сопротивления и увеличением добротности контуров сетки (вихревой ток должен быть в противофазе токам источника), поэтому медные сетки эффективнее стальных сеток во всем частотном диапазоне [1]. Сеточные экраны аналогичны стрежням заземлителей ПС, поэтому могут быть рассчитаны общими с заземлителями и системой молниезащиты методами и компьютерными программами [2].

Принцип действия сплошного экрана заключается в отражении электромагнитных волн (из-за различия волновых сопротивлений воздуха и металла) и затухании электромагнитной волны внутри экрана [1]. Из-за второй составляющей стальные экраны эффективнее медных уже с килогерцового диапазона частот.

Проблема в том, что расчет сплошных экранов существенно сложнее сеточных экранов, кроме того их нельзя рассчитать совместно с системой молниезащиты и заземлением ПС.

Целью настоящей работы является анализ возможности моделирования сплошных неферромагнитных экранов на промышленной частоте и частотах молнии простыми сеточными моделями.

Разделим металлическую пластину на прямоугольные элементы (рисунок 1). В пределах элемента ток протекает по оси симметрии (вертикально и горизонтально). Элементы частично перекрываются и имеют контакт с соседними элементами в узлах сетки. При воздействии внешнего электромагнитного поля в элементах возникают вихревые токи, которые своим магнитным полей ослабляют внешнее поле.

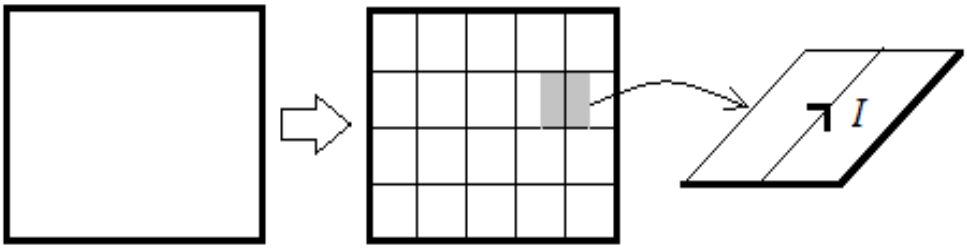


Рис. 1. Металлическая пластина и ее сеточная модель

Таким образом, получена сеточная модель сплошной металлической пластины.

Для анализа адекватности сеточной модели был проведен эксперимент. Источником магнитного поля являлась тороидальная катушка, индуцированное напряжение измерялось во второй катушке, между катушками размещался алюминиевый экран (рисунок 2).

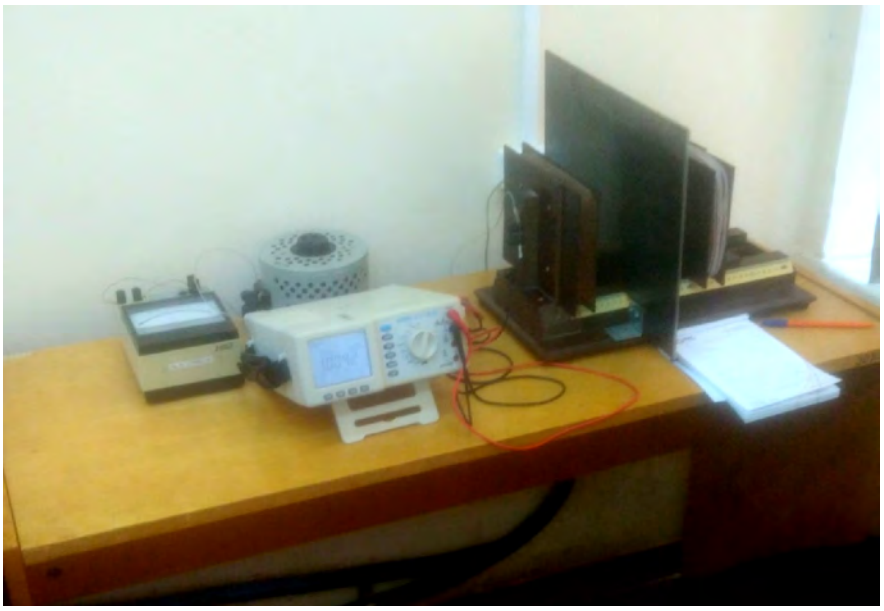


Рис. 2. Экспериментальная установка

Индуцированное напряжение равно:

$$U = j \cdot \omega \cdot M \cdot I_1 \cdot w_1 \cdot w_2,$$

где I_1– ток первой катушки, M – взаимная индуктивность катушек, w_1 и w_2 – число витков первой и второй катушек.

Коэффициент экранирования равен:

$$k = \frac{U_0}{U},$$

где U_0 – индуцированное напряжение второй катушки без экрана, U– то же, но с экраном.

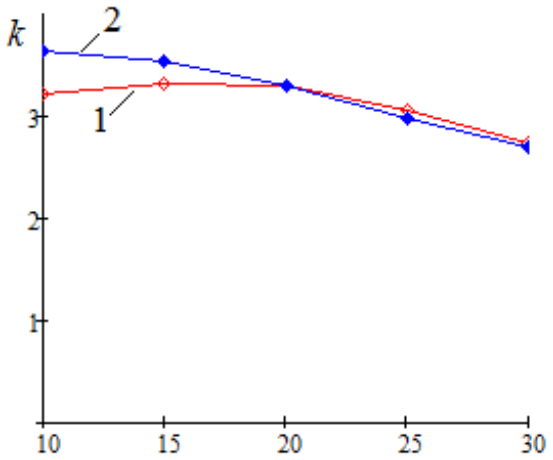


Рис. 3. Коэффициент электромагнитного экранирования алюминиевого экрана 50×40 см, толщиной 1 см: 1– эксперимент, 2– расчет по программе ЗУМ

Численные расчеты по сеточной модели выполнены по программе ЗУМ. Катушки моделируются тонким витком, проходящим по средней линии обмотки. Ток источника увеличивается в $w_1 w_2$ раз.

Результаты на промышленной частоте (рисунок 3) показывают хорошее совпадение экспериментальных и расчетных данных. Аналогичные результаты получены на частотах до 25000 Гц (эквивалентная частота первого импульса тока молнии).

Выводы. Расчеты по сеточной модели сплошного экрана хорошо согласуются с данными эксперимента. Наибольшее расхождение наблюдается на малом расстоянии между катушками, что объясняется погрешностями замены катушек тонким витком с эквивалентным током.

1. Шапиро, Д. Н. Электромагнитное экранирование : Научное издание / Д. Н. Шапиро // Долгопрудный : Издательский Дом «Интелект», 2010. –120 с.
2. Шишигин, Д. С. Расчет магнитного поля сеточного экрана при ударах молнии в цепных моделях частотным методом / Д. С. Шишигин, С. Л. Шишигин, Н. В. Коровкин // Вестник ИГЭУ. – 2018. – № 1. – С. 49–58.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЕРЕВОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ПОВЫШЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

С.П. Синовац
Научный руководитель ***В.А. Бабарушкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одна из основных задач эксплуатации электрических сетей – передача электроэнергии потребителям необходимого качества, в необходимом объёме при наименьших затратах.

Наиболее действенных способов уменьшения затрат на передачу электроэнергии является повышение номинального напряжения сети, приводящее к снижению потерь электроэнергии пропорционально квадрату напряжения.

В новых районах городов в настоящее время применяется преимущественно напряжение 10 кВ. Существующая же сеть напряжением 6 кВ составляет более 60% всей городской сети, которая постепенно переводится на напряжение 10 кВ.

Практика показала возможность успешной работы кабельных и воздушных линий, трансформаторов тока, изоляторов и коммутационной аппаратуры, установленной в трансформаторных и распределительных пунктах с конструктивным напряжением 6 кВ, в сети напряжением 10 кВ [4].

Перевод сети на повышенное напряжение обеспечит [1]:

1) улучшение качества напряжения у потребителей;
2) уменьшение сечения вновь проектируемых линий;
3) увеличение экономического радиуса обслуживания;
4) уменьшение потерь электрической энергии в линиях питающей и распределительной сетей;
5) увеличение пропускной способности существующих кабельных и воздушных линий без дополнительной прокладки новых линий;
6) увеличение дальности обслуживания линий;

7) уменьшение количества новых ячеек распределительных устройств центра питания;

8) продление эксплуатационного срока большей доли устаревших фондов сети с заметным повышением эффективности.

Одним из основных этапов данного процесса является инженерное обеспечение, которое включает в себя [3]:

1) определение границ и схем переводимого участка сети; составление перечня кабельных, воздушных линий и ТП, подлежащих переводу, с указанием их характеристик (марка, сечение проводов и кабелей, длина линий, тип, количество и мощность трансформаторов, заводы-изготовители, стандарты, по которым изготовлены провода и кабели, год монтажа или ввода в эксплуатацию);

2) уточнение количества и типа установленной кабельной арматуры;

3) изучение технического состояния линий;

4) определение объема и стоимости работ;

5) составление графика очередности перевода сети на напряжение 10 кВ;

6) выдачу технических условий на подключение к сети новых потребителей с учетом перевода ее на напряжение 10 кВ.

Определим оборудование подстанции, которое подлежит замене. Схема подстанции представлена на рисунке 1.

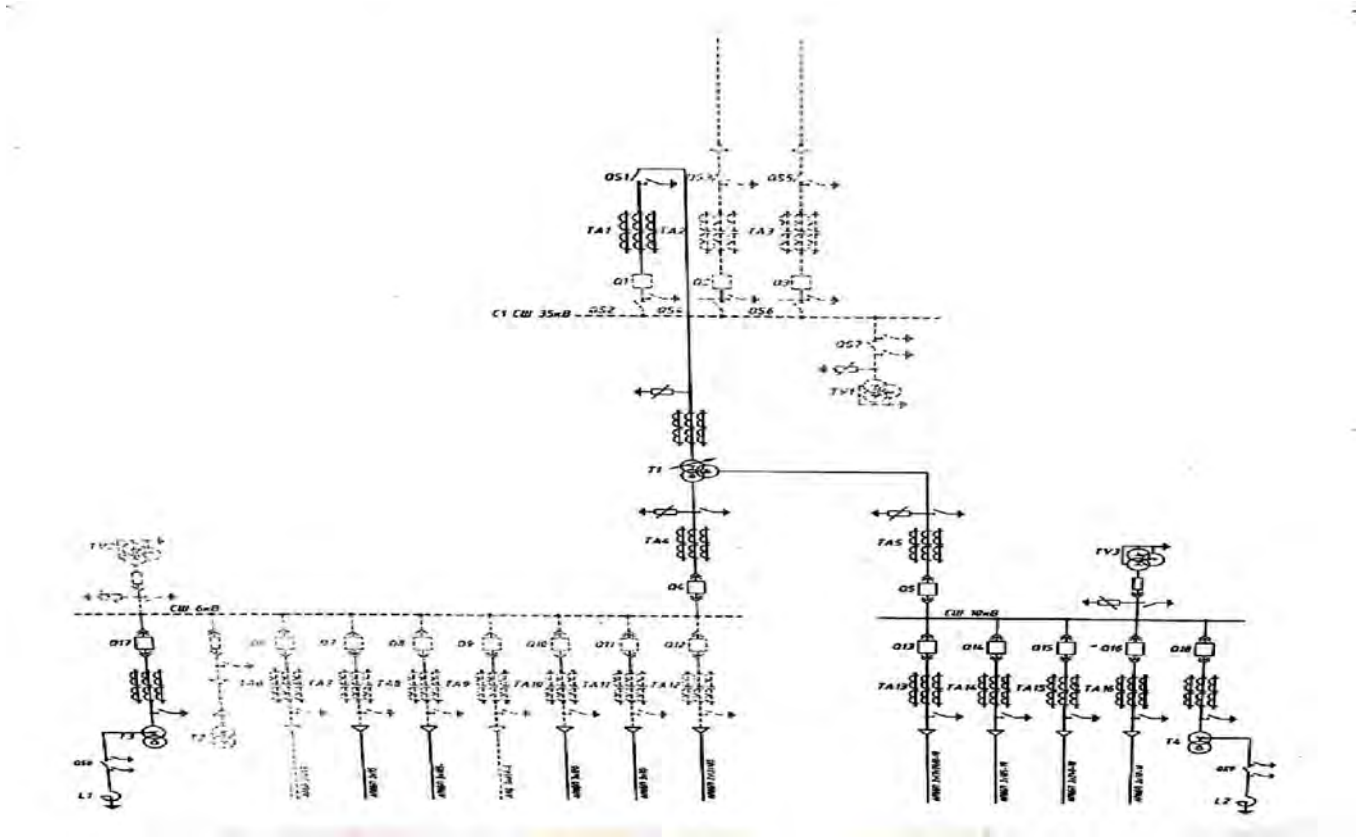


Рис. 1. Схема электрических соединений подстанции

На данной схеме оборудование, которое останется без изменений выделено пунктирной линией. Оборудование, которое планируется заменить во время реконструкции выделено жирной линией.

При переводе части сетей на повышенное напряжение должны переводиться трансформаторные подстанции и кабельные линии, соединяющие их. Так как изоляция старых кабельных линий 6 кВ и 10 кВ зачастую была одинаковой, то будет рассматриваться вариант перевода сети с сохранением части кабельных линий. Итоговый выбор кабелей для участка сети представлен в таблице 1.

Таблица 1

Выбор кабелей для участка сети, переводимого на 10 кВ

Тип кабеля	Длина, м	Замена	Результаты определения сечения нового кабеля				
			сечение по критерию l дд, мм²	сечение по критерию Sэк, мм²	сечение по критерию на ТС, мм²	ΔU, %	новый тип кабеля
СБ 3х70, АСБ 3х95	580	да	95	95	95	0,89	АПвБП-3х95
СБ 3х50, АСБ 3х70	251	да	70	70	70	0,43	АПвБП-3х70
СБ 3х50, АСБ 3х70	415	да	35	50	50	0,77	АПвБП-3х50
СБ 3х50	505	да	35	35	50	0,6	АПвБП-3х50
АСБ 3х120	495,6	да	35	35	50	0,59	АПвБП-3х50
СБ 3х50, АСБ 3х95	335	да	50	50	50	0,64	АПвБП-3х50
АСБ 3х185	477,3	нет					
АСБ 3х240	1925	нет					
АСБ 3х240	2200	нет					
АСБ 3х120	1250	нет					
АСБ 3х120	1250	нет					
СБ 3х50, АСБ 3х70	577,6	да	95	70	95	0,87	АПвБП-3х95
СБ 3х50, АСБ 3х95	567	да	70	70	70	0,93	АПвБП-3х70
СБ 3х70, АСБ 3х95	480	да	35	50	50	0,89	АПвБП-3х50
АСБ 3х240	1640	нет					
СБ 3х70, АСБ 3х70	545	нет					
АСБ 3х95	138	да	35	35	50	0,12	АПвБП-3х50
АСБ 3х240	800	нет					

Таблица 2

Оборудование, необходимое для перевода сети на 10 кВ

Наименование	Количество	Ед.изм.
Кабели 10 кВ		
АПвБП-3х50	6011	м
АПвБП-3х70	20702	м
АПвБП-3х95	13176	м
АПвБП-3х120	8697	м
АПвБП-3х150	1213	м
АПвБП-3х185	7164	м
АПвБП-3х240	14545	м
АПвБП-3х300	543	м
Силовые трансформаторы		
ТМГ-100/10	7	шт.
ТМГ-160/10	6	шт.
ТМГ-250/10	30	шт.
ТМГ-320/10	8	шт.
ТМГ-400/10	39	шт.
ТМГ-630/10	21	шт.
ТМГ-1000/10	6	шт.
ТМГ-2500/10	2	шт.
Ячейки КСО		
КСО-203 ВВ, 630 А	6	шт.
КСО-203 ВН, 400 А	37	шт.
КСО-203 ВН, 400 А +ПН	28	шт.
КСО-203 СР + 2 ЗР	3	шт.
КСО-203 ТН + ШР	9	шт.

В таблице 2 в разделе «Кабели 10 кВ» были просуммированы длины всех выбираемых кабельных линий с одинаковым сечением жил.

1. Об утверждении нормативов потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям территориальных сетевых организаций. Приказ Минэнерго России от 30.09.2014 № 674.

2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 7-е изд. – Санкт-Петербург: УВСИЗ, 2005.

3. Этапы работы по переводу сети на более высокое напряжение – [Электронный ресурс]: электрон. дан. – Режим доступа: leg.co.ru

4. Короткевич М.А. Основы эксплуатации электрических сетей: Учеб. пособие. – Мн.: Выш. шк., 2005. – 363 с.

5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, РД 34.20.501-95 – 15-е изд., 2001.

6. Инструкция по проектированию городских электрических сетей, РД 34, 20, 185-94. – Москва: Энергоатомиздат, 1995. – 48 с.

ПРОВЕРКА АКТУАЛЬНОСТИ НОРМАТИВОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЦЕЛЯХ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ИМУЩЕСТВА В МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ

Д.Н. Шмаков
Научный руководитель ***М.Ф. Умаров****, д-р физ.-мат. наук, профессор, член-кор. РАЕ*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На сегодняшний день жилые дома, не оборудованные коллективными приборами учёта потребления электроэнергии на нужды общедомового хозяйства, используют для подсчета расходуемой электроэнергии нормативы, утвержденные государством. Размер счёта на электроэнергию ОДН, прежде всего, зависит от жилой площади собственника квартиры и исходного норматива.

В настоящее время используются следующие нормативы потребления электроэнергии на территории Вологодской области, значение которых сведено в таблицу 1 [1].

Таблица 1

Утвержденные нормативы потребления электроэнергии для многоквартирных жилых сооружений Вологодской области без наличия электросчетчиков на общедомовые нужды

Категория жилого строения	Единицы измерения	Норматив потребления
(I категория)	кВт·ч в месяц на м.2	0,6
(II категория)		1,3
(III категория)		3,0
(IV категория)		0,4

Более подробное описание нормативов по категориям электроснабжения указано в источнике [1].

Нормативы, приведенные в таблице 1, утверждены от 30 мая 2017 года, это ставит под сомнение актуальность их применения на сегодняшний день.

Целью рассматриваемой работы является проверка актуальности действующих нормативов, сравнение расчетных значений с уже утвержденными нормативами, вывод о проделанной работе.

Для достижения поставленных целей требуется решить ряд задач:

- сбор и обработка исходных данных,
- использовать математические методы для обработки массива данных (методы математической статистики и теории вероятности)
- применение методики расчета для определения норматива потребления электроэнергии на ОДН, изложенного в источнике [2, 3].

На начальном этапе работы был произведен сбор исходных данных, полученных от управляющих организаций Вологодской области, в их число входят паспортные данные имеющегося электрооборудования в многоэтажных жилых домах, входящих в состав общедомовых нужд. Следующим этапом является обработка полученных данных, в процессе которого использованы методы математической статистики и теории вероятности, в результате была получена более точная выборка, удовлетворяющая условию каждого индивидуально взятого норматива.

Нормированный объем электроэнергии расходуемый на коммунальные услуги, на нужды общедомового использования, находится исходя из потребления группами оборудования, значение норматива потребления рассчитывается по следующей формуле [2]:

$$W = \frac{\sum W_{общ,i}}{12 \cdot S_{общ}}, \qquad (1.1)$$

где $W_{общ,i}$ – сумма годового потребления электрической энергии i-й группой электрооборудования, многоквартирных жилых домов, эксплуатируемого для нужд общедомового использования в составе общего имущества, (кВт·ч);

$S_{общ}$– общая площадь помещений относящихся к общедомовому имуществу, (м^2);

12 – количество месяцев в году.

Исходя из специфики нагрузки, имеющейся в том или ином жилом объекте, а так же режимов ее работы, было вычислено годовое потребление электроэнергии каждого дома попавшего в выборку, далее с учётом площадей помещений входящих в с состав общего пользования определены размеры нормативов, которые сведены в таблице 2.

Таблица 2

Пересчитанные значения нормативов потребления электроэнергии для многоквартирных жилых сооружений Вологодской области без наличия электросчетчиков на общедомовые нужды

Категория жилого строения	Единица измерения	Норматив потребления
(I категория)	кВт·ч в месяц на м.2	0,60
(II категория)	кВт·ч в месяц на м.2	2,00
(III категория)	кВт·ч в месяц на м.2	3,30
(IV категория)	кВт·ч в месяц на м.2	0,46

В таблице 3 приведены значения утвержденных и расчетных нормативов.

Таблица 3

Значения утвержденных и расчетных нормативов

Категория жилого строения	Утвержденный норматив (кВт·ч в месяц на м^2)	Расчетный норматив (кВт·ч в месяц на м^2)
I категория	0,6	0,6
II категория	1,3	2,00
III категория	3,0	3,30
IV категория	0,4	0,46

Исходя из таблицы 3, можно сделать вывод о том, что с учетом прироста числа электропотребляющих устройств в жилых домах, а так же увеличения мощности отдельно взятых электроприемников, возрастает и электропотребление в многоквартирном жилом секторе. При использовании математических методов были получены более точные статистические данные, благодаря наличию достоверных исходных материалов и примененной методики вычисления.

1. ООО Северная сбытовая компания [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://sevesk.ru/populace/consumption/normativ/

2. Правила установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 23.05.2006 № 306.

3. Нормы расхода электрической энергии на эксплуатационные нужды жилищного хозяйства местных Советов народных депутатов, утвержденные Приказом Минжилкомхоза РСФСР от 25.12.1989 № 283.

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ОДЕЖДЫ СО ВСТРОЕННЫМ КОНСТРУКТОРОМ ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.С. Басов
Научный руководитель ***А.Н. Сорокин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Современный мир диктует быстрый темп жизни. Люди экономят время на всём: начиная от приёма пищи и заканчивая личными интересами, встречами и даже собственным отдыхом. В таких условиях обычный поход в магазин за необходимым нам товаром (например, таким банальным, как одежда) кажется целой пропастью, в которой теряются часы и минуты. Для того чтобы исключить из жизни такие неприятные траты времени, существует большое количество интернет-магазинов, однако здесь тоже не всё так просто. Да, нам не нужно никуда идти, но проблема поиска подходящей нам по размеру, фасону и внешнему виду вещи остаётся, а этот процесс бывает гораздо более затяжным, нежели путь от вашего дома до обычного магазина. Что, если бы вы, как покупатель, могли сами создать комфортную и красивую вещь, используя, в некотором роде, «конструктор»?

Основная цель проекта – дать возможность людям многофункциональный и удобный инструмент, с помощью которого они смогут сами определять внешний вид их повседневного гардероба. В итоге результатом данной разработки будет создание интернет-магазина одежды со встроенным веб-приложением для редактирования декоративных элементов.

Разработка любого проекта начинается с поиска и изучения необходимой информации о предметной области, составления плана действий и определения технического задания. В рамках подготовки к реализации функционала конечного продукта было проведено исследование, в ходе которого определено решение основных задач:

- анализ предметной области;
- экономическая оценка разработки;
- оценка временных и трудовых затрат;
- выбор архитектурной модели приложения;
- определение основных функций сайта;
- выявление ключевых свойств конструктора;
- выбор средств и сред разработки.

Объектом данного исследования являются реально существующие интернет-магазины, которые предоставляют такие же или схожие в своей сути услуги.

В качестве основных методов, применяемых в исследовании, были использованы:

- информационный поиск в сети Интернет;
- анализ и сопоставление функционала готовых решений;
- оценка качества предоставляемой продукции;
- изучение экономической составляющей.

Интернет-магазин – часть торгового предприятия/торговой организации или торговая организация, предназначенная для предоставления покупателю посредством сети Интернет сведений, необходимых при совершении покупки, в том числе об ассортименте товаров, ценах, продавце, способах и условиях оплаты и доставки [1].

Основные формы и компоненты взаимодействия пользователя с предоставленным ресурсом:

1. Главная страница магазина, представляющая витрину, на которой размещается информация о наиболее популярных, новых и акционных товарах.

2. Личный кабинет пользователя, где покупатель видит историю своих заказов, может отслеживать и отменять текущие покупки, вносить информацию о текущем месте доставки и платёжных средствах.

3. Меню сайта, которое содержит классификацию товаров по их типу (футболки, майки и т.д.), а также ссылки на страницы с дополнительной информацией (новости сайта, список активных распродаж, информация об оплате и доставке, сведения о магазине и т.д.).

4. Страница сайта для отображения подробной информации о товаре (фото, данные об имеющихся в наличии размерах, составе ткани и т.д.).

5. Страница конструктора личного дизайна вещи выбранного типа.

6. Корзина, где отображается список товаров для комплектации в один заказ.

7. Список желаемых покупок.

8. Вспомогательные страницы сайта, которые несут информацию об организации, способах оплаты, доставки и возврата товара.

Поскольку почти каждый второй в наши дни хотя бы раз видел подобную структуру веб-сайта, которая закрепилась в качестве эталонной, или пользовался услугами интернет-магазинов, то особое внимание стоит уделить рассмотрению функционала так называемого «конструктора».

По своей сути, это довольно масштабное приложение, потому что оно позволяет редактировать целый ряд характеристик будущего продукта:

1. Тип изделия. На раннем этапе разработки для упрощения отладки и тестирования будут использоваться 3 основные формы. Это майка, футболка и толстовка.

2. Цвет изделия. Пользователю представляется палитра с самыми популярными цветами (чёрный, белый, серый, синий, красный, жёлтый, оранжевый, зелёный, голубой и фиолетовый), которая может дополнится или, наоборот, сократиться в зависимости от спроса на продукцию.

3. Встроенный редактор текстовых надписей. Покупателю предоставляется возможность прямо в браузере добавить на определённую область изделия выбранный текст и посмотреть, как он будет выглядеть на вещи.

4. Функция импорта изображений с персонального компьютера или другого устройства пользователя с целью нанесения на готовое изделие.

5. Внесение правок покупателя в форму будущей вещи. Например, для футболок будет доступна опция изменения выреза и длинны рукавов, а для толстовок – наличие или отсутствие капюшона и поясного кармана.

В качестве архитектурной модели был выбран вариант разделения логики программного продукта на три составные части: клиент, сервер приложений и сервер баз данных. В этом случае у пользователя появляется возможность посредством браузера пользоваться услугами сайта независимо от типа устройства и операционной системы. Принято говорить, что такой клиент является «тонким», поскольку взаимодействие с сервером осуществляется посредством терминала и у такого клиента нет необходимости устанавливать себе отдельное приложение на свою машину [2].

«Клиент» представляет собой веб-сайт, имеющий в своей основе код HTML и CSS шаблонов для оформления интерфейса и вёрстки, а также JavaScript фреймворк ReactJS для обработки действий пользователя.

Разработка серверной части приложения основывается на современной концепции MVC (Model-View-Controller). Это схема разделения данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента – модель, представление и контроллер – таким образом, что модификация каждого компонента может осуществляться независимо [3]. Такой подход к написанию программного кода облегчает его понимание, повышает надёжность работы, если в проект вносятся какие-то изменения (т.к. каждый действующий модуль изолирован от других) и расширяет возможности программиста по реализации дополнительного функционала приложения.

Основным языком программирования, применяемым на серверной стороне, является Java с использованием фреймворка Spring, который и позволяет реализовать концепцию MVC. Стоит так же отметить, что Spring в своей основе имеет контейнер Inversions of Control. Его основная работа – это управление жизненным циклом объекта: его создание, вызов методов инициализации и конфигурирование объектов путём связывания их между собой [4].

В качестве системы управления базами данных используется свободная объектно-реляционная PostgreSQL. Эта СУБД обладает большим списком преимуществ, среди которых особенно отмечаются высокопроизводительные и надёжные механизмы транзакций и репликаций, наследование, расширяемость и отличная масштабируемость [5]. За эти и другие качества PostgreSQL

считается одним из лидеров на рынке приложений по управлению базами данных.

В заключение, хочется ещё раз отметить, что описанное в этой статье веб-приложение ориентировано на использование его обычными людьми в повседневной жизни. Главная задача, которую преследует данный проект, – создание веб-сайта, функционал которого позволит пользователю в кратчайшее время выбрать или сконструировать для себя подходящий дизайн предметов гардероба. Разработка основных блоков конечного продукта планируется в рамках выпускной квалификационной работы. Тестирование и внедрение веб-сайта в общий доступ назначено на последний квартал 2020 года.

1. ГОСТ Р 51303-2013 Торговля. Термины и определения (с Изменением N 1, с Поправкой).

2. Архитектура корпоративных информационных систем: учеб. пособие / В.А. Астапчук, П.В. Терещенко. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. – 75 с.

3. «Википедия» свободная энциклопедия [Электронный ресурс] – Электрон. Дан. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller – Загл. с экрана.

4. Spring application framework [Электронный ресурс] – Электрон. Дан. – URL: https://springframework.net/ – Загл. с экрана.

5. PostgreSQL About [Электронный ресурс] – Электрон. Дан. – URL: https://www.postgresql.org/about/ – Загл. с экрана.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И БЕЗБУМАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ

О.Ю. Бочаркина

Научный руководитель ***П.Ю. Бунаков****, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры информатики*

Государственный социально-гуманитарный университет

г. Коломна

Одним из важнейших элементов лесопромышленного комплекса России является мебельная промышленность. Важную роль в её развитии играет широкое использование на предприятиях комплексных систем автоматизированного проектирования (САПР). В условиях позаказного промышленного производства, ставшего доминирующим в настоящее время, автоматизации отдельных его этапов уже недостаточно, необходима комплексная автоматизация предприятия в целом [1].

Отраслевая принадлежность предприятия определяет набор подлежащих автоматизации процессов, последовательность автоматизации отдельных этапов производства, структуру и состав программного обеспечения, необходи-

мого для автоматизации работ [2]. В настоящее время большинство российских мебельных предприятий активно используют те или иные системы автоматизированного проектирования с частичным включением в общее информационное пространство отдельных технологических операций, например разработку программ для станков с ЧПУ. Естественным продолжением процессов автоматизации мебельных предприятий является безбумажная технология.

Под автоматизацией проектирования применительно к мебельному производству понимается автоматизация всех работ по приему заказов, созданию дизайн-проектов, конструированию и технологической подготовке производства. Она является в настоящее время неотъемлемой частью рабочего процесса на большинстве мебельных предприятий, а САПР стали привычными инструментами конструкторов, технологов и дизайнеров [4].

На сегодняшний день в мебельной промышленности наиболее распространена так называемая лоскутная автоматизация, подразумевающая внедрение подсистем САПР по мере необходимости на отдельных участках, где возникают «узкие места», т.е. какой-либо процесс становится слишком трудоемким, или требует для своего выполнения слишком много времени. Безусловно, она дает новый импульс развитию предприятия, однако не способна в перспективе обеспечить ему конкурентные преимущества. Ключевым фактором успеха может служить только комплексная автоматизация, объединяющая в едином информационном пространстве все проектно-производственные работы. Этим определяется актуальность и практическая значимость разработки программных средств поддержки безбумажной технологии в составе комплексной САПР корпусной мебели и методологии их внедрения в работу предприятий. Объектом исследования является проектно-производственный цикл изготовления изделий корпусной мебели, а предметом – программно-аппаратные средства его автоматизации в рамках специализированной комплексной САПР.

Основной структурной единицей автоматизации мебельного предприятия является объектно-ориентированная трехмерная модель (ООТМ) мебельного изделия. Она способна хранить весь массив геометрической, конструкторской, технологической и иной информации, необходимой для автоматического или высокоавтоматизированного формирования электронных документов: рабочих чертежей деталей, сборочных чертежей изделий, карты раскроя материалов, управляющих программ для станков с ЧПУ, комплектовочных ведомостей и ряда других документов. Помимо этого, на основе ООТМ может быть реализован расчёт материалоемкости, трудоемкости и стоимости изделия в целом и поэлементно.

Научной новизной предлагаемых решений является структура информационного расширения ООТМ изделий корпусной мебели, обеспечивающая возможность разработки программного обеспечения для внедрения безбумажной технологии, а также комплекс требований к структуре и функцио-

нальности инструментальных средств автоматизации, отличающийся учетом особенностей позаказного промышленного изготовления мебели в современных условиях.

Естественной частью комплексной автоматизации предприятия является автоматизация производства [6]. Это требует организации сбора информации об объектах и их движении по технологической цепочке изготовления. Оперативность, точность и полнота этих данных будет определять ритмичность работы отдельных участков производства, время изготовления изделий и эффективность управления производством. Оптимальным вариантом решения задачи интеграции производства в общую информационную структуру предприятия является технология автоматической идентификации изделий. Она позволяет резко увеличить скорость ввода информации и практически полностью исключить ошибки, зависящие от человеческого фактора.

В настоящее время наиболее известны такие методы идентификации объектов в промышленном производстве, как штриховое кодирование, радиочастотная идентификация, магнитные и электронные метки. Наибольшее распространение получила технология штрихового кодирования, которая является надежной, дешевой и простой в использовании. Различают одномерные (линейные) коды, когда информация кодируется в одном измерении, и двухмерные коды, содержащие информацию, закодированную в двух измерениях. Анализ задачи внедрения безбумажной технологии на мебельном предприятии показал, что для ее решения достаточно одномерного кодирования. Однако широкое внедрение штрихового кодирования сдерживается в настоящее время отсутствием эффективных программных средств в большинстве специализированных САПР мебели.

Работа со штриховыми кодами требует наличия соответствующего программного обеспечения и технологического оборудования для печати бирок, маркировки объектов и считывания штриховых кодов. Современные этикеточные принтеры позволяют печатать на бирках помимо самих штриховых кодов произвольную текстовую или графическую информацию, необходимую для ускорения обработки деталей или их передачи между участками.

Особенностью мебельного производства является относительно небольшое количество технологических операций, основными из которых являются распиловка щитов, сверление (присадка) отверстий под фурнитуру, формообразование и облицовывание кромок. Автоматическая идентификация заготовок должна осуществляться на следующих этапах производства:

- прием и хранение конструкционных материалов;
- выполнение технологических операций;
- упаковка и складирование готовых деталей и полуфабрикатов;
- отгрузка изделий заказчику.

Благодаря применению штрихового кодирования можно организовать четкий ритм передвижения заготовок по этапам и оперативное получение не-

обходимой информации как для работы цеха, так и для оперативного управления.

Комплексная специализированная САПР мебели имеет модульную структуру, соответствующую основным этапам жизненного цикла мебельных изделий, что позволяет решить ряд актуальных задач:

- дополнять ООТМ данными, необходимыми для разработки программного обеспечения, связанного с использованием штрихового кодирования;
- формировать оптимальную программную конфигурацию рабочих мест в подразделениях и цехах мебельного предприятия;
- эффективно распределять финансовые ресурсы и поэтапно автоматизировать предприятие.

Каждый модуль представляет собой автономную программу, а все вместе они являются целостным комплексом, функционирующим в общем информационном пространстве.

Инструментарий трехмерного моделирования конструкторского модуля САПР должен оперировать при построении трехмерной модели объектами, терминами и методологией, отражающими специфику объекта проектирования. Пользователю удобнее работать не с абстрактными трехмерными телами, а с привычными деталями и элементами мебели: столешницами, фасадами, дверями, ящиками, фурнитурой, облицовочными материалами и т.д. [8]. Проектирование на основе ООТМ позволяет сформировать такую модель, которая будучи переданной в модули технологической подготовки производства способна обеспечить формирование полного комплекта конструкторско-технологических документов, в том числе бирок для идентификации деталей.

Начальным этапом изготовления мебели является раскрой листов материала на заготовки. Современные предприятия используют для этого разнообразное оборудование: от форматно-раскроечных станков с ручным управлением до пильных центров с ЧПУ. Технологическая операция раскроя реализуется на основе карт раскроя, что влечет за собой необходимость наличия в комплексной САПР модулей оптимизации раскроя и создания управляющих программ для станков. Они должны обеспечить максимальную экономию материала, а также иметь возможности гибкой настройки алгоритмов оптимизации на особенности технологических процессов и оборудования на конкретном производстве. Составной частью программного обеспечения для раскроя материалов является блок формирования информационного наполнения бирок, который должен иметь следующие возможности:

- синхронизация печати бирок и выхода заготовок с раскройного станка;
- обеспечение однозначности маркирования деталей, т.е. минимизация возможности возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором;
- задание очередности формирования бирок на одинаковые карты в соответствии с особенностями оборудования;
- определение количественного соответствия напечатанных бирок и объемов пачек раскраиваемых листов.

Результаты проведенных исследований получили практическую реализации в комплексной САПР корпусной мебели БАЗИС, которая широко используется мебельными предприятиями России. Она позволяет решить ряд важных организационных и производственных проблем мебельного производства, связанных с внедрением безбумажной технологии [8]. Основой этого служит подсистема штрихового кодирования, которая интегрируется с комплексом программных средств автоматизации проектирования и управления.

1. Бунаков, П. Ю. САПР корпусной мебели: текущее состояние, перспективы и направления развития // Труды международного лектория, посвященного 30-летию кафедры «Системы автоматизированного проектирования и информационные системы» Воронежского государственного технического университета и памяти ведущих ученых в области САПР. Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. Ч 2. – С. 75–90.

2. Бунаков, П. Ю. Интеграция САПР и WMS на мебельном предприятии / САПР и графика. – 2018. – № 4 – С. 62–65.

3. Джим, Дэвис. Принципы безбумажного производства в изготовлении литейных форм / САПР и графика. – 2012. – № 9 – С. 58–60.

4. Бунаков, П. Ю. Автоматизация мебельного предприятия: проблемы и решения [Электронный ресурс] / ЛесПромИнформ – 2014. – Режим доступа https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3627

5. Овечкин, К. А. Концепция построения интегрированной системы проектирования и производства на мебельном предприятии / САПР и графика. – 2016. – № 5 – С. 40–44.

6. Бунаков, П. Ю. Сквозная система штрихового кодирования на мебельном предприятии / САПР и графика. – 2015. – № 10 – С. 22–25.

7. Бунаков, П. Ю. САПР и автоматизация мебельного производства / САПР и графика. – 2012. – № 4 – С. 88–91.

8. Бунаков, П. Ю., Бочаркина О. Ю. Технологии штрихового кодирования при автоматизации мебельных предприятий / САПР и графика. – 2019. – № 10 – С. 32–38.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЛЮДЕЙ В ОПАСНЫХ ЗОНАХ

А.А. Бутурлакин
Научный руководитель ***Е.В. Ершов****, д-р техн. наук, профессор*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Опасная зона на производстве – это пространство, в котором возможно воздействие на рабочих опасных и вредных производственных факторов. Опасные зоны возникают в областях действия рабочих органов технологического оборудования (мясорубки, режущие, тестомесильные и другие машины), у ременных, зубчатых и цепных передач, при эксплуатации подъемно-транспортных машин и т.д. Особая опасность создается в случаях, когда возможен захват одежды или волос работающего движущимися частями оборудования. Наличие опасной зоны может быть обусловлено опасностью поражения электрическим током; воздействием тепловых, электромагнитных излучений, шума, вибрации, ультразвука, вредных паров, газов и пыли. Размер опасных зон зависит от скорости деталей или других движущихся частей и рабочих органов механизмов.

Важнейшим мероприятием в борьбе с производственным травматизмом является применение современных средств предупреждения несчастных случаев. При проектировании и эксплуатации технологического оборудования предусматривают применение устройств либо исключающих возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающих опасность травматизма. К таким устройствам относятся камеры видеонаблюдения, работающие вместе со специальным программным обеспечением.

Главной целью данного исследования является разработка программного обеспечения, способного обнаруживать людей на кадрах с видеопотока и отлеживать их перемещения. Программа должна поддерживать функционал выделения областей на кадре, в которых людям запрещено находится, соответствующих опасным производственным зонам в реальности. В случае, когда человек оказывается в опасной зоне, программа должна фиксировать кадр нарушения и записывать в базу данных соответствующую информацию.

Проблема обнаружения людей на кадре и ее решения широко известны. На практике применяются алгоритмы компьютерного зрения (в частности широко известный алгоритм обнаружения объектов на изображении Виолы–Джонса), дополнительные датчики к камерам (инфракрасный, тепловой, и т.д.) и нейронные сети. Анализ задачи и предметной области позволил определить, что достичь высокой точности работы и универсальности применения можно используя нейронные сети для обнаружения людей. Выводы основаны на следующих свойствах других способов обнаружения:

1. Алгоритмы компьютерного зрения являются менее адаптивными к условиям работы, в отличии от нейронных сетей (более зависимыми от освещения, места и угла установки камеры, и.т.д.).

2. Использование датчиков требует дополнительных затрат на установку и обладает рядом ограничений на использование, чем сильно сокращают область применения.

Нейронные сети, в отличие от других рассматриваемых вариантов решения, показались наиболее мощным и адаптивным способом решения поставленной задачи. Единственным недостатком выявлена потребность в подготовке большого количества изображений для обучения сети.

Выбор нейронных сетей в качестве механизма обнаружения людей позволяет сформировать ряд следующих задач, решение которых необходимо для создания программного решения:

- подбор архитектуры нейронной сети;
- выбор инструментов реализации;
- подготовка обучающей выборки и обучение нейронной сети;
- реализация программной обработки результатов работы нейронной сети.

При выборе архитектуры нейронной сети основными критериями были скорость работы и точность распознавания. Выбор производился между свёрточными архитектурами (Inception ResNet, YOLO), сегментационными (Mask R-CNN, SegNet) и полносвязными (SSD). Проведенный сравнительный анализ результатов работы каждой из архитектур на практике позволил установить следующее:

- полносвязные нейронные сети обладают высокой скоростью работы и низкими аппаратными требованиями для работы, но не обладают достаточной точностью распознавания;
- сегментационные нейронные сети обладают высокой точностью и относительно высокой скоростью работы, но обработка результатов работы для получения местоположения объекта на кадре требует усилий;
- свёрточные нейронные сети обладают схожими с сегментационными сетями параметрами, но результатом работы является готовый список найденных объектов и их координаты.

Исходя из полученных результатов можно установить, что свёрточные нейронные сети являются наиболее подходящими для решения данной задачи.

Следующим этапом является определение наиболее подходящей реализации выбранной архитектуры нейронной сети. Согласно данным тестирования различных реализаций [3], Faster R-CNN работает очень медленно, YOLOv3 показывает хорошие результаты, а лидером является RetinaNet. Однако, так как RetinaNet является относительно новой архитектурой и ее реализации существуют только на базе нескольких библиотек машинного обучения, выбор был сделан в пользу YOLOv3.

В качестве инструментов реализации выбран язык C# и библиотека компьютерного зрения OpenCv. В качестве обертки данной библиотеки под C#

выбрана OpenCvSharp. В отличии от EmguCV является более полным аналогом оригинальной библиотеки, обладает наиболее схожей структурой и синтаксисом, что позволяет легко использовать материалы исходной библиотеки языка C++ при разработке.

Для подготовки обучающей выборки использовался open-source инструмент LabelImg, написанный на языке Python. Данный инструмент позволяет легко и быстро выделить нужные объекты на кадрах и сформировать файлы аннотаций для изображений в выборке.

Для достижения необходимой точности распознавания использовалась конфигурация YOLOv3 640x640. Обучающую выборку составило более 10 тыс. изображений рабочих производств с камер видеонаблюдения. При составлении выборки приоритет отдавался кадрам, на которых содержатся рабочие в уникальных позах и с уникальными предметами в руках. Таким образом, выборкой удалось покрыть большую часть возможных случаев появления рабочих. Проверка работы нейронной сети на тестовой выборке объемом 1 тыс. изображений установила 92,6 % точности распознавания.

Для использования нейронной сети в программном прототипе использовалась open-source обёртка под C# – Alturos.Yolo. Это модифицированная версия оригинальной обёртки, содержащая реализованные проверки на совместимость системы, наличие установленных зависимостей и оптимизированные механизмы отправки входных данных и получения результатов нейронной сети.

При реализации программной части, в целях повышения производительности, обработка кадров была разделена на 3 параллельно выполняемые части в разных потоках (рис. 1). Первый поток отвечает за получение кадров с видеокамеры, вывод их на экран и отправку в нейронную сеть на обработку. Нейронная сеть выполняет обработку во втором потоке. По окончании работы нейронной сети результаты отправляются на обработку в третий поток, а нейронная сеть берет последний из полученных с камеры кадров. Таким образом, удается максимизировать работу нейронной сети, получив минимально-возможное время простоя нейронной сети без работы.

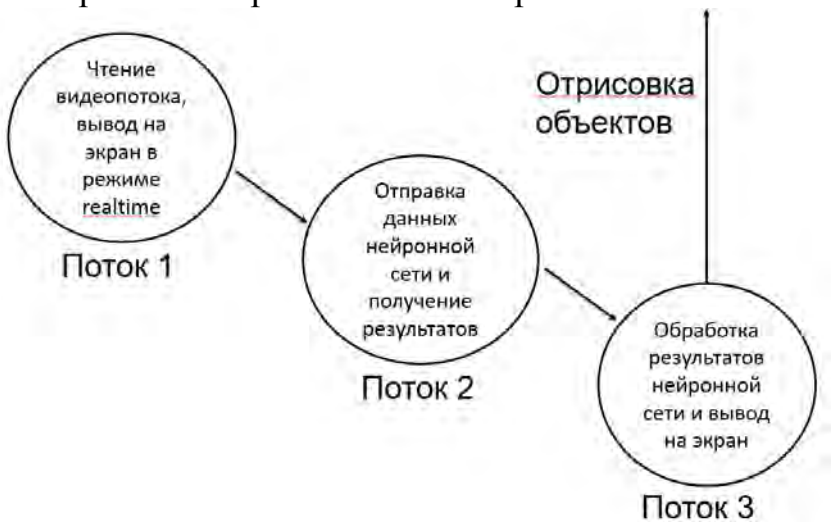


Рис. 1. Схема многопоточной realtime-обработки кадров

Использование подобранных архитектуры нейронной сети и ее реализации позволило достичь высоких показателей точности и скорости распознавания. При тестировании на видеокарте NVIDIA GTX 1050 ti на распознавание одного кадра уходило в среднем 65 мс, что считается приемлемым результатом работы, при точности распознавания 92,6 %.

Рис. 2. Демонстрация работы программы

Разработанная программа (рис. 2) справляется с поставленной задачей. Благодаря реализации многопоточного алгоритма обработки кадров видеопоток отображается на экране без задержек, а найденные объекты отрисовываются по мере распознавания.

1. Сикорский, О. Л. Обзор свёрточных нейронных сетей для задачи классификации изображений / О. Л. Сикорский // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2017. – № 20. – С. 37–42.

2. Землевский, А. Д. Исследование архитектуры сверточных нейронных сетей для задачи распознавания образов / А. Д. Землевский // Вестник науки и образования. – 2018. – № 30. – С. 36–42.

3. Jonathan Hui. Object detection: speed and accuracy comparison (Faster R-CNN, R-FCN, SSD, FPN, RetinaNet and YOLOv3) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://medium.com/@jonathan_hui/object-detection-speed-and-accuracy-comparison-faster-r-cnn-r-fcn-ssd-and-yolo-5425656ae359. (28.10.2019)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОСТЬ С ПОМОЩЬЮ ЗАКОНА ЦИПФА

М.В. Вихрова
Научный руководитель ***С.Ю. Ржеуцкая****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одним из важных критериев оценки качества текста является его естественность. Проверить этот показатель можно с помощью математического метода, предложенного американским лингвистом Джорджем Ципфом. Именно закон Ципфа был первой математической закономерностью, обнаруженной при исследовании языков. Главный параметр – частота встречаемости слова. С помощью его исследования была получена информация о внутреннем устройстве языка.

Закон Ципфа – метод, оценивающий естественность текста с помощью закономерности расположения слов: частота слова обратно пропорциональна его месту в тексте. Таким образом, второе слово по частоте использования в тексте будет встречаться примерно в два раза реже, чем первое. Третье слово встретится в три раза реже первого. Такая же зависимость будет прослеживаться и для остальных слов. График, с помощью которого можно описать закон Ципфа, будет представлять собой гиперболу (быстро спадающую и с тянущимся, почти горизонтальным, продолжением). Согласно закону наиболее значимые слова находятся в середине графика. Они передают главную мысль текста. Самые часто встречаемые слова находятся в спадающей части, а в горизонтальном продолжении – слова, встречающиеся редко.

Для исследования текста на естественность были выбраны методические указания к лабораторным работам и лекции по предмету «Базы данных». Источники имеют порядка 9000 и 35 000 слов, что является достаточным для проведения анализа текста.

С помощью программы Microsoft Access были построены частотные словари. Согласно полученным данным в методических указаниях к лабораторным работам содержится порядка 3000 различных слов (исключая союзы и предлоги). Начало частотного словаря приведено в таблице 1. Частотный словарь, построенный по лекциям, содержит порядка 9000 различных слов (исключая союзы и предлоги). Начало частотного словаря по лекциям приведено в таблице 2.

График зависимости частоты встречаемости слова от его ранга для методических указаний по лабораторным работам представлен на рисунке 1, для лекций – на рисунке 2.

Таблица 1

Начало частотного словаря методических указаний

№	Слово	Частота	№	Слово	Частота
1	Данных	164	11	SQL	34
2	Cod	88	12	Routes	31
3	Trips	75	13	Автоматически	30
4	Можно	67	14	Таблицы	30
5	Points	50	15	Система	30
6	Что	46	16	Компонент	30
7	Билетов	44	17	Этого	28
8	Oracle	42	18	Каждый	27
9	Если	38	19	Базы	27
10	Будет	37	20	Работы	26

Таблица 2

Начало частотного словаря лекций

№	**Слово**	**Частота**	**№**	**Слово**	**Частота**
1	Данных	638	11	Только	172
2	Можно	571	12	СУБД	160
3	Таблицы	323	13	SQL	158
4	Что	223	14	Может	155
5	Cod	222	15	Все	155
6	Как	222	16	Oracle	152
7	Если	218	17	Быть	145
8	Например	209	18	Которые	141
9	Select	182	19	From	131
10	Базы	179	20	Имя	127

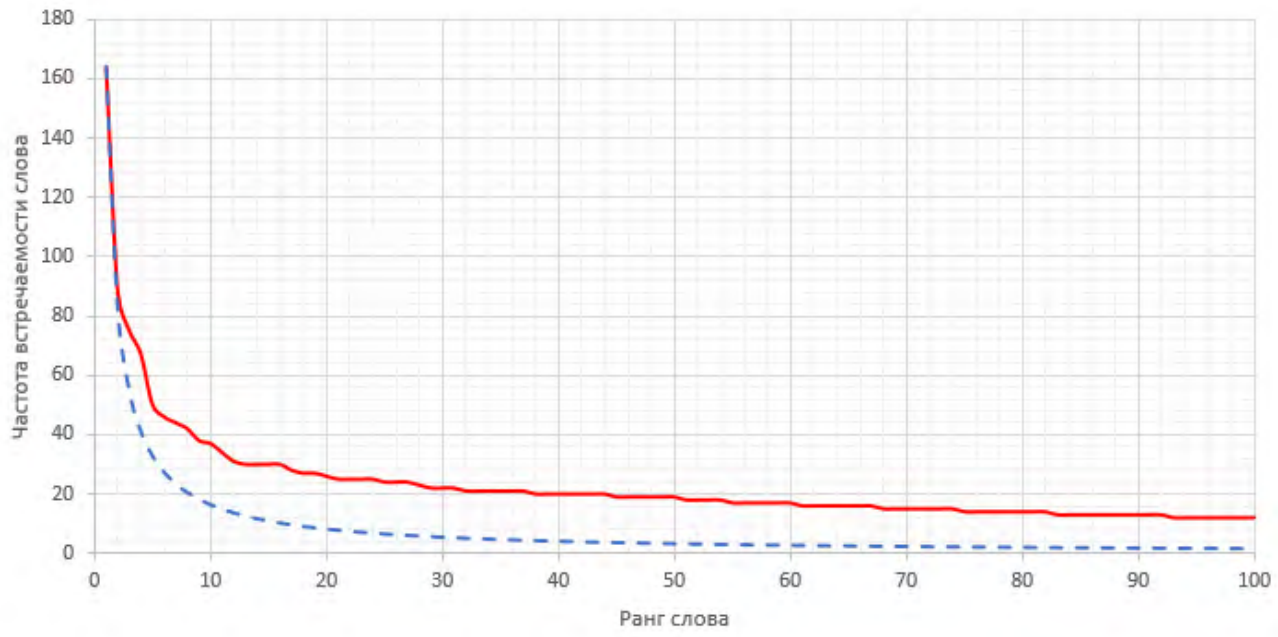


Рис. 1. График зависимости частоты встречаемости слова от его ранга для методических указаний

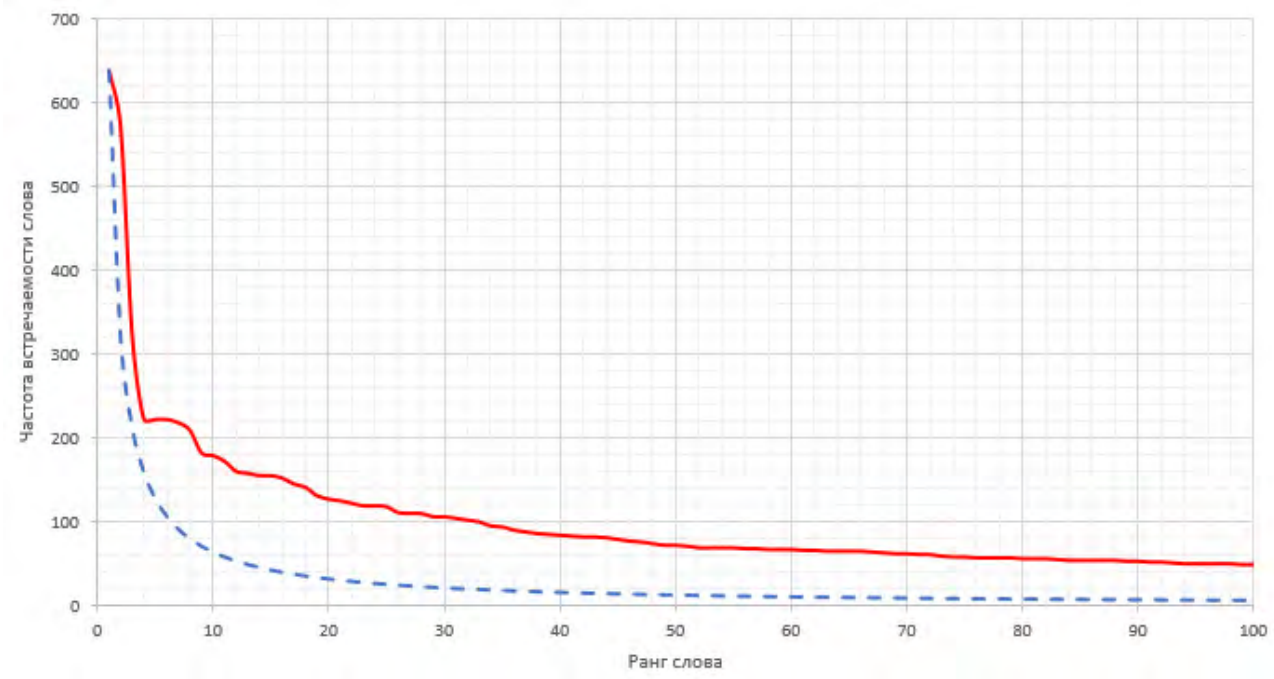


Рис. 2. График зависимости частоты встречаемости слова от его ранга для лекций

На обоих графиках пунктирной линией показана рекомендуемая зависимость частоты слова от его ранга. Анализируя полученный результат, можно отметить, что:

- уровень естественности в обоих исследуемых текстах больше 50 %, следовательно, естественность текста хорошая;
- график с самыми часто используемыми словами из обоих источников практически совпадает с рекомендуемым графиком зависимости.

Для повышения уровня естественности необходимо приблизить частоту использования слов к рекомендуемой частоте. Расхождения частоты полученных данных от рекомендуемых составляет от 7 до 35 единиц. Повысив уровень естественности, текст будет легче читать, исключатся «слова-паразиты», тем самым он станет понятнее для читателя. Это позволит сократить время изучения предмета, особенно в технической сфере.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ СУДЕБНЫХ ПРИСТАВОВ

А.М. Воробьев
Научный руководитель ***А.Н. Андреев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В рамках работы проведены исследования особенностей миграции информационной структуры предприятия на облачную платформу и разработка веб-клиента Автоматизированной информационной системы Федеральной службы судебных приставов – АИС ФССП. Проведен авторский анализ основных понятий и особенностей организации работы в облаке, включая разработку клиентского программного обеспечения. На основании исследования представлено собственное решение по технологии Infrastructure as a Service.

Средства реализации: облачные технологии, Maven, СУБД «Ред БД», VMWare, IaaS, Java, Phyton.

Актуальность работы заключается в эффективной обработке данных в облаке, чем обеспечивается активное внедрение в государственном секторе. При этом гарантируется масштабируемый объем вычислительных ресурсов, быстрый запуск виртуальных серверов и распределение нагрузки [1]. Работоспособность продукта АИС ФССП обеспечивается в веб-клиенте.

Новизна исследования заключается в реализации модели миграции АИС ФССП на облачную платформу и создание веб-клиента.

Цель исследования – миграция АИС ФССП на облачную платформу с поддержкой веб-клиента для Федеральной службы судебных приставов.

Задачи – миграция автоматизированной информационной системы Федеральной службы судебных приставов и сетевой инфраструктуры Федеральной службы судебных приставов на облачную платформу.

Объект исследования – модель миграции Автоматизированной информационной системы Федеральной службы судебных приставов в облачную среду.

Практическая ценность работы характеризуется применением технологии облачных вычислений в различных областях человеческой деятельности, включая государственный сектор, с обеспечением высокой скорости обработки информации и минимизации затрат на аппаратную составляющую вычислительных структур [1].

Инфраструктуры Федеральной службы судебных приставов в облачной среде – это масштабированный объем вычислительных ресурсов, быстрый запуск виртуальных серверов, распределение нагрузки и гарантируемая безопасность.

Автоматизированная информационная система Федеральной службы судебных приставов является базой данных, в которой по системе внутреннего документооборота регистрируются все входящие и исходящие документы, по-

ступающие от граждан или организаций и касающиеся исполнительных производств.

Определены требования к программному продукту, выделены группы типов требований и для каждого из типов разработан атрибутный состав, позволяющий данное требование описать.

Метод проведения анализа: отношения между актерами и элементами Use Case.

Веб-клиент Автоматизированной информационной системы Федеральной службы судебных приставов разработан с нуля на языке программирования Java, миграция с СУБД «Ред База Данных» 2.5 на версию 3.0 с последующим обновлением на версию 4.0. Чтобы обновиться до версии 3.0, необходимо преобразование через backup/restore. При миграции больших баз данных или одновременной миграции нескольких БД можно воспользоваться поточной конвертацией скорости, повышающей производительность на 30–40 %. В качестве инструмента используется популярный и мощный Maven – фреймворк для автоматизации сборки проектов. На Phyton реализованы тесты для ПП, а тестирование осуществлено с помощью инструмента fbtest. Скриптовый язык Groovy применен для описания сценариев сборки программного продукта. На веб-сервере использован Apache Tomcat с поддержкой Servlet API. Собственный репозиторий на платформе GitLab позволяет извлекать и хранить данные в виде файлов. Инкрементная модель разработки программного продукта предусматривает несколько видов сборок.

Для анализа предметной области CASE использован инструментарий системы ArgoUML.

На рисунке 1 показаны отношения между актерами и элементами Use Case.

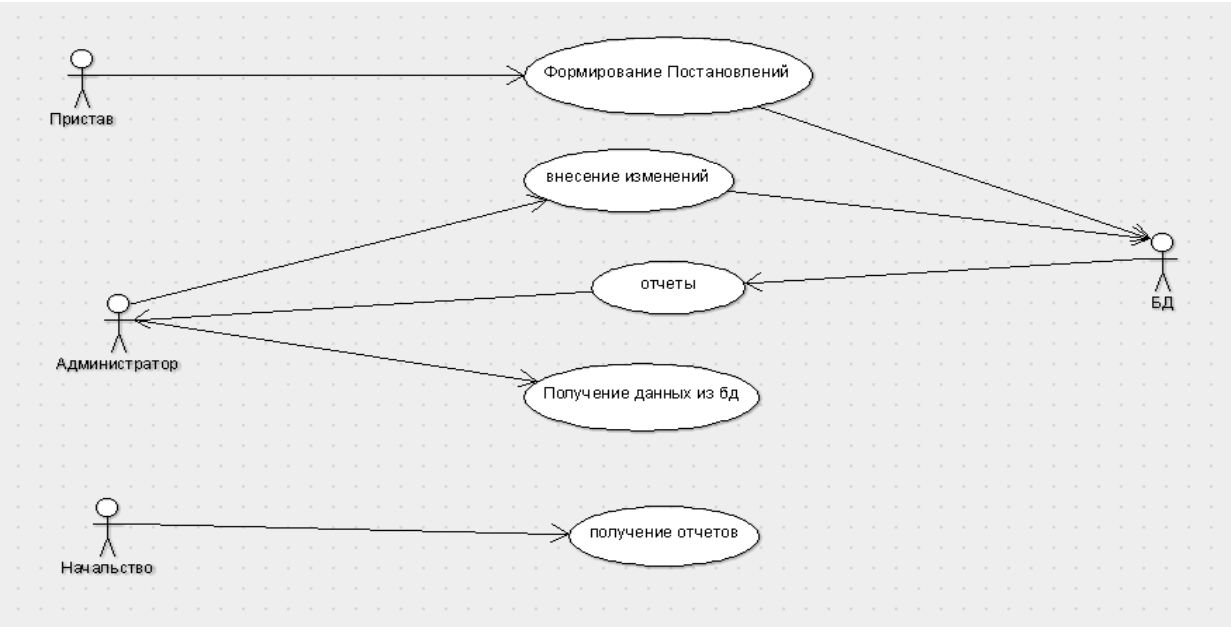


Рис. 1. Отношения между актерами и элементами Use Case

На рисунке 2 представлена модель миграции инфраструктуры предприятия на облачную платформу.

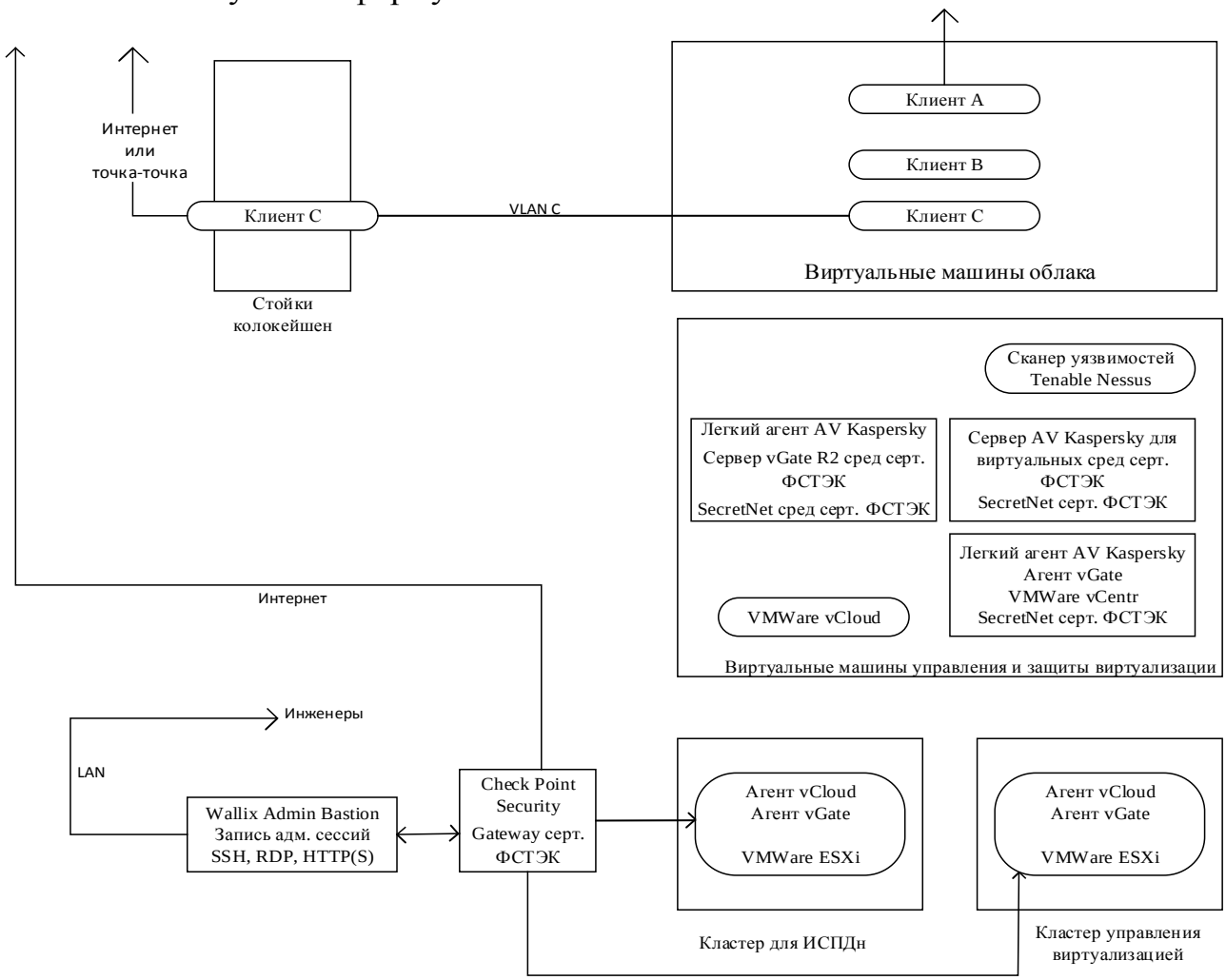


Рис. 2. Платформа виртуализации

Таким образом, можно сделать вывод, что главная цель миграции АИС ФССП в облако заключается в доработке под веб-клиент с обеспечением сохранности данных на уровне виртуальных машин и хранилища.

Для оценки экономической эффективности облачной архитектуры по сравнению с традиционной требуются детальные расчеты стоимости обоих решений [1].

1. Воробьев, А. М. Облачная приватная сеть. XII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: материалы межрегиональной научной конференции в 2 т. – Вологда, 2018. – Т. 1. – С. 129–134.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Р.М. Галиев
Научный руководитель ***А.М. Полянский****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Связь образования и работодателей порождает многочисленные споры и проблемы при формировании учебного процесса. Имеющиеся средства автоматизации позволяют обычно лишь выполнять функции по расчёту нагрузки и балансированию её между периодами обучения, программами дисциплин и преподавателями. Также эти средства автоматизации не решают проблемы взаимосвязи сферы труда и сферы образования и имеют в своем составе частные модели, которые касаются единичных процессов.

Для составления основных профессиональных образовательных программ используется информация из методических рекомендаций. Для этого необходимо провезти анализ трудовых функций и уточнить задачи профессиональной деятельности, к решению которых готовится выпускник. Для этого необходимо:

1. Проанализировать перечень трудовых функций, отобранных для разработки конкретной образовательной программы.
2. Выбрать наиболее значимые трудовые функции.
3. При необходимости на основе выбранных трудовых функций составить обобщенный перечень задач профессиональной деятельности выпускника образовательной программы высшего образования и сопоставить его с ФГОС.

Также необходимо формирование перечня компетенций, вносимых в ОПОП дополнительно к компетенциям ФГОС ВО. При использовании ПС для формирования расширенного перечня профессиональных компетенций образовательной программы необходимо:

1. Проанализировать описание трудовых функций, которые содержит профессиональный стандарт.
2. Проанализировать описание характеристик обобщенных трудовых функций всех ПС, используемых для разработки образовательных программ.
3. Отобрать наиболее значимые для конкретного проекта образовательной программы трудовые функции.
4. Проанализировать сформулированные в ПС квалификационные требования к выбранным трудовым функциям.
5. Составить на основе отобранных единиц профессионального стандарта и квалификационных требований к ним перечень профессиональных компетенций.

При анализе документов возникают понятийно-терминологические расхождения терминов сферы труда и сферы образования. Это происходит во многом из-за того, что документы, регулирующие развитие сфер труда и образования, разрабатываются разными ведомствами. В сфере труда и в сфере образования часто применяются термины, имеющие разную смысловую нагрузку.

Предполагаемая новизна работы – это модель предметной области, которая отличается от известных тем, что в комплексе решает задачу автоматизации формирования документов. Для сферы образования модель предметной области предоставит возможность:

1. Проследить за компетенциями и профессиональными задачами, которые требует образовательный стандарт.

2. Разобраться, для каких видов деятельности и функций предназначены компетенции и профессиональные задачи.

3. Сопоставить компетенции и профессиональные задачи со знаниями, умениями и навыкам из профессионального стандарта.

4. Создать оптимальное соотношение потребности в наборе и уровне компетенций, диктуемой рынком труда, и материала, преподаваемого студентам.

Вторая, предполагаемая, новизна работы – многоагентная модель информационной системы управления жизненным циклом ОПОП и комплекта документов организации учебного процесса. Многоагентная система – это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами. Многоагентные системы могут быть использованы для решения таких проблем, которые сложно или невозможно решить с помощью одного агента или монолитной системы. В компьютерной науке интеллектуальный агент – программа, самостоятельно выполняющая задание, указанное пользователем компьютера, в течение длительных промежутков времени. Интеллектуальные агенты используются для содействия оператору или сбора информации.

Данная модель будет отличаться от существующих набором агентов и степенью их активности и интеллектуальности. Система будет сочетать в себе не только агенты, но и сервисы. Сервисы могут быть как заимствованные (готовые решения), так и сделанные самостоятельно.

Агент может отвечать за выполнение анализа профессионального стандарта на предмет его структурных компонентов, с целью поиска необходимой информации по направлению обучения студента по данному профессиональному стандарту. Агенту необходимо сориентироваться по смыслу всех определений профессионального стандарта и найти соответствующие определения образовательному стандарту.

Планируется несколько агентов. Каждый агент работает со своим видом документа и отвечает на обработку только одних структурных данных. Агент может отвечать за компоновку ОПОП. Тогда в задачи этого агента входит надежность и непротиворечивость информации при компоновке образовательной программы.

Агент взаимодействует с другими агентами, запрашивает у них информацию, например из профессионального и образовательного стандартов, и пытается скомпоновать единую систему взаимосвязанных компонентов.

Также можно предложить следующие агенты: агент, который будет сканировать реестр образовательных стандартов, и агент, который будет сканировать реестр профессиональных стандартов. Они будут сигнализировать пользователю по мере появления обновлений новых версий документов.

Надо заметить, что на данный момент идет процесс объединения дисциплин для разных направлений подготовки, чтобы объединять студентов в более крупные потоки. Для этого необходима унификация учебных программ и планов с точки зрения названия дисциплины, её размерности и нагрузки. Это позволит вести определенный предмет одновременно для нескольких направлений, который будет проводить один преподаватель, и также соблюсти последовательность преподавания предмета в вузе.

Проблема состоит в том, что общую программу дисциплины для нескольких направлений сверстать проблематично, так как у каждого направления подготовки компетенции прописаны разные. Даже если профессии схожие, но, с точки зрения компетенций, студентов необходимо обучать разным аспектам конкретной дисциплины.

Задача требует аккуратного обдумывания над новым критериальным выбором компромиссного решения на стыке нескольких учебных планов, которые подкреплены разными компетенциями. Разработка информационной системы для решения существующих проблем позволит упростить и ускорить сопряжение сферы труда и сферы образования и решить проблемы противоречивости документов этих сфер.

1. Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: Материалы Межрегиональной научной конференции IX ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых. В 2-х т. – Вологда : ВоГУ, 2015. – Т. 1. – 570 с.

2. Молодые исследователи – регионам : материалы Международной научной конференции (Вологда, 20–21 апреля 2016 г.): в 3 т. / М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т ; [отв. ред. А. А. Синицын]. – Вологда : ВоГУ, 2016. – Т. 1. – 590 с.

3. Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 18–19 апреля 2017 г.): в 4 т. / М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т ; [отв. ред. А. А. Синицын]. – Вологда : ВоГУ, 2017. – Т. 1. – 608 с.

4. Материалы Межрегиональной научной конференции IX ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых : в 2-х т. / Мин-во образования и науки РФ ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2015. – Т. 1: Технические науки. Экономические науки. – 570 с.

5. Материалы межрегиональной научной конференции X Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых : в 4 т. / М-во образ. и науки РФ ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2016. – Т. 1. – 276 с.

6. Профессиональные стандарты в области ИТ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php

7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Методические разработки. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fgosvo.ru/support/43/5/8

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО КЛУБА «VOLBIT»

М.В. Денисова

Научный руководитель ***С.Ю. Ржеуцкая****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Трудно представить современную жизнь без компьютера и интернета. Они проникли во все сферы жизни человека: заказ товаров и услуг, получение различной информации, также не будем забывать о развлекательных возможностях современных технологий. А ведь совсем недавно для получения нужной информации приходилось, как минимум, пользоваться телефоном, а то и лично посещать различные места. С середины 90-х годов проникновение информационных технологий в нашу жизнь увеличивается, а значит, увеличивается и наш уровень жизни.

Однако у такого внедрения технологий есть и свои недостатки. Существуют различные проблемы, такие как безопасность персональных данных, подлинность достоверной информации и контроль доступа к ней, доступность и целостность данных. Чтобы легко и быстро можно было найти для себя подходящую информацию в доступной форме, компании создают сайты, куда выкладывают актуальную и достоверную информацию.

Сайт – это лицо компании. Зайдя на него, можно узнать всю информацию о её деятельности. Целью моей работы является создание информационной веб-системы для компьютерного клуба «VolBit», с помощью которой будет автоматизирована его деятельность.

Компьютерный клуб «VolBit» обучает информационным технологиям детей с 1 по 11 класс. Курсы последовательно ориентированы на школьников младших, средних и старших классов. Сайт поможет родителю получить полную информацию о курсе, узнать стоимость, место проведения занятий и его расписание. С помощью личного кабинета родитель будет всегда проинформирован о посещаемости ребенка, оплате, переносах занятий и домашних заданиях.

Для представления работы информационной системы в удобном виде представлена диаграмма вариантов использования (рис.).

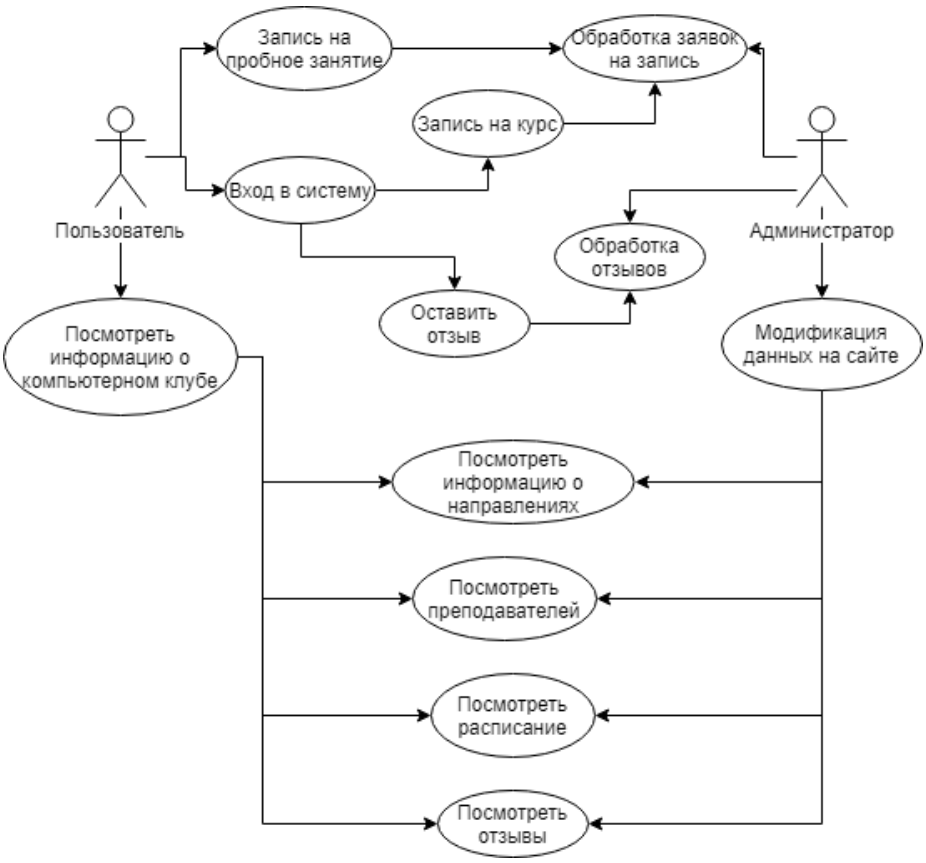


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

В информационной системе два типа актёров: пользователь и администратор. Пользователь может просматривать информацию, узнавать расписание занятий, записаться на курс, узнать информацию о преподавателе, оставлять отзыв, как об определенном курсе, так и о компьютерном клубе в целом.

Администратор системы отвечает за модернизацию данных и обработку заявок и отзывов.

В процессе разработки информационной системы большое значение играет правильный выбор системы управления базами данных (СУБД) [1]. Оценивать будем их по пятибалльной системе (табл.).

Таблица

Сравнительная таблица СУБД

Критерий	Наименование				
	SQLite	MySQL	Oracle	PostgreSQL	Access
Переносимая	5	5	5	5	2
Универсальная	5	5	5	5	5
Бесплатная	+	+	–	+	–
Наличие информации	4	5	4	4	3
Масштабируемая	2	5	5	5	3
Наличие коллективного доступа	2	5	5	5	3

В качестве системы управления базами данных по совокупности критериев была выбрана свободная реляционная СУБД MySQL [2]. Эта СУБД обладает большим списком преимуществ, среди которых особенно отмечаются высокопроизводительные и надёжные механизмы транзакций и репликаций, наличие коллективного доступа, наличие информации, расширяемость, отличная масштабируемость, а также то, что она является бесплатной. За эти и другие качества MySQL считается одним из лидеров на рынке приложений по управлению базами данных.

В настоящее время сайт находится на стадии реализации. В качестве архитектурной модели был выбран вариант разделения логики программного продукта на три составные части: клиент, сервер приложений и сервер баз данных:

1. «Клиент» представляет собой веб-сайт, в основе которого лежит код HTML и CSS шаблонов для оформления интерфейса и вёрстки.

2. Основной язык программирования, применяемый на серверной стороне, – Java с использованием фреймворка Spring, который позволит реализовать концепцию MVC, на которой разрабатывается серверная часть приложения. Данная концепция облегчает понимание кода, повышает надёжность работы и расширяет возможности программиста по реализации дополнительного функционала приложения.

3. В качестве системы управления базами данных по совокупности критериев была выбрана свободная реляционная СУБД MySQL [2].

Внедрение системы позволит значительно упростить процесс взаимодействия учеников и их родителей с администрацией клуба. В результате ожидается рост контингента обучающихся и планируется расширение деятельности компьютерного клуба.

1. Ржеуцкая, С. Ю. Базы данных. Теоретические и языковые основы: учебное пособие / С. Ю. Ржеуцкая. – Вологда : ВоГУ, 2016. – 112 с.

2. Введение в СУБД MySQL. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://intuit.valrkl.ru/course-205/index.html

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ПЕТРИ

П.В. Дмитриев
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сети Петри являются сильным инструментом для моделирования в компьютерных науках, инженерных системах и во многих других дисциплинах. Они объединяют наглядное графическое представление, которое позволяет визуализировать каждый шаг работы моделируемой системы, с четким математическим описанием для моделирования и последующего анализа. Комбинация этих двух свойств является основной причиной успеха сетей Петри. В этой статье предлагается подход к разработке системы моделирования таких сетей.

Первым шагом является анализ существующих типов сетей Петри и выбор из них тех, которые необходимо включить в разрабатываемую систему.

Все типы сетей Петри являются надстройкой над самой простой её реализацией. В такой сети все метки неразличимы между собой, по этой причине при её применении возникают трудности, создавая сложные модели.

Цветные сети Петри значительно расширяют возможности обычной сети, позволяя различать метки друг от друга, давая им идентификаторы, называемые цветами. Позиции также имеют цвет, при этом позиция может иметь метки только приписанного ей цвета [1]. При этом переходы срабатывают, учитывая цвет входящих меток. После перехода он может меняться на другой. Такая сеть значительно расширяет возможности обычной и позволяет делать компактные и понятные модели систем.

Временная сеть Петри. В случае если моделируемая система является динамической и работает в реальном времени, появляется необходимость добавить переменную времени к меткам. Такая сеть называется временной. Все переходы и позиции обладают параметром задержки. Метка, проходя пытаясь пройти через них задерживаются на эту величину. Такая модель позволяет получить, например, время необходимое для того, чтобы последний покупатель из очереди совершил покупку. Можно выделить два основных таких типа сетей: *детерминистическая* (задержка является точно определенным числом) *и стохастическая* (задержки являются случайными величинами).

Предикатные/переходные сети – сети, позволяющие дать меткам различные свойства. Каждый переход представляет возможные изменения меток. Такое изменение состоит из удаления токенов из меток и добавления их в другие в соответствии с выражением, присвоенном дуге на этом переходе. Переход включается всякий раз, когда все позиции и метки в них удовлетворяют предикатное выражение.

Для расширения предикатной сети можно добавить к меткам параметр меру возможности – случайную величину, обозначающую способность метки

проходить через переходы. Такая сеть называется *нечеткой*. В ней при переходе меток учитывается мера возможности: если она не соответствует условию на переходе, он не сработает.

Огромным преимуществом Сетей Петри является то, что в зависимости от задачи, можно использовать любую комбинацию типов сетей. Эту возможность нужно отразить в разрабатываемой системе. Можно выделить два способа реализации:

1. *Модульная архитектура*. На основу базовой сети накладываются модули других типов Петри, что дает нужную комбинацию для решения задачи. Любое звено решения, кроме базовых интерфейсов, может быть переписано и динамически интегрировано. Любой модуль может изыматься и добавляться в инфраструктуру, но при решении заменить один модуль другим, придётся реализовать всю функциональность удаляемого модуля. На рисунке 1 представлен пример такой архитектуры.

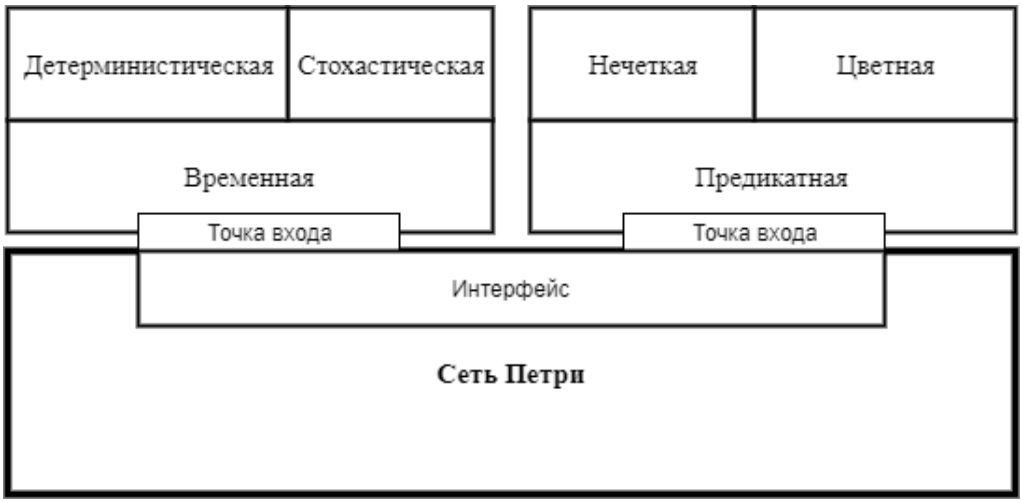


Рис. 1. Пример модульной архитектуры

2. *Монолитная архитектура*. В этом случае нужно создать сеть Петри со всеми реализуемыми типам. Если один из типов не нужен, то исключаем его из используемых. Пример монолитной архитектуры представлен на рисунке 2.

Рис. 2. Пример архитектуры с атрибутами

Монолитная архитектура проще в разработке и быстрее работает, но вызывает сложность модернизации и изменения, требуя для себя большего внимания, но в итоге упрощая работу. Оба варианта, имея свои плюсы и минусы, могут быть использованы в реализации.

Были представлены огромные возможности сетей Петри, но моделирование само по себе ничего не дает. Необходимо проводить анализ работы разработанной модели для получения информации о ней.

Существует три основных подхода к анализу сетей Петри.

1. Анализ достижимости – строится дерево достижимости: в нем перечислятся все достижимые позиции. Этот алгоритм зацикливается в случае, если сеть не ограничена, и дерево будет расти бесконечно.

2. Матричный анализ – позволяет по построенной матрице анализировать работу сети.

3. Симуляция – является самым ресурсозатратным подходом, так как заключается в запуске самого алгоритма работы сети. Несмотря на это, он является самым простым и удобным.

В лучшем случае, в системе моделирования сетей Петри, для реализации всех возможностей, должна быть возможность использовать все три подхода анализа сетей Петри. Вывод их результатов должен быть сделан как в числовом, так и в графическом виде.

Немаловажным требованием является интерактивность системы. Создание новых элементов сети, её изменение, а также возможность возвращаться на предыдущие шаги её работы.

Предложенная система позволяет моделировать объекты с помощь наиболее подходящей сети Петри. Результаты анализа можно выводить как в числовом, так и в графическом виде, что позволит оценить динамику работы сети. А интерактивность повышает удобность её использования.

1. Ломазова, И. А. Вложенные сети Петри: моделирование и анализ систем с объектной структурой. / И. А. Ломазова – Москва : Научный мир, 2004.

2. Petri Nets World: Online Services for the International Petri Nets CommunityРоссии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/index.php

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОИСКОВЫХ ЗАПРОСОВ С ПОМОЩЬЮ АГЕНТА ПОИСКА

А.Н. Егоров
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков,*** *канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В статье «Интеллектуальная система для создания контекстной информации на основе многоагентной системы» мною был описан общий алгоритм работы интеллектуальной системы и отображена общая схема ее работы с описанием каждого агента.

В данной статье я более подробно опишу принцип работы агента поиска и его реализацию по сбору запросов. Задачей этого агента является получить все возможные запросы из поисковой системы и записать их в свою базу данных, чтобы в дальнейшем отслеживать все изменения и пополнять ее.

Для того чтобы агент смог выполнить данную задачу, ему требуется три массива данных:

1. Массив фраз для поиска. Это фразы, которые набирают потенциальные покупатели в поисковой системе, чтобы найти информацию о нашем товаре или услуге. Например: «Купить игровой компьютер с доставкой по всей России».

2. Массив минус слов или фраз. Данный массив содержит слова или фразы, запросы с которыми мы хотим исключить из нашей выборки. Например: «Возможно ли купить игровой компьютер с доставкой по всей России». В этом примере минус фразой будет «возможно ли», потому что она делает поисковую фразу информационной, а мы хотим исключить такого рода запросы.

3. Регионы, по которым требуется осуществить поиск. Здесь можем выбрать: один или несколько регионов, таких как Санкт-Петербург, Москва; по регионам внутри областей – Волховский район, Сосновый Бор; по другим странам – Болгария, Австрия. Это зависит от нашей задачи

После того как мы составим три массива, нам надо воспользоваться API Яндекс.Директ, чтобы осуществить сбор поисковых запросов из реальной базы данных поисковой системы.

Яндекс.Директ – это единая платформа для размещения контекстной и медийной рекламы. Директ покажет объявления целевой аудитории, заинтересованной в ваших товарах или услугах. API – это конструктор, в котором есть набор деталей (функций, методов) и правил их использования. При работе через API приложение отправляет запрос к сервису и получает ответ, содержащий запрошенные данные. Если рассматривать API Директа в целом это мощный инструмент для управления рекламными кампаниями. С его помощью можно автоматизировать рутинные операции, использовать собственные

алгоритмы управления ставками, выгружать статистику и решать множество других задач. В рамках данной статьи мы коснемся лишь маленькой части, связанной с работой Яндекс Wordstat.

На момент написания статьи существует две актуальные версии API – 4 и 5. Большим функционалом и гибкостью обладает 5 версия, но она не умеет работать с сервисом Wordstat, а 4 версия умеет, поэтому мы будет использовать именно ее.

Из особенностей API Яндекс.Директ можно выделить:

- бесплатное использование;
- подробную документацию с описанием и примерами для каждой функции;
- авторизацию с использованием протокола OAuth 2.0 (это значит, что в запросах необходимо указывать авторизационный токен);
- запросы выполняются по протоколу https методом post;
- входные и выходные структуры данных передаются в теле запроса и ответа;
- два формата взаимодействия – JSON и SOAP/XML [4].

Перед тем как начать работу с API, необходимо пройти процедуру регистрации приложения на сервисе Яндекс.OAuth. После прохождения модерации выдадут отладочный OAuth-токен. Разработку и откладку будем производить на тестовых данных в специальной «Песочнице», так как если это сделать на реальной кампании в Яндекс.Директ, то это может привести к ее некорректной работе.

Все подготовительные процедуры мы прошли, приступим к разработке приложения, которая будет производиться на языке программирования PHP версии 7.2 с использованием формата взаимодействия JSON.

Для того чтобы получить необходимый нам отчет о статистике поисковых запросов, в API Яндекс.Директ предусмотрен метод «GetWordstatReport», но перед тем как получить отчет, нам нужно его создать и дождаться его формирования: для выполнения этих операций существует два метода: «CreateNewWordstatReport» и «GetWordstatReportList».

Алгоритм работы представлен на рисунке.

Сначала мы вводим данные для авторизации (логин от почты Яндекс, OAuth-токен и адрес для отправки запросов в Песочницу), три массива данных (фразы для поиска, минус слова или фразы, регионы, по которым требуется осуществить поиск). Далее отправляем запрос на авторизацию в кодировке UTF-8 и, при успешном выполнении операции, формируем запрос на создание отчета. Для этого воспользуемся методом «CreateNewWordstatReport», которому для создания отчета требуются следующие параметры: массив ключевых фраз с минус-фразами, массив идентификаторов регионов. Метод вернет идентификатор будущего отчета.

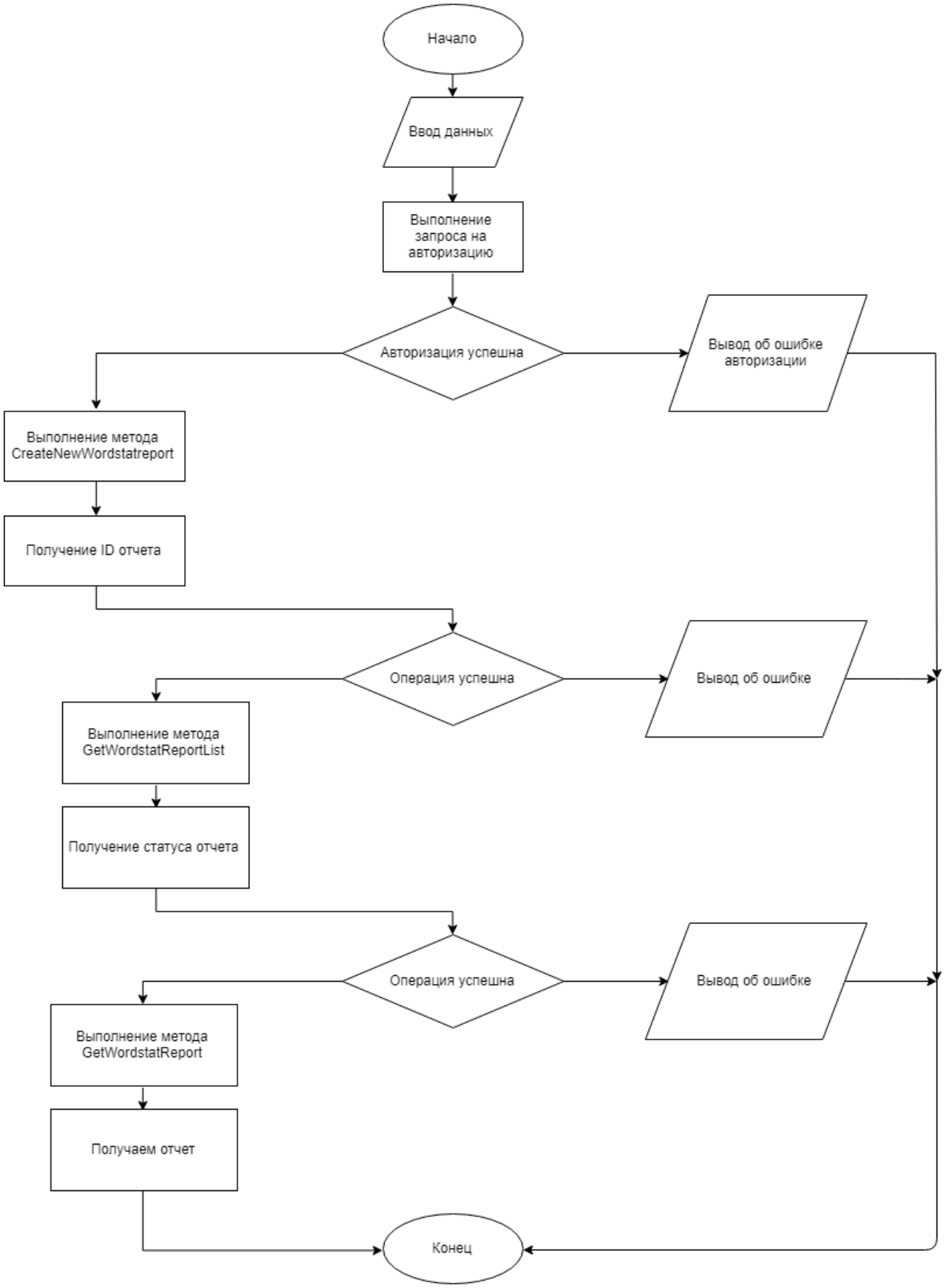


Рис. 1. Алгоритм работы

Дальше нам необходимо дождаться окончания формирования отчета. Для этого будем проверять статус отчета раз в десять минут. Окончанием формирования отчета будет свидетельствовать статус Done.

Сам отчет мы получаем с помощью вызова метода «GetWordstatReport». Из обязательных параметров требуется идентификатор отчета, который мы получили при использовании метода «CreateNewWordstatReport» [5].

В результате у нас будет массив реальных запросов с их количеством в течение 28 последних дней. В дальнейшем планируется настроить сохранение этих данных в базу данных и связать с модулем генерации текста по данным запросам.

1. GS.SEO-AUDITOR.COM.RU – Глобальная статистика Интернета // Глобальная статистика Интернета, URL: http://gs.seo-auditor.com.ru/sep/2017/ (дата обращения: 11.11.2018).

2. YANDEX.RU – О Яндекс.Директе // О Яндекс.Директе, URL: https://yandex.ru/support/direct/ (дата обращения: 26.10.2017).

3. TOCHNO-TOCHNO.RU – Агентство интернет рекламы // Агентство интернет рекламы, URL: https://tochno-tochno.ru/info/press/ctr-v-poiske-yandex/ (дата обращения: 21.10.2018).

4. NEWS.NETCRAFT.COM – Internet Security and Data Mining // Internet Security and Data Mining, URL: https://news.netcraft.com/archives/2009/02/01/one_million_ssl_sites_on_the_web.html (дата обращения: 09.11.2018).

5. YANDEX.RU – Правила и требования к рекламе // Правила и требования к рекламе, URL: https://yandex.ru/support/direct/moderation/adv-rules.html (дата обращения: 03.10.2018).

ИНТЕРАКТИВНОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ЯЗЫКУ С++

П.В. Егоров

Научный руководитель ***И.А. Андрианов****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Несмотря на то, что профессия «программист» является довольно популярной и востребованной на рынке, многие компании до сих пор ощущают дефицит кадров. И это вполне естественно, ведь информационные технологии проникают в нашу жизнь всё сильнее с каждым днём, а значит, необходимо всё больше и больше разнообразного программного обеспечения.

Одной из преград в обучении может являться сложность восприятия материала, а именно трудности в применении теоретических знаний на практике.

В этой статье будет рассмотрено, как использование современных web-технологий может помочь сблизить теорию и практику.

Какой же язык стоит предложить для изучения? Одним из наилучших вариантов является C++ – это высокоуровневый язык программирования общего назначения, позволяющий работать в процедурной, функциональной и объектно-ориентированной парадигме. Несмотря на своё давнее появление в 1985 году, он до сих пор поддерживается и развивается. Основные реализации представлены компиляторами LLVM Clang, GNU Compiler Collection (GCC), Microsoft Visual C++. Несмотря на некоторую склонность языка к системному программированию, он применяется для создания довольно широкого круга прикладных программ, в особенности которым необходимо получить максимум производительности от компьютера. Именно поэтому C++ (по состоянию на октябрь 2019 года) остаётся в вершине списков популярности языков программирования, занимая 4 место, пусть и уступая немного более современным языкам, а также своему предшественнику [1].

Однако постоянное развитие языка, вместе с попыткой сохранить как можно больше совместимости с предыдущими стандартами, делает изучение C++ не самым простым занятием. Для наилучшего усвоения материала рекомендуется сразу же применять полученные знания на практике. Но в большинстве книг задания предлагаются в конце главы, сами задания не интересны, а проверка правильности решения возлагается на самого изучающего. Изучение языка программирования на курсах, в школе или университете тоже имеет свои минусы: внимание преподавателя рассеивается на большое количество учеников, а, значит, ошибки в решениях тоже не всегда удаётся заметить и исправить.

Рассмотрим обучающую систему, которая позволит избавиться от указанных недостатков.

Обучающая система представляет собой веб-сайт. Глобальная цель – изучение языка программирования (в данном случае C++) разбивается на крупные, логически обоснованные модули, например: «основы языка», «программы в функциональном стиле», «ООП» и другие. В свою очередь, каждый модуль разбивается на отдельные уроки, состоящие из теоретической и практической части, а также содержит промежуточные тесты, позволяющие проверить и освежить знания человека, использующего систему. Особенность уроков – совмещение на одной веб-странице теории, заданий и интерактивных блоков редактора кода. Таким образом, проработка темы сводится к нескольким пунктам:

1. Чтение небольшого фрагмента текста, объясняющего какую-нибудь новую концепцию.
2. Чтение задачи.
3. Выполнение задачи.

В уроке может быть несколько таких фрагментов, что позволяет максимально сблизить теорию и практику.

Код, набранный учеником, отправляется на сервер, где компилируется и тестируется на заранее подготовленном наборе тестов. Такой подход имеет как свои плюсы, так и минусы.

К плюсам можно отнести полную автоматизацию проверки и её тщательность – ученику не нужно самому продумывать, как проверить правильность решения, а также это будет очень быстро. Для простых заданий достаточно просто сообщить результат автоматизированной проверки. С ростом сложности материала имеет смысл при успешном прохождении тестов давать ученику доступ к решениям других пользователей, в том числе варианту кода автора. Это позволит ученику посмотреть на альтернативные варианты решения или увидеть, где можно было бы сделать лучше.

Минусом такого подхода является то, что проверяется только корректность выполнения задания, но нет возможности оценить, насколько читаемый получается код, а ведь это является довольно важным элементом при работе в команде. Но и это можно в некоторой мере смягчить, применив модуль проверки стиля кода. Он обеспечит пусть и формальные, но всё-таки полезные проверки соответствия стиля стандартам и общепринятым соглашениям.

Исходя из этого, нельзя сказать, что данная система полностью сможет заменить какой-либо из существующих подходов к обучению программированию, ведь у неё тоже есть определённые недостатки. Наилучшим выходом из данной ситуации является применение системы живым преподавателем. Автоматизированная проверка сохранит время и внимание преподавателя, а возможность мгновенно открыть любой интересующий раздел с теорией заменит долгий поиск нужной информации в книге для ученика [2].

Особое внимание стоит уделить встраиваемому редактору.

Написанный учеником код может быть как полной программой, так и небольшим фрагментом. Расширение существующей функциональности уже существующего кода является важным шагом в обучении, ведь в реальной жизни чаще приходится читать и редактировать код, написанный другими программистами.

Другой важный навык, который может приобрести программист, – отладка программы. Некоторым приёмам можно обучить с помощью описываемой системы, например пошаговое исполнение программы.

Архитектура приложения была выбрана трёхслойная: клиент, сервер приложений и сервер баз данных.

Клиентская часть представляет собой веб-страницу с применением JavaScript фреймворка ReactJS для описания логики клиента, и набора инструментов Bootstrap (HTML и CSS шаблоны) для оформления интерфейса.

Серверная часть – это приложение на Java с использованием фреймворка Spring. Spring состоит из различных модулей, которые значительно облегчают разработку крупных программ. Основной особенностью является принцип инверсии управления (Inversion of Control). Кроме этого, будет использоваться

предлагаемая фреймворком реализация концепции Model-View-Controller (MVC).

Для реализации взаимодействия клиентской части и дебаггера на сервере используются вебсокеты (WebSocket). Это протокол связи, реализованный поверх протокола TCP, предоставляющий двустороннюю связь между клиентом и сервером. WebSocket разрабатывался для обеспечения удобной реализации интерактивных веб-приложений, которые сильно зависят от серверной составляющей. Хотя протокол был стандартизирован не так давно, в 2011 году, он реализован во всех крупных популярных браузерах.

В качестве СУБД используется PostgreSQL – надёжное решение с открытым исходным кодом, практически не уступающее даже Oracle DB. Это объектно-реляционная СУБД, почти полностью соответствующая стандарту SQL и удовлетворяющая требованиям ACID.

1. TIOBE Index for October 2019 [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – Режим доступа: https://tiobe.com/tiobe-index/.

2. Андрианов, И. А., Петров, И. А., Ржеуцкая, С. Ю. Архитектура электронного ресурса для обучения информационно-коммуникационным технологиям // материалы Шестой Всероссийской научно-технической конференции «Вузовская наука – региону». – Вологда, 2008. – С. 44–47.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТУННЕЛЯМИ ДЛЯ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТИ

А.Е. Ершов

Научный руководитель ***В.А. Антоненко,*** *канд. физ.-мат. наук, ст. научный сотрудник*

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

г. Москва

В качестве объекта разработки в настоящей работе будет рассмотрен ПКС-контроллер Runos. В данное время в Runos присутствует сервис так называемых Bridge-доменов, который позволяет создавать туннели между двумя или более узлами сети с заданием одной из следующих метрик: количество узлов в маршруте, скорость передачи информации на порту, нагрузка порта, выбор маршрута вручную. Однако при этом нет возможности задавать комбинированные метрики, когда наилучший маршрут выбирается на основании нескольких параметров. Также в Runos нет функциональности, обеспечивающей перераспределение маршрутов, в соответствии с требованиями клиентов, в случае возникновения аварийных ситуаций в сети.

В настоящей статье будет описана разработка приложения для ПКС-контроллера Runos, которое будет поддерживать задание комбинированных метрик, а также обеспечивать улучшенный сервис перераспределения маршрутов в аварийных ситуациях (обрыв канала) с учётом заявленных пользователями требований.

Под программно-конфигурируемой сетью (ПКС) в данной статье будем понимать сеть передачи данных, в которой уровень управления сетью отделён от устройств передачи данных и реализуется программно [1].

В качестве инструментального средства реализации системы был выбран тип bridge-доменов P2P (Point-to-point или точка-точка), при котором два узла сети соединяются напрямую через коммуникационное оборудование, так как от данной системы требуется соединять один интерфейс с другим, что соответствует назначению данного типа bridge-домена. Оконечные точки в bridge-домене характеризуются совокупностью трёх значений: DPID коммутатора (Datapath ID – 64-разрядный идентификатор информационного канала на каждом коммутаторе), номер порта коммутатора и VID (VLAN ID – 12-разрядный идентификатор VLAN, используемый в стандарте 802.1Q; указывает, какому VLAN принадлежит фрейм).

Bridge-домены используются в Runos для создания соединения двух или более узлов сети и представляют собой логическую связность данных узлов, без который доступность одного из узлов другим узлом невозможна. На основе bridge-доменов в разрабатываемом приложении будет строиться система управления сетевыми туннелями.

Под Bridge-доменом будем понимать совокупность логических интерфейсов, которые имеют одинаковые характеристики изучения MAC-адресов и лавинной рассылки (flooding) [2].

В рамках данной работы было разработано приложение TunnelMaker для ПКС-контроллера Runos. Данное приложение с помощью консольного интерфейса контроллера Runos позволяет получать сервис прокладки сетевых туннелей с указанием максимально допустимого количества узлов (коммутаторов) в маршруте и опции свободного маршрута, означающей отсутствие трафика других пользователей на данном маршруте. Также данное приложение осуществляет перераспределение маршрутов, в соответствии с требованиями клиентов, в аварийных ситуациях (обрыв канала).

В консоли контроллера с помощью команды *mktun* задаются необходимые требования к туннелю: атрибуты коммутаторов (DPID, порт, VLAN ID), максимальное количество узлов в путях, требование, единоличное владение маршрутом. Результатом выполнения данной команды является создание туннеля между указанными коммутаторами с соответствующим качеством сервиса или сообщение об ошибке, если туннель с такими требованиями невозможно создать. Удалять туннели можно с помощью команды *deltun.*

Опция свободного маршрута задаётся ключом *--freeroute* и гарантирует, что по маршрутам данного клиента будет идти только его трафик. В случаях,

когда разрешить коллизии не представляется возможным, пользователю будет выведена на экран соответствующая диагностика. Коллизией считается ситуация, когда в маршрутах двух клиентов присутствует хотя бы один общий канал. В дальнейшем данную опцию можно развить и улучшить следующим образом: если клиенту важна загруженность каналов, он может запросить опцию наиболее свободного канала, и ему будет предоставлен канал с наименьшей загрузкой.

В качестве инструмента для эмуляции сети было выбрано приложение Mininet, обладающее хорошей документацией, широким функционалом и гибким набором API, позволяющим моделировать необходимую сетевую топологию (сетевая топология, на которой проводилось исследование, представлена на рисунке).

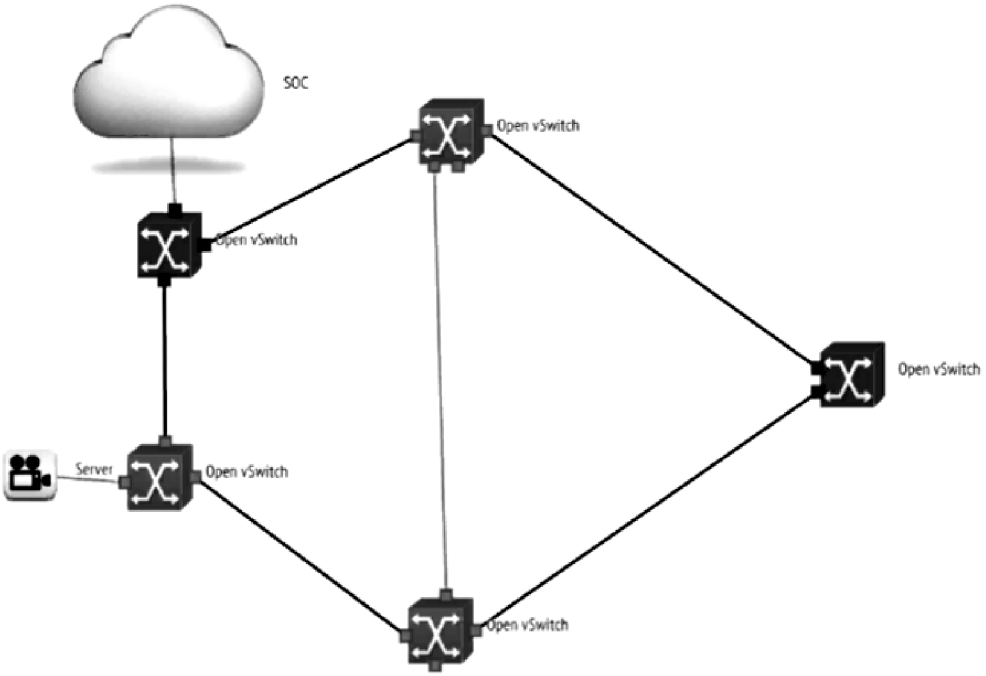


Рис. 1. Сетевая топология для проведения тестов

Был проведён ряд экспериментов по проверке работоспособности приложения: функционирование в нормальных условиях и функционирование с созданием аварийной ситуации.

В первую категорию вошли следующие тесты:

1. Проверка прохождения трафика по созданному маршруту.
2. Проверка ограничения на количество коммутаторов в маршруте.
3. Проверка корректности единоличного владения маршрутом.

Тесты из второй категории:

1. Проверка перераспределения путей в рамках туннеля одного пользователя.
2. Проверка перераспределения маршрутов нескольких пользователей в случае обрыва канала.

В первом случае проверялась достижимость трафика одного хоста, проходящего через созданный туннель, на стороне другого хоста. Проверялось выполнение требований к качеству сервиса, заявленного пользователем: количество коммутаторов в маршруте и отсутствие трафика других пользователей на данном маршруте, если данные требования были указаны в команде. Во втором случае проверялась корректность поведения приложения при возникновении аварийной ситуации (обрыв канала): перераспределение маршрутов пользователей и удовлетворение требованиям к качеству сервиса на новых маршрутах после перераспределения.

По результатам экспериментального исследования разработанное в рамках работы приложение показало свою корректность заявленным требованиям к нему, а именно: создание туннелей с учётом пользовательских требований и перераспределение туннелей при возникновении аварийной ситуации с сохранением заявленных требований к качеству сервиса.

Описанное в данной статье приложение позволит пользователям ПКС-контроллера Runos получать улучшенный сервис управления сетевыми туннелями с указанием расширенных требований к маршрутам и гарантией сохранения данных требований с течением времени и с учётом возможных аварийных ситуаций.

1. Логинов, С.С. Об уровнях управления в программно-конфигурируемой сети (SDN) [Текст] / С.С. Логинов // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2017. – № 3. – Том II. – С. 50–55.

2. Bridge-domains and virtual-switch in JunOS. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/322560/

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПЛАНИРОВАНИЯ АГРАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д.Е. Жаравин

Научный руководитель ***С.Б. Федотовский****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

По данным Фонда «Общественное мнение», представленным за 2018 год, почти 80 % россиян активно пользуются персональными компьютерами, и это число постоянно увеличивается [1]. Результаты опроса представлены на рисунке 1.

Компьютерные и информационные технологии прочно внедрились не только во все сферы нашей жизни, но и стали востребованы в образовательной, медицинской, промышленной, а также сельскохозяйственной деятельности.

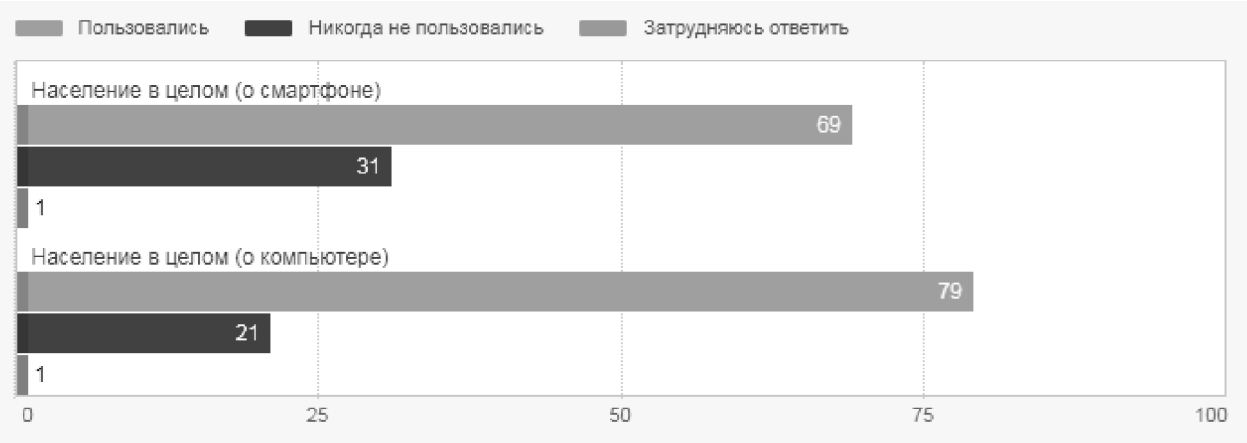


Рис. 1. Результаты опроса фонда «Общественное мнение»

Многие межотраслевые агропромышленные комплексы уже сегодня применяют современные технологии, которые направлены на автоматизацию, диагностику, мониторинг, учет и планирование своей деятельности. Они могут позволить себе самые новые и сложные информационные системы для управления предприятием. Однако эти программные продукты являются достаточно дорогостоящими, к тому же стоит учесть довольно большие расходы на внедрение подобных технологий в само производство.

Высокие цены на программное обеспечение обуславливаются наличием большой функциональности подобных систем, которая на деле, чаще всего, полностью не используется. Поэтому малые и средние сельскохозяйственные предприятия, не говоря уже о садоводческих товариществах и частных лицах, не могут себе позволить использование подобных технологий.

Рынок программных продуктов предлагает ряд универсальных систем, таких как Agro-online, Soft.farm, АгроКонтролер, Agronom и другие. Большинство из них включают в свой функционал такие возможности, как:

1. Хранение данных на удалённых серверах.
2. Учет состояния и автоматизация теплицы.
3. Контроль и учет процесса складирования урожая.
4. Ведение электронных агрохимических паспортов полей и их технологических карт.
5. Управление бюджетом и фондом оплаты труда.
6. Мониторинг работы сельскохозяйственной техники, контроль топлива и рабочего времени.
7. Создание бизнес-планов.
8. Оценка прогноза урожайности.
9. Возможность ведения одновременно нескольких предприятий.

Подобные программные продукты являются универсальными и хорошо подходят для крупных сельскохозяйственных предприятий. Однако такие системы обладают широким функционалом, что, в свою очередь, в разы повышает её стоимость и требования к аппаратной платформе вычислительной техники.

Очевидно, что из-за наличия излишнего функционала и высокой стоимости, небольшим фермерским хозяйствам и частным лицам не имеет смысла приобретать подобные технологии. Поэтому целесообразно рассмотреть создание собственной системы, которая обладала бы только самым необходимым функционалом и, как следствие, доступной ценой.

Конечная цель представляет собой разработку продукта для упрощения процесса мониторинга, учета и планирования аграрной деятельности фермерских хозяйств, предприятий и, особенно, частных лиц.

В ходе исследования будут рассмотрены методы и качество планирования аграрной деятельности, процесс мониторинга, система сбора информации, а также свойства, структура и взаимодействие элементов.

Таким образом, можно выделить основные задачи проекта:

1. Изучение и формирование требований к системе (исследование методов учёта аграрной деятельности фермерских хозяйств).
2. Анализ альтернатив, проведение патентно-информационных исследований.
3. Выбор программной платформы, разработка плана проекта.
4. Планирование и создание структуры базы данных.
5. Проектирование и реализация программных алгоритмов.
6. Тестирование системы, выявление и устранение ошибок.
7. Оценка результатов проекта.

Для реализации данного проекта была выбрана технологическая платформа «1С:Предприятие 8.3». Решение было принято с учётом удобства использования программы, простого и понятного интерфейса, который можно настроить индивидуально. К тому же некоторые пользователи уже имеют тот или иной опыт работы с продуктами 1С, зачастую это бухгалтерские работники.

Также стоит отметить, что «1С:Предприятие 8.3» распространяется как в клиент-серверном, так и в файловом варианте. Последний обладает минимальными системными требованиями к рабочим станциям и не требует подключения их к сети Интернет. Такой вариант рассчитан на персональную работу одного или небольшого количества пользователей, обеспечивает легкость установки и эксплуатации системы.

Немаловажен при выборе тот факт, что возможности «1С:Предприятие» позволяют при необходимости самостоятельно редактировать структуру базы данных.

В большинстве случаев, фермерские хозяйства и частные садоводы имеют достаточно ограниченный состав культур, к тому же он зачастую однотипен. Поэтому в программе пользователям будут предложены основные сельскохозяйственные культуры, а также создан интерфейс для добавления новых.

Платформа «1С:Предприятие» представляет собой универсальную систему для автоматизирования не только экономической, но и организационной деятельности предприятия. Поэтому такая структура способна адаптироваться практически под любые особенности определённой сферы деятельности. Для

обозначения такой способности используется термин конфигурируемость, то есть возможность настройки системы на особенности конкретного предприятия и класса решаемых задач [2].

Создание системы производится в отдельном модуле, который предназначен специально для разработчиков и программистов на базе платформы «1С:Предприятие». Данный режим запуска называется «Конфигуратор», он позволяет создавать, корректировать структуру и свойства базы данных, создавать программные модули и выполнять все административные функции [3]. Окно конфигуратора системы «1С:Предприятие» представлено на рисунке 2.

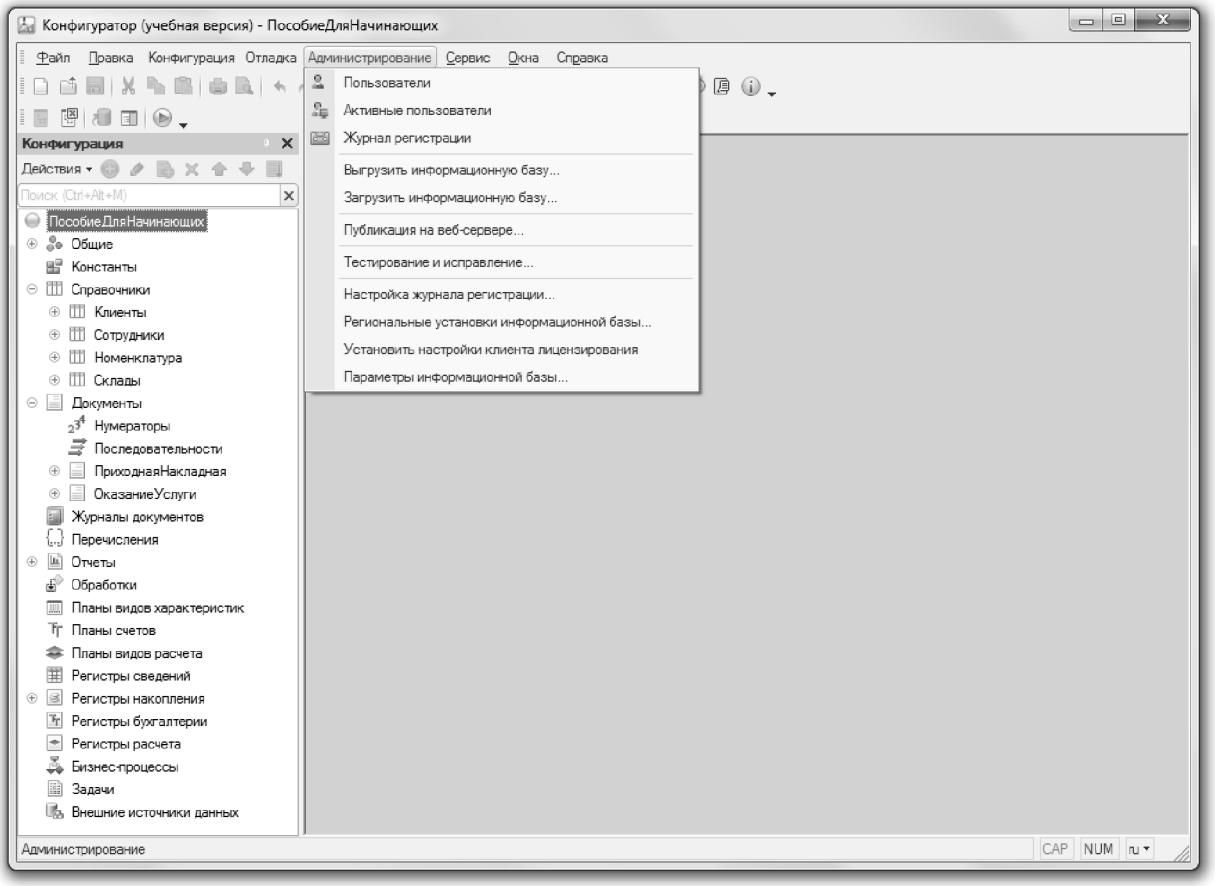


Рис. 2. Окно конфигуратора системы «1С:Предприятие»

При разработке и создании системы следует учесть основные факторы, которые напрямую влияют на эффективность аграрной деятельности. Например, необходимо придерживаться принципа севооборота семян, совместимости друг с другом сельскохозяйственных культур и сроков созревания растений. Также следует в процессе сбора информации учитывать качество и производителя семян, количество и объём урожая.

Данная система разрабатывается с целью упрощения процесса мониторинга, учета и планирования аграрной деятельности, обладая при этом низкой стоимостью, а также только самым необходимым функционалом для небольших фермерских хозяйств и частных садоводов.

1. Фонд Общественное Мнение [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://fom.ru.

2. Алексеев, А. 1С:Предприятие 8.2. Руководство администратора / А. Алексеев. – Москва : 1С, 2009. – 478 с.

3. Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева. – Москва : 1С-Паблишинг, 2013. – 963 с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

А.А. Зепалов

Научный руководитель ***А.М. Полянский****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Персональные компьютеры применяются в различных областях деятельности, подбор комплектующих для них – важный и достаточно сложный процесс. Выбор конфигурации компьютера определяется кругом решаемых задач и влияет на возможности и производительность компьютера [1]. Многие пользователи самостоятельно выбирают для себя компьютер, и им будет полезен инструмент, позволяющий подобрать конфигурацию, а также оценить выбранную комплектацию дополнительно по соотношению «производительность – стоимость».

Вычислительная мощность компьютера (производительность компьютера) – это количественная характеристика скорости выполнения определённых операций на компьютере. Производительность является комплексной величиной и напрямую зависит как от типа и настроек операционной системы и характеристик параллельно запущенных процессов, так и от комплектующих, из которых собран компьютер [2].

Целью данной работы является исследование существующих способов оценки производительности и разработка методики определения производительности аппаратной части персонального компьютера.

Использовавшиеся в двадцатом веке методы аналитических расчётов вычислительной мощности проектируемых систем становятся всё менее актуальными из-за возрастающего количества и сложности однозначного определения значений всех необходимых факторов (конвейерное выполнение команд и многоядерность процессоров, специальные языки и утилиты для формирования анимированных графических образов и проч.). Оценку производительности вычислительных систем можно произвести с помощью специальных тестово-диагностических программ. Данные программы позволяют провести тесты, реализующие определённый набор вычислительных алгоритмов,

характерных для разных типов решаемых задач, и узнать производительность персонального компьютера.

1. Индекс производительности Windows

Это специальная программа для компьютера в ОС Windows, которая может рассчитать показатели производительности для компьютера, причем она проводит измерение разных показателей ПК и присваивает оценку как каждому из них, так и выводит общий балл в целом для производительности системы.

2. AIDA64

Программа для идентификации и тестирования комплектующих персонального компьютера, работающего под управлением операционной системы Windows, предоставляющая сведения о программном и аппаратном обеспечении персонального компьютера.

Программа проводит анализ конфигурации персонального компьютера и предоставляет подробную информацию об установленных в системе компонентах, таких как процессор, видеокарта, системная плата, модули памяти, аудиокарты и т.д., их технических характеристиках: тактовая частота, напряжение питания, размер кэшей и т.д., поддерживаемых ими наборах команд и режимах работы, их производителях, установленном программном обеспечении, конфигурации операционной системы, установленных драйверах, запущенных процессах.

3. PCMark

Серия компьютерных бенчмарков спроектирована для проведения тестирования следующих комплектующих персонального компьютера: материнская плата, центральный процессор, оперативная память, винчестер. Программы серии PCMark тестируют производительность и стабильность работы процессоров, скоростные характеристики и пропускную способность оперативной и постоянной памяти, а также множество других характеристик компонентов персонального компьютера. Для проведения тестирования используются множество различных тестов – как синтетические, нагружающие определённые блоки компьютера, так и прикладные, например кодирование и декодирование аудио и видео, архивация данных.

4. Cinebench

Cinebench – это кроссплатформенный набор тестов, который позволяет проверить аппаратные возможности компьютера. При проведении проверки задействована большая часть вычислительных мощностей персонального компьютера.

5. PassMark PerformanceTest

Программа представляет собой комплект утилит, которые дают возможность провести проверку производительности компьютера и сравнить полученные результаты с аналогичными показателями других персональных компьютеров. Количество тестов – 32. Среди них проверка производительности процессора, видеокарты (отдельно 2D и 3D графика).

Каждая из рассмотренных программ для оценки производительности обладает своими преимуществами и недостатками, но для их использования необходимо проведение тестов на готовой системе. Так как в нашем случае ПК еще не собран, никаких тестов в реальном времени для выбираемой конфигурации провести невозможно, поэтому рассмотренные выше продукты не решают полностью нашу задачу.

Для оценки производительности создаваемой системы можно использовать результаты ранее проведённых тестов с учётом вида приоритетной для пользователя вычислительной нагрузки (3D игры, офисные приложения или интернет-серфинг и проч.) с поправкой на меняющиеся технические параметры устройств. Производительность отдельных комплектующих можно вычислить на основе существующих результатов тестов и технических характеристик. Если результатов тестов для данной модели не существует, производительность можно вычислить на основе результатов тестов схожей модели введением поправок, учитывающих степень различия технических характеристик обоих экземпляров устройств. Для относительно небольших изменений значений характеристик в первом приближении можно считать зависимость линейной. Так, если мы имеем результат теста для процессора с частотой шины 3 ГГц, а нам нужно определить производительность того же класса процессора с частотой 3,3 ГГц, можно полагать, что она возрастёт линейно на 10 % от протестированной модели. На основе полученных результатов можно оценить и производительность системы в целом.

Полученные результаты оценки производительности и стоимости можно использовать для выбора оптимальной конфигурации по критериям заданной стоимости и максимально возможной производительности для выбранного вида задач.

Для определения производительности персонального компьютера необходимо:

1. Определить производительность отдельных комплектующих. Вычислить значение производительности компонентов персонального компьютера на основе существующих результатов тестов и технических характеристик.

2. Определить производительность вычислительной системы в целом. Определить значение производительности персонального компьютера на основе результатов, полученных в пункте 1, с учётом приоритетного для пользователя вида вычислительной нагрузки.

Значение производительности отдельных комплектующих определяется один раз при добавлении комплектующих в базу данных. Значение производительности персонального компьютера вычисляется каждый раз при подборе конфигурации. Полученные в пунктах 1 и 2 результаты можно использовать при подборе комплектующих для персонального компьютера.

В ходе исследования были изучены существующие способы оценки производительности и предложена методика определения производительности персонального компьютера на основе данных тестирования и технических характеристик его комплектующих.

1. Василий Леонов. Большая энциклопедия компьютера / Василий Леонов. – Москва : Эксмо, 2012. – 592 с.

2. Вычислительная мощность компьютера [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вычислительная_мощность_компьютера

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАННОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ МЕЖДУНАРОДНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСВЯЩЕННЫХ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ТЕРАПИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ

Н.А. Зуев

Научный руководитель ***В.А. Горбунов****, д-р физ.-мат. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современный врач ежедневно принимает клинические решения, на основании которых строится лечебно-диагностический процесс. Особенно это актуально для такой специальности, как онкология. Есть два принципиально разных пути принятия решений в медицине, в частности в онкологии.

Первый подход – принятие решений на основании опыта (личного, коллегиального, опыта клиники, в которой врач работает, и т.д.). Но данная тактика бездоказательна, ведь подобные решения принимаются исходя из наблюдательных выводов, а не статистически обоснованных данных, следовательно, мы имеем дело с субъективными умозаключениями. Также практически отсутствует возможность для введения в практику более эффективных и безопасных методов, а правильность решений и скорость их принятия напрямую зависят от опыта, что потенциально снижает эффективность работы коллектива в целом.

Второй подход – принятие решений на основании рандомизированных клинических исследований. Клиническое исследование (далее – КИ) – научное исследование с участием людей в качестве испытуемых, которое проводится с целью оценки эффективности и безопасности нового лекарственного препарата или расширения показаний к применению уже известного. Кроме лекарств, КИ могут также изучать эффективность и безопасность новых методов лечения и диагностики. Для врача сложность данного подхода заключает-

ся в необходимости поиска информации, дальнейшей обработки оригинальных регистрационных исследований, интерпретации их результатов и, в конечном итоге, экстраполировании полученных данных на лечебно-диагностический процесс конкретного пациента.

Для решения данной проблемы мы предлагаем создать веб-приложение, направленное на поиск более эффективного клинического решения лекарственной терапии злокачественных опухолей.

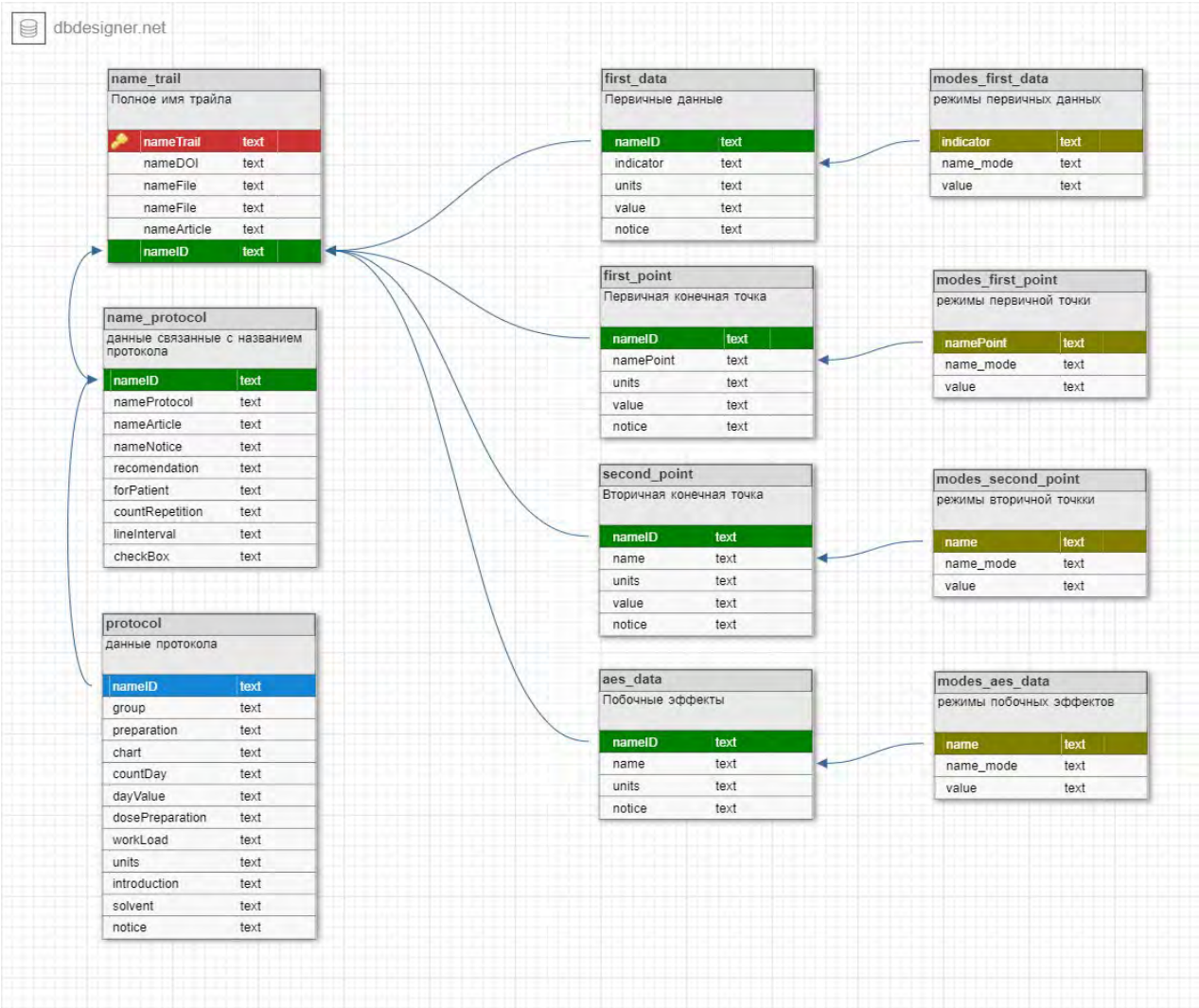


Рис. 1. Пример реляционной модели базы данных

Как видно из примера реляционной модели базы данных (рис. 1), мы имеем дело с большим количеством важных для врача-онколога параметров. Разделение на подгруппы позволит уменьшить конечную итерацию при поиске необходимых данных [1–3] .

Сложность структуры БД требует создания понятного интерфейса, для заполнения данных врачом-онкологом (рис. 2).

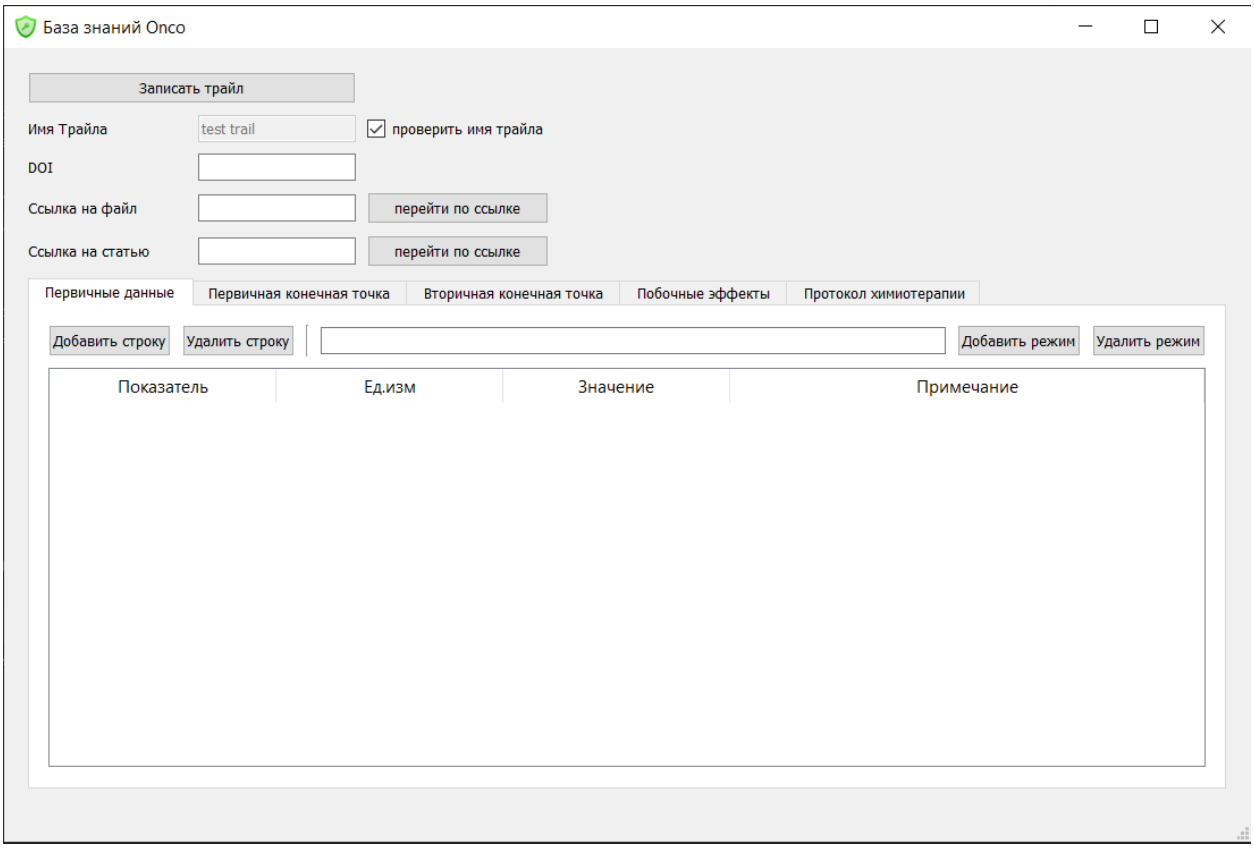


Рис. 2. Примерный вид интерфейса

Интерфейс также разбит на несколько важных подгрупп, с различными наборами данных. Связь между таблицами в БД осуществлена по методу один ко многим, так как каждая запись будет представлять одно исследование с множеством полей. Первичный ключ существует только в таблице, содержащей информацию об имени исследования, тем самым мы обязуем пользователя на создание уникального имени, с возможностью предварительной проверки. Далее имя исследования копируется в добавленные пользователем строки в скрытый столбец, который в дальнейшем используется как внешний ключ для связи с остальными таблицами и привязки всех данных к одному конкретному исследованию. Отсюда следует, что мы можем выйти на название исследования из любой таблицы и вывести всю необходимую информацию, откуда бы ни начинался поиск.

Для разработки интерфейса и логики добавления данных в БД мы использовали ЯП Python, PyQT5 для создания интерфейса, SQLite3 для создания БД и динамических запросов на добавление в БД.

Использование SQLite3 в качестве БД несет временно-тестовый характер, так как логика SQLite3 имеет проблемы на сетевом уровне, но так как вся информация, хранимая в БД, будет только в текстовом и числовом виде, для нас это самый лучший вариант на начальном этапе разработки. Простота настройки и составления запросов сократит время разработки. В дальнейшем приоритетная БД MySQL, так как доступ к БД должен быть приватным и защищенным в целях безопасности вводимых данных.

Python был выбран, так как на данном языке существует фреймворк Django, позволяющий создать веб-приложение, что мы хотим получить на конечном этапе. Так же поддержка PyQT5 позволяет нам сделать простой, рабочий интерфейс.

Тем самым мы будем иметь дело с одним языком программирования, на котором возможны все остальные связи для дальнейшей разработки.

Процесс разработки будет состоять из нескольких этапов:

1) разработка и тестирование прикладной программы для внесения информации в БД;
2) заполнение БД тестовым набором данных;
3) разработка прикладной программы поиска;
4) тестирование поиска специалистом, исправление багов, ошибок.

На выходе мы будем иметь конечный продукт в виде программы, позволяющей врачу-онкологу подобрать наиболее эффективный метод лечения клинически больных злокачественными образованиями. Наш продукт будет представлять собой детальный анализ каждого клинического исследования, результаты которого повлияли на формирование клинических рекомендаций. Используя нашу программу, пользователь получит наиболее полную информацию, включая самые важные сведения: точные показания для каждого режима химиотерапии, необходимый для проведения лечения соматический статус пациента, профиль токсичности режима, ожидаемый выигрыш в общей продолжительности жизни и предполагаемую эффективность.

В дальнейшем на основе принятых решений и оценки качества выбранного решения мы можем разработать систему ИИ и обучать её (в долгосрочных перспективах, так как адекватная оценка принятого решения занимает много времени, в связи со спецификой лечения).

Проекты, подобные нашим, уже существуют. Но в своём большинстве это реализовано в частных клиниках и представляет собой набор текстовых файлов – загруженных статей, детально описывающих ход РКИ. Поиск и интерпретация результатов ложатся на плечи конечного пользователя, то есть врача. В этом случае остается актуальной проблема ресурсозатратности (время и интеллектуальные усилия). К тому же извлечение из данных РКИ нужной информации – навык, требующий тренировки и опыта.

1. Python [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Режим доступа: https://www.python.org/doc/
2. Qt для Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://doc.qt.io/qtforpython/
3. Consort [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.consort-statement.org/

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО IT-ПРОЕКТОВ

В.К. Карганова
Научный руководитель ***Г.А. Сазонова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одним из эффективных дополнительных средств оценивания достижений человека в профессиональной и образовательной деятельности является система ведения портфолио, в основе которой используется метод аутентичного оценивания. Данный метод применяют для оценивания качества образования со стороны полученных образовательных результатов и качества условий, в которых они достигаются [1].

Данная система фиксирует рост достижений за определенный промежуток времени, поддерживает образовательные цели, описывает содержание перечня работ, презентует полученные навыки и умения.

Портфолио позволяет учитывать результаты, которые были достигнуты в разнообразных видах деятельности – учебной, исследовательской, творческой, социальной, профессиональной и других. Данные собираются постоянно и позволяют сфокусироваться на успехах в тех или иных видах деятельности.

При получении образования одной из главных целей является получение знаний и хорошее трудоустройство в дальнейшем. Были проведены исследования, которые показали, что российские компании готовы брать молодых специалистов, несмотря на отсутствие опыта работы, но в такие компании серьезный отбор и необходимо правильно презентовать себя, чтобы получить желаемое место [2]. По собранным данным при подборе молодых специалистов работодатели чаще всего обращают внимание на личностные качества и социальные навыки кандидатов, профессиональные знания и специальность. В данном случае, грамотно составленное портфолио послужит «визитной карточкой» и позволит работодателю оценить соискателя как компетентного специалиста.

На данный момент одной из самых перспективных сфер трудоустройства является сфера, связанная с информационными технологиями. Именно в этой области широкое применение приобрело портфолио IT-проектов [3].

Данные проекты охватывает различные сферы деятельности:

1) модернизация существующих систем, повышение квалификации персонала;
2) совершенствование программных средств и повышение производительности систем;
3) web-проекты, средства электронной коммерции;
4) модификация оборудования и программного обеспечения;
5) развитие технологий.

Данный вид портфолио подойдет людям с такими профессиями, как программист, веб-дизайнер, верстальщик и разработчик.

Для удобного сбора, ведения и оценки результатов разработана информационная система. С учетом целей и задач портфолио разработана функциональная структура системы, которая представлена на рисунке 1.

Рис. 1. Функциональная структура системы

Система разделена на три функциональных блока, которые отвечают за сбор и проверку введенных данных, управление и вывод результирующей информации.

В первом блоке происходит сбор информации о проектах и проверка на достоверность. Данные, прошедшие проверку, участвуют в формировании портфолио. Дальнейшее хранение и преобразование информации происходит в базе данных.

Во втором блоке выполняется различная обработка данных, а также поиск информации согласно выбранным критериям.

В третьем блоке происходит формирование портфолио, то есть обобщается вся информация о IT-проектах в отдельный документ, который можно передать на печать.

Все поступающие данные в систему можно разделить на категории. Такое разделение представлено на рисунке 2.

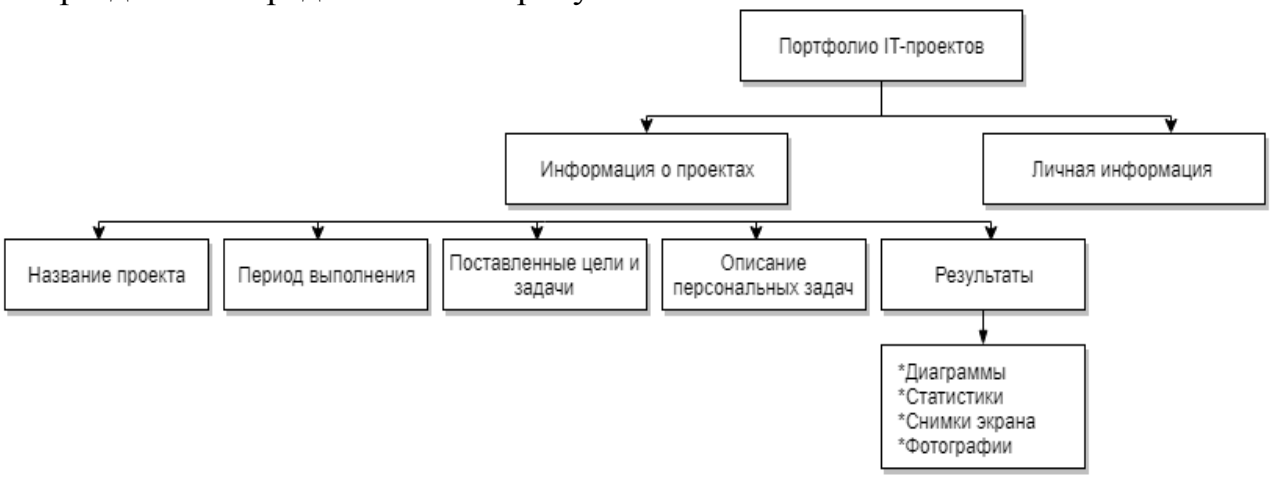


Рис. 2. Структура портфолио проектов

Была разработана диаграмма вариантов использования, которая отображает взаимодействие пользователя и администратора с разрабатываемой системой. Данная диаграмма представлена на рисунке 3.

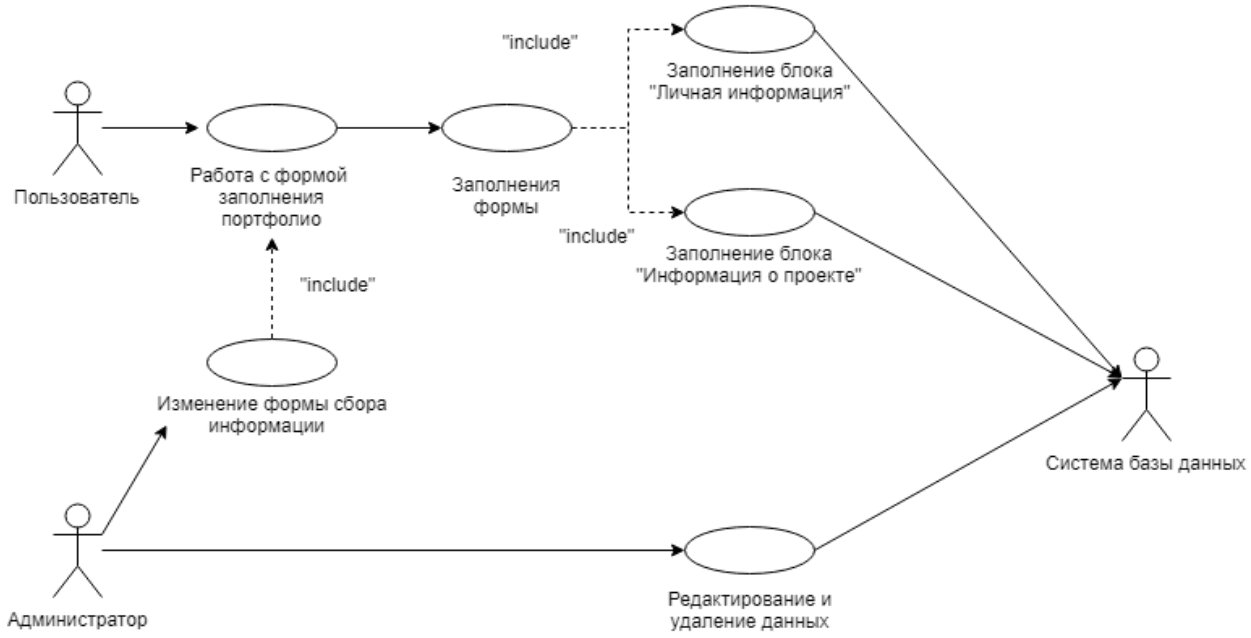


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования

На данный момент актуальной становится задача создания программных средств, которые позволят правильно оценить и вести учет достижений в различных видах деятельности и таких перспективных направлениях, как IT-проекты.

1. Оценка образовательных результатов в процессе формирования портфолио студента / А. А Шехонин, В. А. Тарлыков, И. В. Клещева, А. Ш. Багаутдинова – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. – 81 с.

2. Компании хотят и готовы брать на работу молодых специалистов и специалистов без опыта работы. Опрос работодателей Rabota.ru [Электронный

ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://www.rabota.ru/articles/career/young-workers2018-5190

3. Сазонова, Г. А. Модель рейтинговой системы оценивания для внеклассной работы школьников / Г. А. Сазонова, А. В. Бухтиничев // Новая наука: теоретический и практический взгляд.– Уфа : Общество с ограниченной ответственностью «Агентство международных исследований», 2016. – С. 154–156.

АДАПТИВНОЕ ЗВЕНО КОРРЕКЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ

Е.В. Кирпиченков, С.А. Петров

Научный руководитель ***И.В. Якименко****, д-р техн. наук, доцент*

Филиал «Национального исследовательского университета «МЭИ»

г. Смоленск

В настоящее время цифровая электроника развивается стремительными темпами вследствие того, что цифровые устройства нашли себе повсеместное применение как в простейших бытовых целях, так и в сложных системах управления. Так, например, цифровые устройства начинают внедряться в качестве систем управления для импульсных регуляторов напряжения. Причем одна микросхема с относительно небольшой обвязкой для согласования уровней напряжения заменяет большое количество элементов аналоговой системы управления за ту же, а то и меньшую цену. Также при этом уменьшаются массогабаритные показатели регулятора в целом.

Задача синтеза системы управления регулятором напряжения таким образом сводится к правильной конфигурации микроконтроллера, а его структурная схема примет следующий вид (рис. 1).

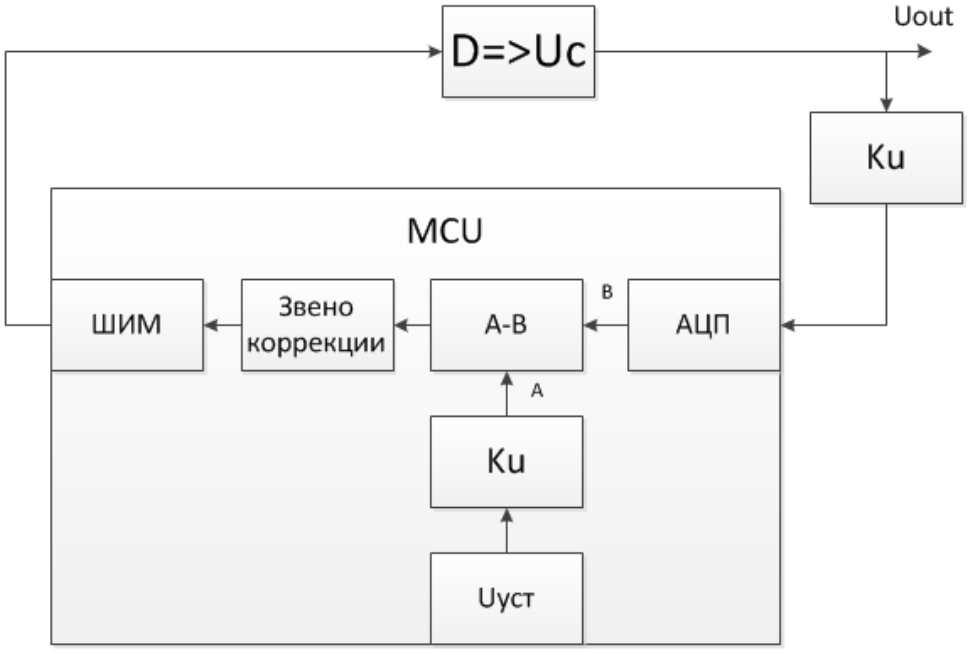


Рис. 1. Структурная схема цифрового устройства

Синтез данной системы сложен лишь тем, что приходится постоянно переконфигурировать частоту ШИМ (широтно-импульсная модуляция) и АЦП (аналого-цифровое преобразование), эквивалентное уставное напряжение. Но наибольшую сложность вызывает реализация программной части звена коррекции, так как синтезу сопутствует полное моделирование регулятора с получением частотных характеристик, синтез аналогового звена коррекции и на его основе цифровой модели звена коррекции. Все эти операции можно автоматизировать, при этом пользователю, собирающему регулятор с цифровой системой управления, потребуется лишь инициализировать при запуске параметры силового контура регулятора (например, с помощью клавиатуры и экрана, подключенных к микроконтроллеру).

Рассмотрим в качестве примера последовательно-параллельный регулятор (рис. 2). Наибольшую проблему вызывает синтез цифрового звена коррекции, поэтому целью данного исследования является автоматизация этого процесса, а такое звено будем называть в дальнейшем адаптивным звеном коррекции в цифровой системе управления регулятора. Последовательно-параллельный регулятор, как и другие преобразователи, может работать в двух основных режимах: режиме непрерывного тока дросселя (РНТ) и режиме прерывистого тока дросселя (РПТ). Существенное отличие состоит в добавлении в режиме прерывистого тока дросселя режима отсечки, при этом ток, протекающий через дроссель, некоторое время равен нулю [1, с. 364].

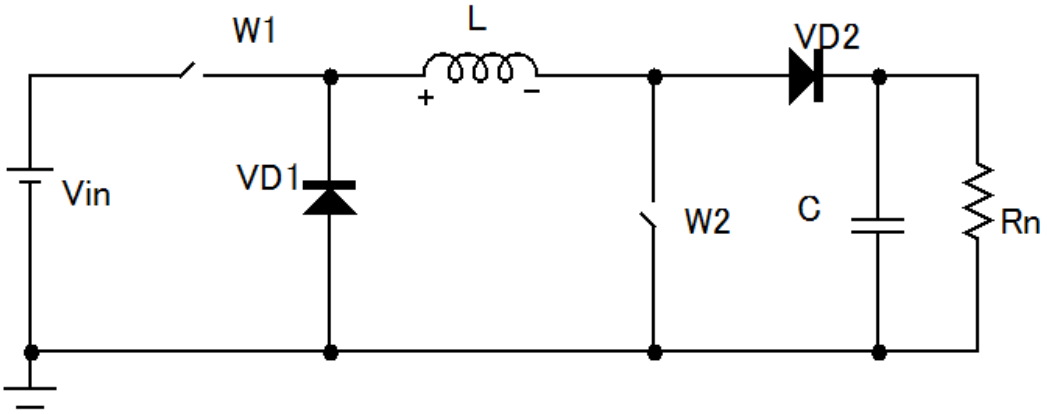


Рис. 2. Структурная схема последовательно-параллельного регулятора

Рассмотрим последовательно-параллельный регулятор в РНТ дросселя. Уравнения, описывающие поведение импульсного регулятора за период коммутации:

$$\begin{cases} L\dfrac{di_L}{dt} = U_{in}D - U_{out}(1-D) \\ C\dfrac{du_C}{dt} = i_L(1-D) - i_н \end{cases}.$$

Представляя элементы системы суммой стационарных сигналов и малосигнальных возмущений можно получить линеаризованную модель

силового контура. После упрощений и приведения линеаризованной модели к виду $\frac{U_C}{dt}$, получаем:

$$\frac{\tilde{u}_C}{\tilde{d}} = \frac{-\frac{I_{L_{CP}}*S}{C}+\frac{(1-D)U_{out}}{LC}}{S^2+\frac{s}{RC}-\frac{(1-D)^2}{LC}} = \frac{-a_1S+a_0}{s^2+b_1S-b_0},$$

где D – коэффициент заполнения импульсов ШИМ сигнала, R, L, C – пассивные компоненты силового контура, I_{Lcp} – средний ток дросселя за период коммутации:

$$I_{Lcp} = \frac{P}{U_{out}(1-D)}$$
$$D = \frac{U_{out}}{U_{out}+U_{in}}.$$

Таким образом, была получена линеаризованная модель силового контура, по которой ведутся исследования частотных характеристик контура при составлении системы управления регулятором. Можно заметить, что параметры модели являются вполне определенными, то есть их можно указать в микроконтроллере до начала работы регулятора. Одним из критериев устойчивости регулятора является прохождение амплитудно-частотной характеристики через уровень единичного усиления с наклоном –20 Дб/дек. Для обеспечения данного условия во всей частотной области передаточная функция звена коррекции примет следующий вид:

$$\frac{\tilde{u}_c}{\tilde{d}} * H(s) = \frac{1}{s} \rightarrow H(s) = \frac{s^2+b_1S-b_0}{s(-a_1S+a_0)}.$$

Используя билинейное преобразование, получим далее передаточную функцию цифрового звена коррекции:

$$H(s) \Rightarrow [s = \frac{1}{T_д} \cdot \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}] \Rightarrow H(z),$$

где $Тд$ – период дискретизации. Таким образом, получена адаптивная модель звена коррекции цифровой системы управления регулятором напряжения. Убедимся в том, что синтезированное адаптивное звено коррекции по данному алгоритму действительно делает систему устойчивой. Для этого промоделируем последовательно-параллельный регулятор в системе MATLAB.

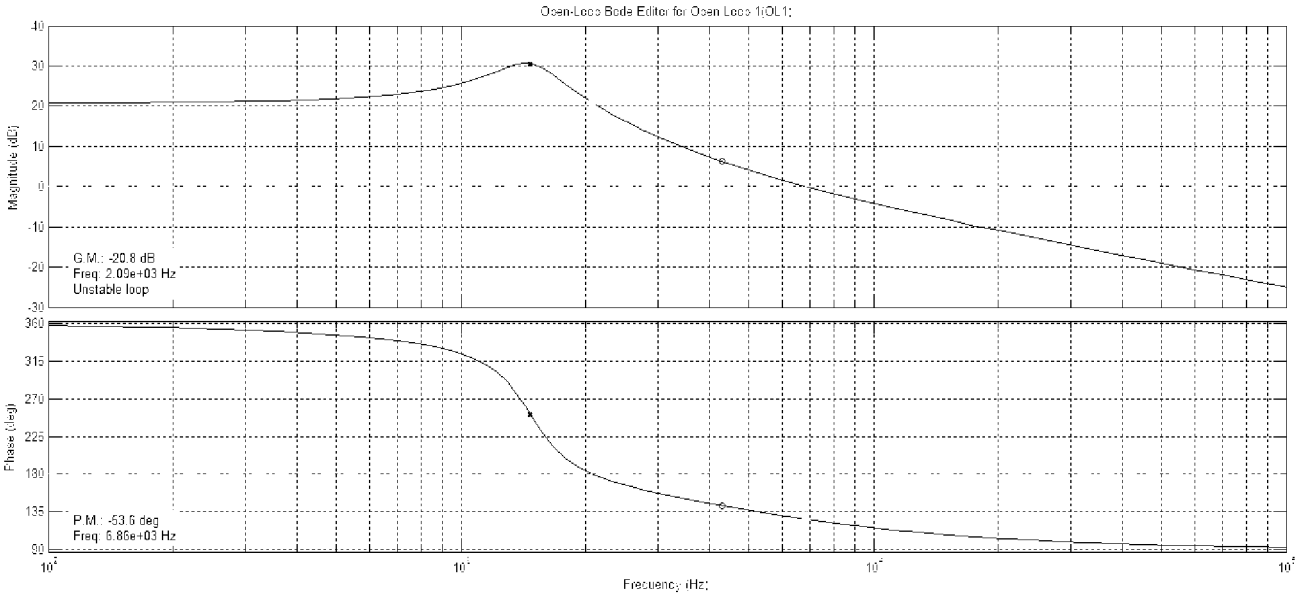


Рис. 3. Частотные характеристики последовательно-параллельного регулятора

Передаточная характеристика регулятора и звена коррекции:

$$\frac{\tilde{u}_c}{\tilde{d}} = \frac{-3.49\cdot10^4\cdot s+9.43\cdot10^8}{s^2+3189\cdot s-8.59\cdot10^7} \rightarrow H(s) = \frac{s^2+3189\cdot s-8.59\cdot10^7}{s\cdot(-3.49\cdot10^4\cdot s+9.43\cdot10^8)}.$$

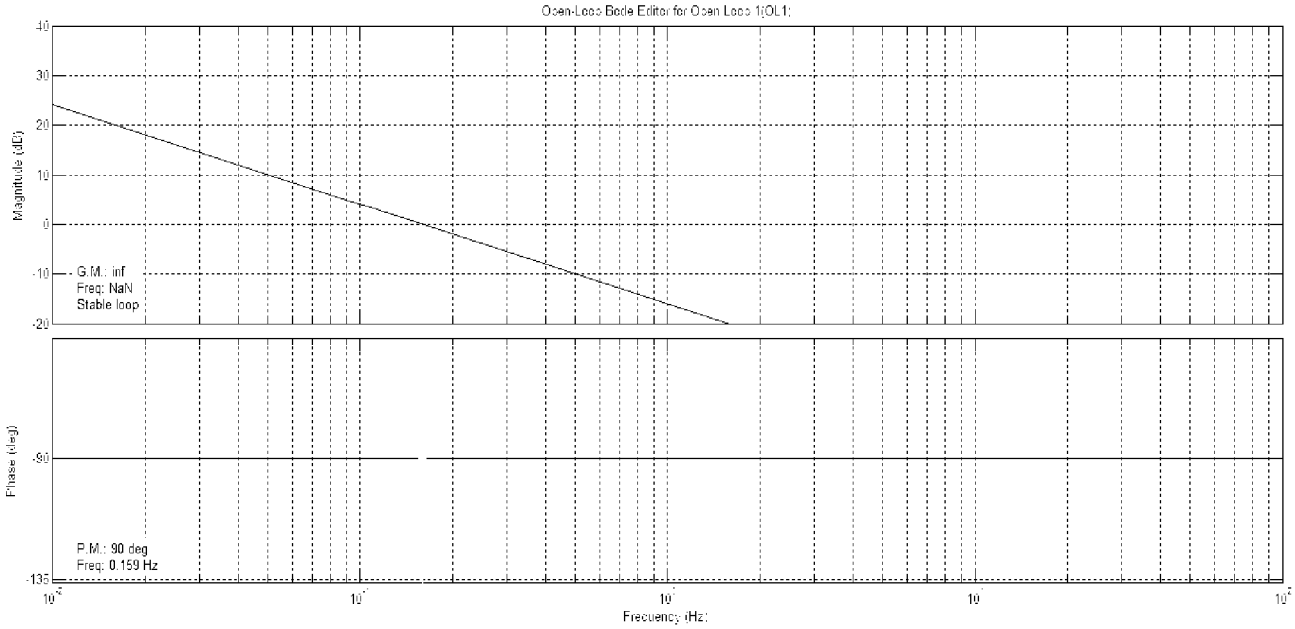


Рис. 4. Частотные характеристики последовательно-параллельного регулятора со звеном коррекции

К минусам рассмотренного метода адаптивного звена коррекции можно отнести то, что номиналы компонентов должны быть известны с достаточно высокой точностью, а также не учтены паразитные последовательные сопротивления реальных компонентов, что также может повлиять на устойчивость системы.

1. Мелешин, В. И. Транзисторная преобразовательная техника. – Москва : Техносфера, 2005. – 632 с.: ил.

2. Розанов, Ю. К. Основы силовой электроники. – Москва : Энергоатомиздат, 2012. – 296 с.

3. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники: учеб. пособие для вузов / О.З. Попков. 2-е изд., стереот. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2007. – 200 с.: ил.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫДАЧИ ЛИЦЕНЗИЙ, ОПЛАТЫ И МОНИТОРИНГА РЕКЛАМНЫХ WEB-УЗЛОВ

Д.Ю. Козин

Научный руководитель ***А.Н. Андреев****, канд. тех. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день в компании, занимающейся рекламированием различных бизнес-продуктов средствами World Wide Web, возникла задача оптимизировать процесс проверки оплат клиентов. В данный момент на проверку тратится большая часть рабочего времени (более 50 %) в сутки. Также компания несет существенные убытки в моменты технической неисправности удаленных Web-узлов.

Для решения имеющихся проблем была поставлена задача реализовать программный комплекс, направленный на автоматизацию оплаты за предоставляемые компанией услуги. Система должна оповещать клиентов о необходимости внести оплату за предоставление ресурсов; в случае, если оплата не проведена – блокировать доступ. В состав данного комплекса должны также входить компоненты мониторинга, диагностики и, насколько это возможно, восстановления и настройки систем.

Программные компоненты разбиты на несколько частей ввиду специфики работы компании. Далее перечислен ряд компонентов:

1. Система электронных кошельков клиентов предназначена для хранения данных по клиентам, а также информацию о состоянии внутренних счетов и перечень подписок на рекламные продукты. Данный компонент также отвечает за информирование клиентов.

2. Web-узел рекламного компонента.

3. Система панелей администраторов рекламных Web-узлов предназначена для управления контентом, правки ценников, бизнес-данных. Также данная панель требуется для первичной настройки подключения к БД сервиса и другим компонентам проекта.

4. Компонент технической поддержки предназначен для своевременного оповещения о технических неисправностях.

Взаимодействие компонентов организовано через шинный компонент по протоколу HTTP over TLS с применением криптографических ключей.

Для данного компонента предусмотрено логирование с возможностью просмотра взаимодействия между компонентами через web-интерфейс (рис.).

Рис. 1. Взаимодействие компонентов системы

При реализации интерфейса используются технологии на базе HTML5. Интерфейс программируется на языке ECMAScript с использованием фреймворков Vue и библиотек. Используются каскадные таблицы стилей CSS с применением библиотеки Bulma.

Для реализации шинного компонента применяется язык программирования Node.JS. Так как взаимодействие с шиной осуществляется по протоколу HTTPS, при реализации применяется библиотека Express.

При согласовании требований было решено добавить возможность выгружать логи взаимодействий компонентов на другие ЭВМ; в таком случае для хранения логов будет использоваться формат xls (стандартный формат для приложения Excel из пакета Microsoft Office).

При реализации серверных частей остальных компонентов используется язык PHP версии 5.5 – данная версия установлена на используемых серверах.

Структура компонентов включает в себя внутреннее (доступное при использовании системы, способно изменять внутренние настройки) и внешнее (используемое для получения информации смежными системами) API. Построение API подчиняется архитектурному стилю REST.

В качестве баз данных для компонентов используется MySQL версии 5 (данная версия установлена на серверах).

Внедрение вышеперечисленных систем позволит существенно сократить время на проверку оплат, а также осуществлять мониторинг использования ресурсов.

1. Автоматизация оплаты на сайте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://net2pay.ru/about/services/avtomatizacia-oplaty-na-sajte-s-pomosu-plateznogo-agregatora-net-pay/

МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯПОНСКОГО ЯЗЫКА

А.А. Коппалина
Научный руководитель ***Е.Н. Давыдова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сейчас мобильные устройства, будь то смартфон или планшет, являясь основой цифрового мира, практически не отделимы от пользователя. Через них человек получает нужную информацию: узнает последние новости, общается с друзьями в социальных сетях или ищет способ починить сломавшуюся технику. Все это он делает с помощью небольшого куска пластика, скрывающего за тонкой оболочкой возможности персонального компьютера. Поэтому неудивительно, что в нынешнем мире у человека, в независимости от его возраста, с большой вероятностью окажется при себе какое-нибудь мобильное устройство, с помощью которого он звонит, слушает музыку, читает книгу или, в конце концов, играет в игру.

Для мобильных устройств существует свое программное обеспечение – мобильные приложения, позволяющие его использовать для совершенно разных задач. Они могут быть встроены или же при необходимости скачаны из таких популярных онлайн-магазинов, как Google Play Market (сервис, дающий доступ к приложениям, работающих на Android) и App Store (для устройств, работающих на платформе iOS).

Приложения используют чаще всего для развлечений: скачать новую игру-головоломку и играть в онлайн-режиме с друзьями, заказать билет в кино или оставить отзыв на понравившуюся покупку, не залезая на сайт магазина, а просто нажимая на нужную иконку на экране. Приложения-транспорт и при-

ложения-карты не заменимые помощники в ориентировании по городу. Уже становится данностью, а не приятным сюрпризом, наличие собственного приложения у обсуживающего нас банка или заинтересовавшего сайта с одеждой.

Но, несмотря на все многообразие возможностей мобильных приложений, лишь некоторый процент посвящен иностранным языкам. И лидируют здесь приложения для изучения английского языка, что довольно предсказуемо: английский язык – международный язык и распространен во всем мире. В Интернете можно найти много качественных приложений, с помощью которых пользователь подтягивает грамматику, повышает аудирование и решает тесты на определенные топики. Общается с носителями языка из разных точек мира, сидя при этом дома и используя фронтальную камеру смартфона.

Все это стало возможным благодаря очевидным преимуществам использования мобильных устройств, а именно:

- быстрый доступ к интернет-ресурсам (иностранные сайты, справочники, словари);
- коммуникация (общение с носителями языка в социальных сетях Twitter, Skype и др.);
- воспроизведение аудио- и видеоматериалов;
- интерес со стороны обучающихся за счет использования знакомых технических средств и виртуального окружения;
- доступность обучения в любой момент времени;
- отсутствие привязанности к месту.

Помимо этого существует такое понятие, как информационные технологии, позволяющие автоматизировать многочисленные процессы и тем самым повышающие производительность. В нашем случае речь идет об обучающих приложениях. Благодаря информационным технологиям разработчики используют минимальное количество ресурсов, повышают качество при низких затратах и привлекают все большую аудиторию к использованию своего продукта.

Большинство образовательных информационных технологий в области изучения иностранных языков направлено на тех, кто изучает английский язык. А что делать тем, кто интересуется совершенно далекой, но такой манящей культурой Востока, в частности обособленной Японией, и соответственно хочет изучить японский язык? Если набрать в поисковике в том же Google Play «изучение японского языка», то в результате получим намного меньше приложений, чем для запроса «изучение английского языка». При этом большинство из них на самом деле становятся бесполезными после месяца регулярного пользования.

Чтобы объяснить такой феномен, нужно понимать, что японский язык существенно отличается от большинства языков мира. Самое важное отличие, с которым в первые же минуты сталкиваются взявшиеся за его изучение, – это японская письменность. В ней нет привычного для нас единого алфавита, зато имеются две азбуки – хирагана и катакана, – и несколько тысяч иероглифов (которые по-японски называются кандзи). Хираганой пишутся исконно япон-

ские слова, а катаканой – заимствованные. Например, слова «стул», «еда», «сон» будут записаны хираганой, а имена иностранцев или название западных стран уже будут прописаны катаканой. Иероглифы, если им очень поверхностно дать определение, можно заменить русским эквивалентом «корень слова». Достаточно добавить разные окончания к иероглифу, и получатся однокоренные слова. Например, если присоединить к иероглифу 食 (еда, пища) окончание べる (beru) получим слово食べる (taberu), что означает кушать, а если взять べ物 (bemono), образуется слово 食べ物 (tabemono) – прием пищи.

Так вот, именно эта особенность письменности взята за основу большинства мобильных приложений, обучающих японскому языку. В них начинающий студент осваивает написание азбук и, возможно, нескольких десятков базовых иероглифов. Но для этого хватает месяца, а кому-то и недели ежедневного труда. А дальше? А дальше приложение удаляется, потому что не дает никаких ресурсов для продолжения изучения языка. Японский язык не заканчивается на письменности, он имеет сложную для понимания грамматику, потому что строится по совершенно другому принципу, нежели русский или английский языки. Да, освоить письменность намного труднее, чем заучить несколько латинских букв, но и про остальные аспекты языка не стоит забывать.

На данный момент нет приложений, которые бы полностью охватывали изучение японского языка: лексику, грамматику, аудио и чтение. Как говорилось выше, большинство приложений направлено только на заучивание письменности и нескольких сотен иероглифов. Если долго поискать, можно найти приложения, посвященные экзамену по сдаче Нихонго норёку сикэн (JLPT) – экзамену по определению уровня владения японским языком среди лиц, для которых японский язык не является родным. Обычные тесты, которые можно найти на официальном японском сайте образования, ради которых, по сути, не стоит закачивать приложение на телефон. Есть приложения для изучения лексики, т.е. новых слов, но зачастую в них используется ромадзи (латинские буквы) вместо хираганы и катаканы, что значительно утяжеляет правильное запоминание слов, и в целом довольно быстро наскучивают, потому что базируются на заучивании отдельных слов, не закрепленных общей темой или грамматикой.

Для японского языка нет таких приложений, как Puzzle English и Lingualeo, которые позволяют освоить язык с начального уровня до продвинутого по аудио- и видео урокам, и закрепляя пройденный материал различными упражнениями и тренировками, параллельно создавая свой лист изучаемых слов. Даже если выйти в Интернет и найти обзоры приложений японского языка или их рейтинг, то там, скорее всего, будут словари либо помощники в запоминания слов. А ведь использование мобильных приложений в сфере изучения языков значительно расширяет среду обучения, предоставляя возможность выйти за пределы компьютерных приложений.

Таким образом, не смотря на быстрое развитие мобильных приложений, для изучения японского языка мобильные технологии используются недостаточно. Пока еще не нашелся способ объединить лексику, грамматику, письмен-

ность и аудио в один большой информационный ресурс, способный провести человека через все уровни владения японского языка (от N5 – самого простого до N1 – уровня носителя языка), как это сделано для английского языка.

Имеющиеся на рынке приложения хороши только на начальном этапе обучения, но для достижения более продвинутого уровня до сих пор требуется обращение к компьютерным ресурсам и необходимость личного контакта с преподавателями или сэнсэями. Но если цель – просто проверить свои знания или пополнить словарный запас, то рынок вполне может удовлетворить запросы потребителя, предоставив несколько приложений, полностью соответствующих своему назначению и заслуживающих пристального внимания.

Исходя из вышесказанного, дальнейшая работа будет направлена на разработку программного продукта, позволяющего углубленно и, что немаловажно, последовательно изучить японский язык. Для этого в первую очередь необходимо разработать среду для наглядного представления курса грамматики, который будет разбит не только на уроки, но и по уровню сложности. Так конспекты будут всегда с собой, и отпадет надобность искать нужное правило среди кучи учебников.

У пользователя должна быть возможность проверить знания: давно известно, что простое зазубривание материала теряет свою эффективность без регулярной и разнообразной практики. Для этого следует задуматься над прописанием тестового блока, целью которого является проверка усвоения обучающимся материала по конкретной теме. Приложение в зависимости от выбранного уровня (или урока) предоставляет тестовые задания и считает процент правильных ответов. Если процент окажется ниже проходного, то обучающемуся будет предложено повторить конспект и затем пройти другой варианта теста.

Помимо перечисленного, в разрабатываемом приложении должна быть включена база слов, наиболее употребимых в бытовой среде, понятный графический интерфейс, и аудио- и видеоматериалы, наглядно иллюстрирующие некоторые части грамматического курса.

Предложенное мобильное приложение не только позволит сократить время поиска информации, но и будет интересно людям, у которых нет возможности посвящать изучению иностранного языка несколько часов в день, зато есть возможность сделать это во время перерыва на работе или сидя в автобусе. В целом, данное приложение будет полезно не только начинающим в изучении японского языка, но и достаточно продвинутым студентам, ищущим способ закрепить знания или узнать что-то новое по интересующей теме.

1. Одинокая, М. А., Коллерова, М. В. Роль образовательных приложений в изучении английского языка [Текст] // Педагогика. – Интерактивная наука. – 2017. – № 12. – С. 100–102.

2. Мойнич, Д. А. Особенности японского языка [Электронный ресурс] – URL: http://nihon-go.ru/osobennosti-yaponskogo-yazyika-2

РАЗРАБОТКА САЙТА «ДОМОВАЯ ЦЕРКОВЬ ПРИ ВОГУ»

И.П. Корытов
Научный руководитель ***Ю.В. Хрусталев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В рамках реализации комплексного научно-образовательного проекта «Культурно-историческое наследие Вологодского государственного университета», предусматривающего исследование и систематизацию объектов, представляющих культурно-историческую ценность для региона, при проведении научно-исследовательской работы студентов рассматриваются вопросы, связанные с возрождением при ВоГУ домовой церкви. Домовая церковь Сошествия Святого Духа существовала при Вологодской губернской гимназии до 1918 г., сегодня это помещение занимает одна из аудиторий нашего университета.

Для проведения научно-исследовательских изысканий и проектных работ привлечены студенты различных направлений подготовки ряда институтов университета, выполняются курсовые проекты, выпускные квалификационные работы, делаются доклады на научных конференциях. Участие обучающихся всех уровней в повышении гражданской ответственности, укрепление чувства сопричастности к истории и культуре региона является одним из приоритетных направлений в воспитательной и научно-исследовательской деятельности студентов в нашем университете.

Студентами кафедры управляющих и вычислительных систем Института машиностроения энергетики и транспорта разработан сайт, рассказывающий о комплексном студенческом проекте возрождения храма. Сайт содержит разделы, связанные с историй, хроникой событий, информацию о ходе выполнения этапов проекта.

В «Историческом разделе» приводятся сведения о Вологодской губернской гимназии, архивные справки, фотографии здания в различные периоды реконструкции. Выдержки из Епархиальных ведомостей начала XX века, клировые записи, информация о священниках домовой церкви дополняют содержание. Описание особенностей архитектуры здания, рассказ о выдающихся людях, обучавшихся в гимназии, подборка библиографического материала результат работы студентов института истории и филологии.

Для знакомства и расширения представления о событии Сошествия Святого Духа в разделе «Иконография» представлены изображения икон и фресок, приводится глава из «Деяний святых апостолов». Подборка изображений интересна тем, что отражает восприятие явления в различные временные периоды, в разных государствах, и тем, что выполнены и оформлены они разнообразными художественными средствами.

В разделе «Участники и авторы проекта» упомянуты студенты, для которых интерес к историческому наследию реализуется в конкретных проявлениях, а также преподаватели, чей опыт и знания незаменимы при выполнении таких сложных начинаний.

Раздел «Календарь событий» знакомит с православными праздниками и постами на 2019 год. Дальнейшая его разработка – предмет визуально насыщенный и творческий.

Надеемся, что «Гостевой» раздел послужит площадкой для обсуждения посетителями сайта неоднозначных проблем вопросов православия, взаимоотношений науки и религии, места духовных учреждений при высших учебных заведениях и т.п.

Конечно, обязательный раздел «Контакты» облегчит доступ к общению и поможет сориентироваться при обращениях и посещениях университета.

Выполнение этапов работы над проектом, участие в научных конференциях, встречах с представителями епархии, информация о проведении бесед за круглым столом и т.п. находят отражение в разделе «Новости».

Но для наполнения содержания сайта необходимо «одно очень маленькое, но весьма важное обстоятельство», – техническая реализация.

Данный сайт статичный и не имеет обратной связи с сервером, кроме форума для обсуждений. Минимальное использование JavaScript и простые CSS стили позволяют ему отображаться корректно во всех текущих браузерах.

Из-за небольшого количества информации и большими интервалами ее обновления, отсутствует панель администратора и все правки производятся вручную.

Выбраны следующие компоненты для разработки и размещения сайта:

- система контроля версий Git на базе Gitlab;
- система автоматического развертывания на базе Gitlab и Docker;
- сервер на базе GNU/Linux;
- веб-сервер на базе nginx;
- база данных на базе MySQL для хранения обсуждений;
- форум на базе fluxBB;
- пакетный менеджер yarn;
- JavaScript фреймворк Vue.js.

Сайты, использующие yarn как пакетный менеджер, чаще всего имеют структуру каталогов, изображенную на схеме (рис. 1). Разделение файлов по их назначению позволяет избежать коллизий при отправке изменений в систему контроля версий. Пакетный менеджер позволяет следить за используемыми версиями библиотек или программ для создания сайта. Таким образом, если работают несколько человек, то у всех будет одинаковая среда для разработки сайта.

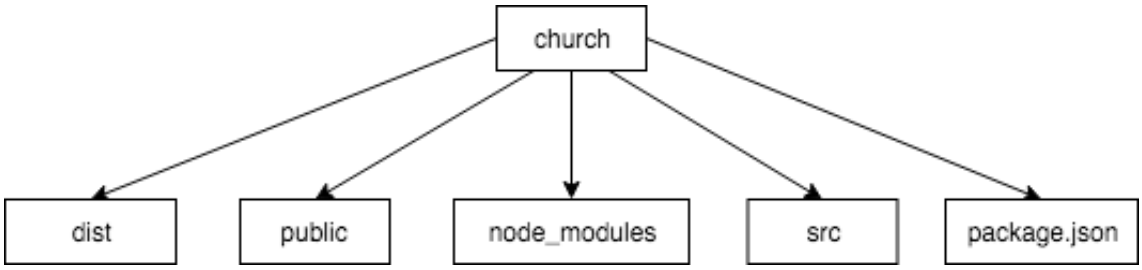


Рис. 1. Структура корневой папки

Папка public содержит статические файлы, такие как изображения, шрифты и документы. Также здесь находится начальная страница сайта.

Исходный код сайта (рис. 2) разделен на компоненты, виды и основную страницу. Отдельно прописываются возможные страницы (виды) в файле router.js. Использование компонентов позволяет изменять общие части или элементы страниц без изменения их на каждой странице (виде).

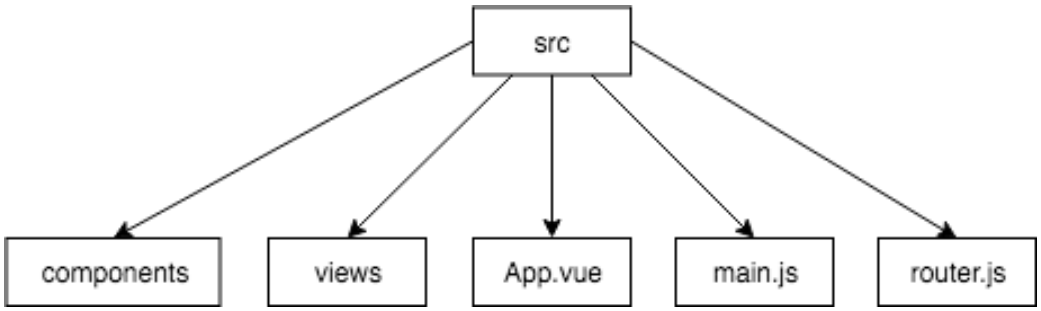


Рис. 2. Структура папки с исходным кодом

Каждый вид имеет отдельный код скрипта на языке JavaScript и стиль на языке PostCSS. Разделенные стили и скрипты уменьшают количество конфликтов на странице при использовании нескольких компонентов. Также возможно написание и общих стилей, и скриптов.

Главная страница состоит из трех блоков: «шапка», содержимое текущей страницы, «подвал». «Шапка» и «подвал» выделены в отдельные компоненты Menu.vue и Footer.vue соответственно. Между этими компонентами находится вывод «роутера», который показывает выбранную страницу сайта. Также на нем стоит плавный переход, чтобы не было неприятного визуального эффекта.

Формат компонентов и видов в Vue не содержит привычного начала из структуры страницы HTML. Эта часть генерируется автоматически и присутствует только в файле index.html. Раздел template содержит разметку страницы, в которой может присутствовать дополнительный синтаксис Vue, при помощи которого можно привязать какие-либо данные, события, стили и т.п.

Благодаря Vue можно использовать новые конструкции. Например, ссылки для меню составляются при помощи цикла, используя данные из массива в скрипте. Таким образом, если понадобится поменять список ссылок, можно

исправлять их как вручную, так и сделать загрузку с сервера, изменяя их в любое время.

Для папки forum указано, что по умолчанию должен использоваться файл index.php, т.к. иначе веб-сервер будет ссылаться на несуществующий или некорректный файл и форум не отобразится. Для обработки файлов PHP необходимо указать, что используется локальная версия PHP через файловый сокет.

GitLab позволяет автоматически развертывать приложения/сайты при появлении изменений в системе контроля версий данного проекта. Для этого необходим отдельный сервер GitLab Runner, который может быть установлен на этом же сервере, где находится GitLab или на отдельном сервере.

При появлении изменений, Runner создает контейнер, в котором скачивает исходный код и ПО для сборки, запускает компиляцию и автоматическое тестирование, если оно присутствует. После этого запускается копирование результата на сервер.

Runner был установлен на этот же сервер. Для безопасной передачи данных после компиляции, был создан отдельный пользователь, который может только сохранять данные в папку веб-сервера. Подключение производится по SSH с использованием приватного сертификата.

Скрипт развертывания на первом этапе скачивает контейнер с предустановленным ПО NodeJS, который включает в себя пакетный менеджер yarn, запускает скачивание пакетов, затем компиляцию сайта. На втором этапе, скрипт копирует на веб-сервер файлы с заменой, устанавливает права доступа на файлы, копирует конфигурацию форума.

Данная процедура на текущем оборудовании занимает около 10 минут.

Использование пакетного менеджера yarn и фреймворка Vue облегчает разработку сайта, но увеличивает накладные расходы на его компиляцию.

1. GitLab Documentation [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL: https://docs.gitlab.com/. Загл. с экрана.

2. Introduction – Vue.js [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL: https://vuejs.org/v2/guide/. Загл. с экрана.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

К.А. Крышко
Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета
г. Салават

В условиях интенсивного развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности одной из актуальных задач является повышение эффективности эксплуатации применяемого в отрасли топлива, использующего оборудования, в особенности трубчатых печей, так как затраты, связанные с ними, составляют около четверти от стоимости всей технологической установки. Трубчатые печи являются основными аппаратами технологических установок нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) и основными потребителями топлива. На их долю приходится примерно 10 % газообразного и жидкого топлива от общего количества перерабатываемой нефти [1].

Установки предприятий нефтегазовой отрасли являются опасными производственными объектами. Анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтегазовой отрасли показывает, что одним из наиболее опасных объектов этой отрасли является трубчатая печь. По данным Академии государственной противопожарной службы МЧС России за 2007–2017 гг. 12 % аварий на объектах нефтегазовой отрасли приходится именно на трубчатые печи [2].

Согласно п. 1 статьи 2 ФЗ № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» современные установки предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности являются опасными производственными объектами. Они обладают высокими показателями риска возникновения аварийных ситуаций, способных привести к человеческим жертвам и серьезным экономическим и экологическим последствиям. К таким объектам относят трубчатые печи.

Значительная часть аварий на трубчатых печах происходит из-за прогара змеевика, причиной этого часто является закоксовывание. Прогар приводит к пожару внутри печи. Такие пожары представляют огромную опасность для рабочего персонала [3].

Прогар змеевика очень часто связан с его закоксовыванием. На данный момент внедрение в контуры ПАЗ остановки печи из-за закоксовывания змеевика не реализуется, только срабатывание АПС. Решение об остановке работы печи принимается технологическим персоналом.

Система «усовершенствованное управление» позволяет контролировать техническое состояние технологического оборудования и управлять технологическим процессом в реальном времени. Высокая производитель-

ность системы позволяет реагировать на любые изменения технического состояния оборудования и технологического процесса, принимать необходимые решения для предотвращения возникновения и развития аварийных ситуаций.

Ввиду этого предлагается внедрить программное обеспечение, основанное на использовании генетических алгоритмов, с целью повысить оптимальность и безопасность управления процессом [4].

Генетический алгоритм (ГА) представляет собой метод оптимизации, основанный на концепциях естественного отбора и генетики. В этом подходе переменные представлены в виде ген в хромосоме. ГА генерирует новые решения как различные комбинации частей решений популяции, используя такие операторы, как отбор, кроссинговер и мутация [5].

Блок схема генетического алгоритма, примененного в данной работе, изображена на рисунке 1.

Рис. 1. Блок-схема генетического алгоритма

Задачей генетического алгоритма является решение заданного уравнения. Первым шагом задается определенное количество начальных популяций, количество генов в которых равно количеству датчиков. После чего определяется приспособленность популяции (насколько далеко они находятся от решения). Если хотя бы одна из полученных популяций удовлетворяет

нашей точности, то значит решение найдено, и общий цикл генетического алгоритма завершается. Если же решение не найдено, то тогда осуществляется сортировка популяций по приспособленности, самая неприспособленная подвергается мутации, остальные подвергаются операции скрещивания. После данных операций, полученные новые хромосомы также проверяются на вхождение в заданную точность. Если условие выполняется, то алгоритм завершает свою работу и программа приступает к расчету уровня отложений, иначе цикл повторяется заново. Цикл будет повторяется до тех пор, пока не выполнится условие, либо не будет ограничения по количеству выполненных циклов.

Взаимодействие пользователя и элементов программы осуществляется посредством графических элементов (кнопок, значков, меню и т.п.). Необходимо создать интуитивный графический интерфейс, в котором вся информация представляется в простой и доступной для понимания форме.

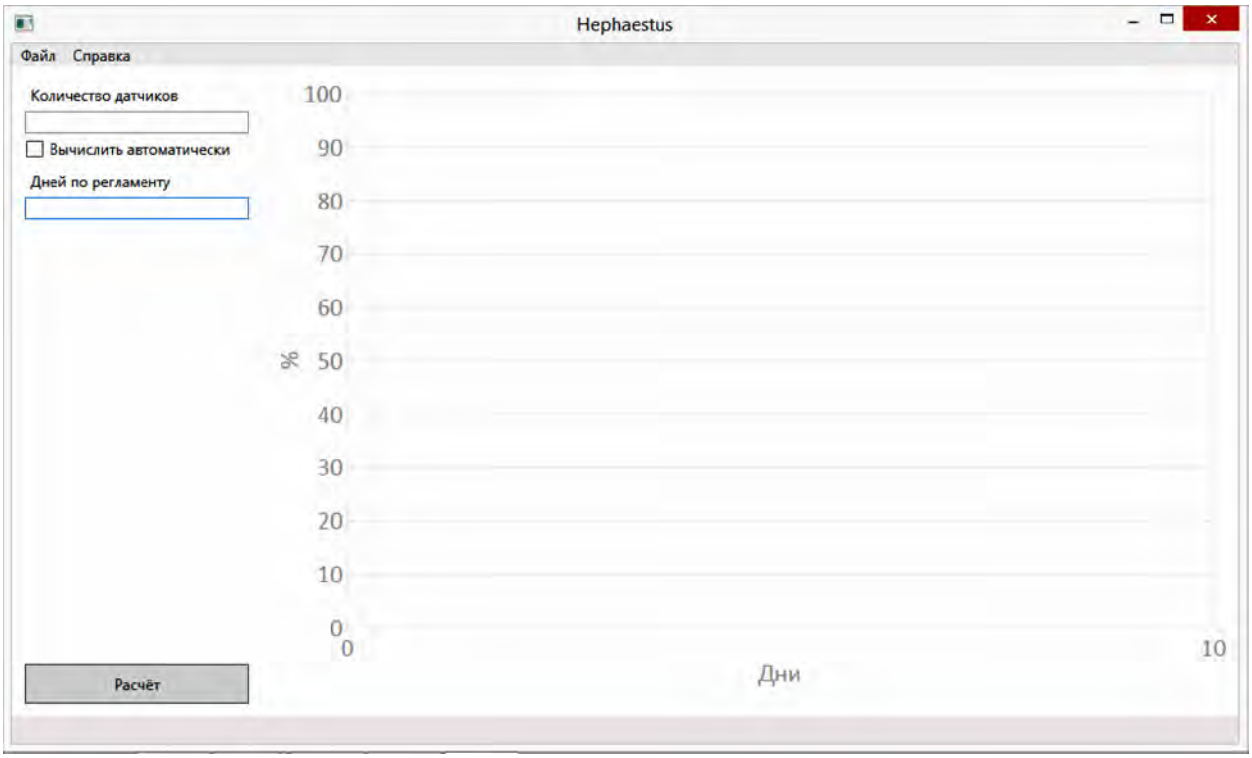


Рис. 2. Интерфейс программы

После окончания работы генетического алгоритма, пользователю представится график с уровнем закоксованности змеевика. Уровень будет представлен в процентной форме. При наведении курсора на любую из представленных координат, на экран выведется значение отложений. При достижении уровня закоксованности 80 % и выше, пользователю отобразится текст «Требуется проведение ремонтных работ», а также эту запись будет сопровождать звуковой сигнал.

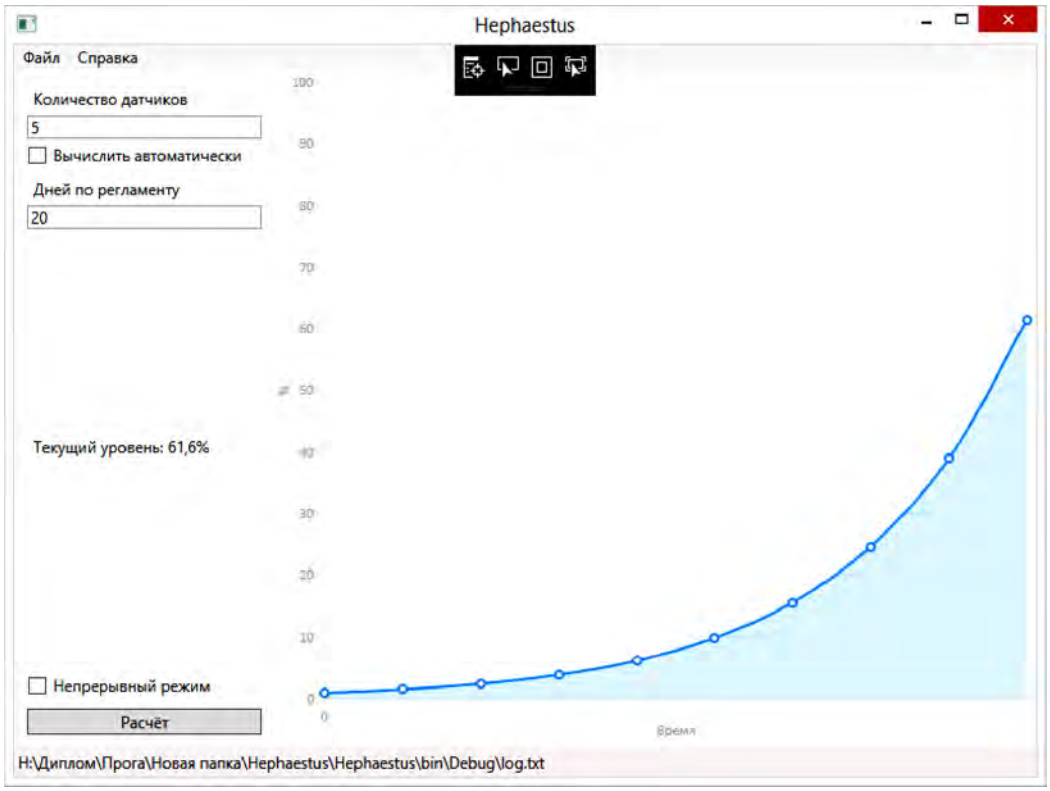


Рис. 3. Результат работы программы

Таким образом, при интегрировании данной программы в АСУ ТП действующей трубчатой печи возможно:

- проводить оценку закоксованности змеевика печи в режиме реального времени;
- при правильном соблюдении технологического режима установки отсутствует необходимость проводить плановые остановы печи для очистки змеевика от коксоотложений;
- снизить риск возникновения аварийной ситуации и не привести к срабатыванию противоаварийную автоматическую защиту установки.

1. Хафизов, А. М. Информационно-управляющая система обеспечения безопасности трубчатых печей с использованием генетических алгоритмов: дис. … канд. тех. наук: 05.26.03: Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т. Уфа, 2019. – 161 с.

2. Хафизов, А. М., Павлова, З. Х., Баширов, М. Г., Крышко, К. А. Совершенствование информационно-управляющей системы обеспечения безопасности трубчатых печей нефтегазовых производств с использованием генетических алгоритмов // Нефтегазовое дело. – 2019. – № 1– С. 104–124.

3. Баширов, М. Г. Совершенствование систем автоматического управления и противоаварийной защиты трубчатых печей на основе мониторинга параметров процесса коксообразования / М. Г. Баширов, З. Х. Павлова, М. М. Закирничная, А. М. Хафизов // Нефтегазовое дело: электрон.науч. журн. УГНТУ. –

2018.– №1. – С. 120–144. URL: http://ogbus.ru/issues/1_2018/ogbus_1_2018_p120-144_BashirovMG_ru.pdf.

4. Баширов, М. Г., Хафизов, А. М., Крышко, К. А. Совершенствование информационно-управляющей системы обеспечения безопасности трубчатых печей // Материалы научно-методической конференции «Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2018». – 2018. – С. 197–199.

5. Баширов, М. Г., Хафизов, А. М., Крышко, К. А. Совершенствование систем аварийно-предупредительной сигнализации и противоаварийной автоматической защиты трубчатых печей // Материалы научно-методической конференции «Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2018». – 2018. – С. 199–201.

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ КОДА НА ЯЗЫКЕ PYTHON С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DOCKER-КОНТЕЙНЕРОВ

М.С. Кузнецов

Научный руководитель ***И.А. Андрианов****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современный этап развития технологий, в том числе и вычислительной техники, показывает нам рост объёмов данных и потребностей во все более мощных вычислителях. В основе развития центральных процессоров всегда лежала технология увеличения числа транзисторов на кристалле микропроцессора. Известный закон Мура гласит: «при сохранении этой тенденции мощность вычислительных устройств за относительно короткий промежуток времени (24 месяца) может вырасти экспоненциально».

Однако тот же Мур в 2003 году опубликовал работу «No Exponential is Forever: But «Forever» Can Be Delayed!», в которой признал, что экспоненциальный рост физических величин в течение длительного времени невозможен. Лишь эволюция транзисторов и технологий их изготовления позволяла продлить действие закона ещё на несколько поколений [1].

В 2007 году Мур заявил, что закон, очевидно, скоро перестанет действовать из-за атомарной природы вещества и ограничения скорости света. На текущий момент предельный размер транзистора в процессоре составляет 5 нанометров. Имеются также пробные образцы трёхнанометрового процессора, но его выпуск начнётся не раньше 2021 года. Это говорит о том, что в скором времени дальнейшее увеличение количества транзисторов на кристалле прекратится (пока не будет открыт новый материал или кардинально обновлен технологический процесс).

Одним из решений данной проблемы являются параллельные вычисления. Под этим термином понимается такой способ организации компьютерных вычислений, при котором программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих параллельно (одновременно).

Параллельные вычисления по способу синхронизации делятся на два вида.

В первом варианте взаимодействие процессов происходит через разделяемую память: на каждом процессоре мультипроцессорной системы запускается отдельный поток исполнения. Все потоки принадлежат одному процессу. Потоки обмениваются данными через общий для данного процесса участок памяти [2]. Количество потоков соответствует количеству процессоров. Потоки создаются либо средствами языка программирования (например, Java, C#, C++ начиная с C++11, C начиная с C11), либо с помощью библиотек. При этом возможно создавать потоки явно (например, в C/C++ с помощью PThreads), декларативно (например, с помощью библиотеки OpenMP), либо автоматически – встроенными средствами компилятора (например, High Performance Fortran). Описанный вариант параллельного программирования обычно требует какой-то формы захвата управления (мьютексы, семафоры, мониторы) для координации потоков между собой.

Во втором варианте взаимодействие осуществляется при помощи передачи сообщений. На каждом процессоре многопроцессорной системы запускается однопоточный процесс, который обменивается данными с другими процессами, работающими на других процессорах, с помощью сообщений. Процессы создаются явно, путём вызова соответствующей функции операционной системы, а обмен сообщениями производится с помощью специальной библиотеки (например, реализация протокола MPI), или с помощью средств языка (например, High Performance Fortran, Erlang или occam).

Кроме двух вышеописанных, применяется также и гибридный вариант [3]: на многопроцессорных системах с распределённой памятью (DM-MIMD), где каждый узел системы представляет собой мультипроцессор с общей памятью (SM-MIMD), можно использовать следующий подход. На каждом узле системы запускается многопоточный процесс, который распределяет потоки между процессорами данного узла. Обмен данными между потоками на узле осуществляется через общую память, а обмен данными между узлами – через передачу сообщений. В этом случае количество процессов определяется количеством узлов, а количество потоков – количеством процессоров на каждом узле. Гибридный способ параллельного программирования более сложен (требуется особым образом переписывать параллельную программу), но наиболее эффективен в использовании аппаратных ресурсов каждого узла многопроцессорной системы.

В данной статье мы предлагаем адаптировать такой гибридный подход для распараллеливания вычислений на языке Python. Ключевой особенностью работы является использование технологии docker-контейнеров. Разрабаты-

ваемый фреймворк будет иметь клиент-серверную архитектуру, включающую следующие элементы.

На стороне клиента:

1. Serializatior – в соответствии с названием, сериализует функции и их переменные (то есть позволяет сохранять их на внешнее устройство или сеть с последующей загрузкой в память на этом же или другом узле). Также стоит выделить декоратор *parallel*, который представляет собой функцию-обертку, позволяющую применять serializatior для функций различного вида.

2. Классы для конфигурации подключения к серверу/кластеру.

3. Дополнительные языковые средства, позволяющие отмечать функции, подлежащие распараллеливанию.

На стороне сервера:

1. Deserializatior – соответственно, десериализует полученные данные (см. выше).

2. Executor – класс, обрабатывающий десериализованные данные (функции и их аргументы), а также устанавливающий необходимые библиотеки в виртуальное окружение интерпретатора Python.

Общая архитектура разрабатываемой системы представлена на рисунке.

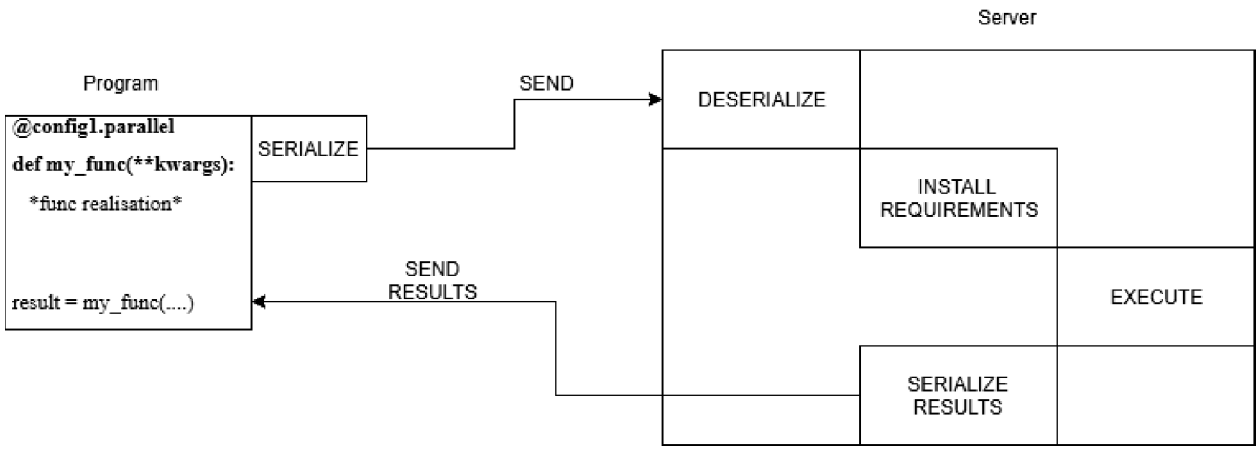


Рис. 1. Общая архитектура модуля «Удаленное исполнение кода»

Для связи между клиентом и сервером могут использоваться сокеты либо фреймворк twisted, взаимодействие с которыми будет выполняться посредством разработанного API.

Реализация данной системы предполагает использование технологии docker. Это позволяет обеспечить удобство и высокую скорость настройки ПО для начала работы: достаточно запустить кластер docker-swarm, развернуть docker-образ на выбранном сервере и выставить количество репликаций.

Другими важными плюсами применения технологии docker являются создание однородной вычислительной среды путем виртуализации UNIX-подобной системы (Ubuntu или облегченная Alpine Linux), а также наличие swarm-режима, который позволяет запускать множества контейнеров на раз-

ных серверах и оперативно балансировать нагрузку, перебрасывая задания на свободные контейнеры.

Разрабатываемый фреймворк может найти применение в различных областях, где требуется выполнять большие объёмы вычислений на языке Python, в том числе для задач машинного обучения и глубокого анализа данных, а также для более простых задач (например, для распределённой проверки решений при проведении олимпиад по программированию) [4].

1. Закон Мура [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Мура

2. RS/6000 SP: Practical MPI Programming. – IBM RedBook, 1999. – 238 с. Архивировано 19 января 2008 года. Архивная копия от 19 января 2008 на Wayback Machine (англ.)

3. Оленев, Н. Н. Основы параллельного программирования в системе MPI. – Москва : ВЦ РАН, 2005. – 80 с.

4. Андрианов, И. А., Менухова, Н. О. Анализ и моделирование производительности автоматизированной системы проведения олимпиад по информатике // Бизнес. Наука. Образование: проблемы, перспективы, стратегии: материалы Российской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, Вологодский институт бизнеса, 2015. – С. 426–429.

СОЗДАНИЕ КОНТРОЛИРУЕМОЙ КВЕСТОВОЙ СИСТЕМЫ

Я.А. Лучников
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Тема развлечений для людей была актуальна во все времена. И чем старше человек становится, тем сложнее подобрать что-то для проведения досуга, а еще более сложной задачей становится выбор отдыха для всей семьи.

Хорошей альтернативой обычным походам в кино и театры стали квесты в реальности – игры, подходящие для любого пола и возраста, в которых нужно, решая загадки и головоломки, выбраться из закрытого помещения за определенное время. Однако чтобы разнообразить эти загадки и чтобы они не были простыми сканвордами из газет, предприниматели обратились к современным технологиям.

Научно-технический процесс не стоит на месте, уже давно были изобретены компьютеры и контроллеры, позволяющие автоматизировать абсолютно все. Аппаратура уже не занимает огромную часть помещений, а умещается в компактные корпуса.

Таким образом, можно сформулировать цель проекта, которая ставится перед предпринимателями, – нужно создать автоматизированную систему с

дистанционным управлением квеста. Это осуществляется по принципам «умного дома», только за место температуры, влажности и прочего нам нужно управлять всеми исполнительными механизмами, управлять звуком, отслеживать в прямом эфире сработавшие элементы, а также вмешиваться в сценарий игры вручную по мере необходимости.

Перед нами встала задача по созданию автоматической системы управления, которая удовлетворяла бы все перечисленные выше задачи, поставленные заказчиком. Все это можно осуществить при помощи двух компьютеров, один из них осуществляет задачи по управлению, а второй, находящийся в операторской комнате, выполняет роль реципиента. Необходимо также добавить такой немало важный аспект, как обеспечение связи между используемыми компьютерами так, чтобы одноплатный ПК не приходилось отключать из сети. Это необходимо для загрузки и выгрузки данных в обоих направлениях.

Стоит заострить дальнейшее внимание на объектах и примененных методах работы с ними. Отметим, что все оборудование должно соответствовать определенным требованиям, а именно: быть легкодоступным для замены и починки, быть недорогим, быть достаточно прочным и малозаметным.

Вся основа системы построена на связи между стационарным ПК и одноплатным персональным компьютером Raspberry Pi. Такие модели компьютеров в настоящее время используются в качестве промышленных или встраиваемых компьютеров, для создания системы. Данный ПК имеет ряд особых преимуществ, например: малое энергопотребление, имеющиеся на самой плате wi-fi и Bluetooth модули (в старших поколениях), USB-порты и порт HDMI, подходящие для подключения клавиатуры, мыши и дисплея, что может облегчить программирование и настройку. Сам RPI заминает крайне мало места, что сильно облегчает задачу его спрятать, ведь все оборудование во время игры должно быть невидимо глазу клиента.

Также из преимуществ Raspberry Pi стоит выделить наличие портов GIPIO – интерфейса для связи компонентов и компьютерной системы. «Одна из главных привлекательных особенностей Raspberry Pi – наличие на плате аппаратных портов ввода/вывода GPIO (General-Purpose Input/Output, интерфейс ввода/вывода общего назначения), что открывает перспективы использования его робототехнических проектах и устройствах «умного дома» [2, с. 187].

Из всего разнообразия моделей Raspberry была выбрана Raspberry Pi 2 Model B Version 1 как самая доступная по цене и наличию на рынке на тот момент. Из-за отсутствия в ней модулей wi-fi и Bluetooth все подключение к ней было произведено непосредственно кабельным путем.

Чтобы выводить доступ к рабочему пространству с RPI на основной ПК, существует специализированная система Virtual Network Computing (VNC). Чтобы подключить VNC-клиента к ПК, находящемуся в другом помещении, используется IP-адрес этого компьютера или DNS-имя, и номер дисплея или же номер TCP-порта. Как правило, VNC-система защищена паролем и требует

авторизации при подключении. Она не зависит от платформы, т.е. VNC-клиент, работающий на одной ОС, может беспрепятственно подключиться и работать с VNC-сервером, работающим на другой операционной системе.

Далее, после подключения, все управление внутри Raspberry производится путем трансляции нажатий клавиатуры и мыши пользователем с одного компьютера на другой. Также монитор стационарного ПК будет отображать весь интерфейс и все производимые действия с одноплатного ПК.

Не стоит забывать о безопасности связи между оборудованием. Для ее обеспечения у VNC-системы предусмотрено подключение с использованием защищенного туннелирования через SSH. SSH является пересылкой портов, маршрутизацией через трафик локальной сети на удаленные хосты. Данная маршрутизация предназначена для защиты всех соединений при помощи шифрования. Есть несколько различных типов SSH пересылки портов – это локальная, удаленная и динамическая переадресация портов. Следует отметить, что в данном случае был применен локальный тип переброса портов для подключения со стационарного ПК к удаленному хосту RPI.

Далее перейдем к исполнительным механизмам. Чтобы осуществлять все открытия потайных комнат, полок и прочего, используются электромагнитные замки. Принцип выбора их для проекта прост – доступность по цене и по распространению в ближайших магазинах. Таким образом, был выбран ML – 194K. Он предназначается для использования в системах контроля доступа и автоматики пожарных и запасных выходов. Он надежен, износоустойчив и имеет защиту от вандализма.

Также для тех же задач используется электромеханический замок «Шериф-1». Он предназначен для запирания распашных дверей, открывающихся как внутрь, так и наружу, с возможностью их дистанционного открытия. При отключении данного механизма от питания легкие двери открываются и отходят в сторону по направлению их траектории, что приносит наглядности во время игры.

Для контроля системы управления доступом автоматного контроллера для управления электромагнитными и электромеханическими замками и передачи данных с них был использован контроллер Z-5R.

Саму информацию, которую должен считывать контроллер, отображают магниточувствительные датчики, имеющие скрытую конструкцию, состоящие из геркона и магнита. Такой датчик фиксирует положение магнита рядом с ним, цепь замыкается при магнитном поле и размыкается при его отсутствии. Благодаря скрытой конструкции (плоское основание) датчик сложно заметить, что делает его более надежным.

После непосредственной установки всех исполнительных элементов стоит обратьcя к графическому интерфейсу. К нему выдвигается ряд требований: интерфейс должен быть интуитивно понятным для любого пользователя и наглядным для отображения действия квеста в реальном времени.

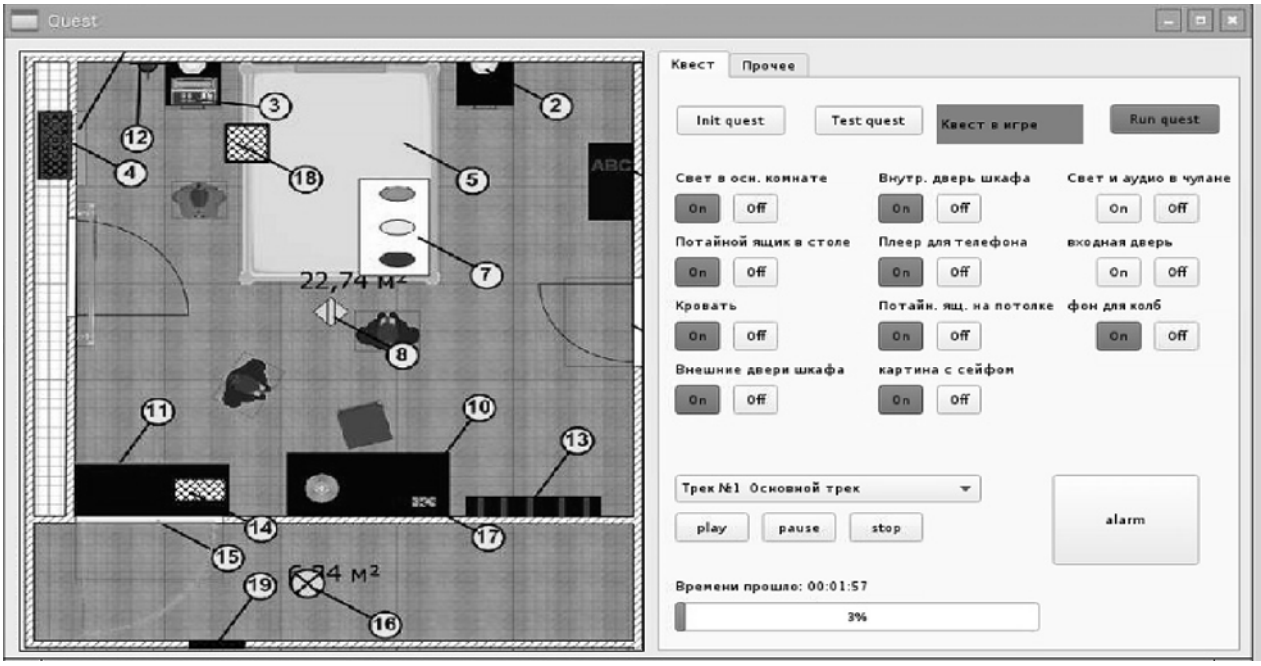


Рис 1. Графический интерфейс программы на Raspberry

Данный интерфейс представлен в виде схемы комнаты с отображением положения механизмов, панелью управления справа и шкалой времени внизу.

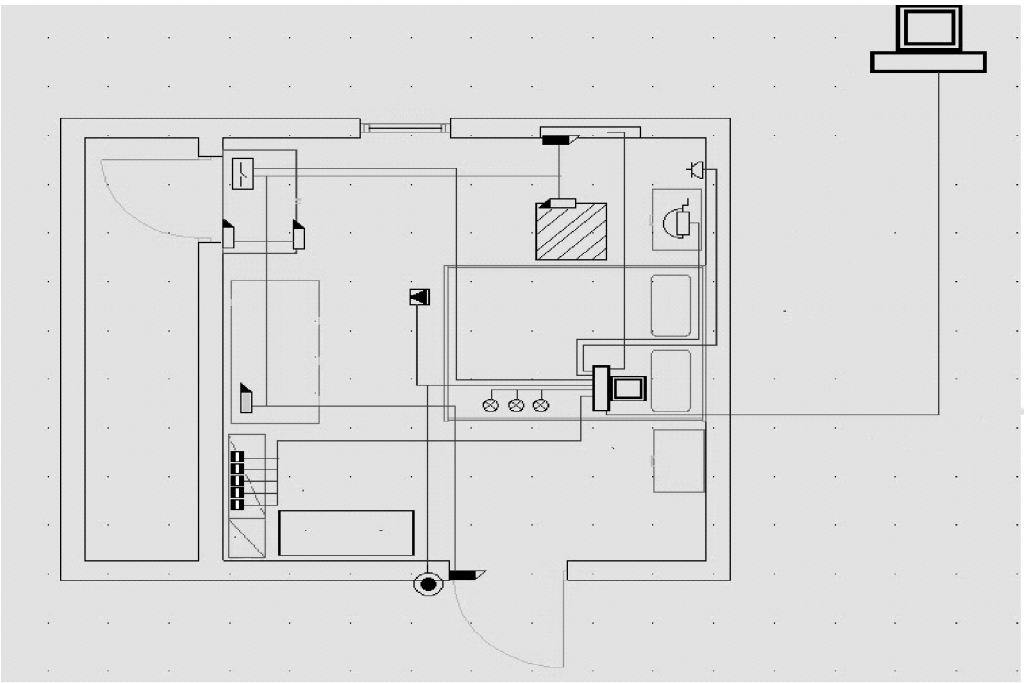


Рис. 2. План прокладки кабелей и размещение оборудования

На данной схеме представлено расположение исполнительных механизмов и оборудования. Можно пронаблюдать взаимосвязь элементов, как от датчиков сигнал передается на реле, затем обрабатывается в RPI и передается на локальный ПК.

Окончательный результат проделанной работы – работающий квестовый комплекс, основанный и исполненный по требованиям заказчика. Данная система имеет автоматически работающий сценарий, который может быть изменен вручную. Кроме этого была создана локальная сеть между двумя компьютерами и осуществлено обеспечение безопасности данных.

1. Гаврилова, И. Л., Комар, В. Н. Научное руководство по дипломному проектированию / Пособие для студентов специальности «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций».
2. Петин, В. А. Электроника Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. – С. 186–253.
3. Магда, Ю. С. Raspberry Pi. Руководство по настройке и применению.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА

А.А. Миронов
Научный руководитель ***А.Н. Швецов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В мире развивающихся технологий и постиндустриального общества, где люди, как и товары, являются продуктом потребления для компаний и маркетинга, стоит большая задача по привлечению клиентов, для решения которой строятся аналитические системы и применяются новые технологии, использующие вычислительные мощности суперкомпьютеров и способные прогнозировать поведение [4]. Одним из важных процессов при проведении оценки выпускаемых продуктов является определение общего мнения пользователей. На основании полученных оценок вычисляется ценность продукта и определяется план для дальнейшего производства и развития.

Как и в маркетинге, определение общего мнения людей имеет большое значение и в политике. Любой закон, принимаемый правительством страны, вызывает положительные и отрицательные реакции граждан. С начала рассмотрения закона и первой новости о его чтении до его принятия или отклонения, он наберет множество положительных и отрицательных мнений. На основании статистики по этим данным можно принять окончательное решение о принятии закона или его корректировке, чтобы не вызвать диссонанс в обществе.

Эти два примера – лишь небольшая часть, где необходимо использовать технологии определения тональности текста. Для реализации технологии требуется большой объем данных и алгоритм их классификации.

В настоящее время социальные сети – это самые популярные интернет-ресурсы. Каждый комментарий, каждая запись на стене или сообщение в обсуждениях несет в себе положительную, нейтральную или отрицательную оценку контекста. Эти данные и будут использоваться в качестве исходных. Для анализа и обработки исходных данных воспользуемся IT-сферой Data Science.

Data Science, или наука о данных (иногда даталогия – datalogy) – раздел информатики, изучающий проблемы анализа, обработки и представления данных в цифровой форме. Объединяет методы по обработке данных в условиях больших объёмов и высокого уровня параллелизма, статистические методы, методы интеллектуального анализа данных и приложения искусственного интеллекта для работы с данными, а также методы проектирования и разработки баз данных [5].

Одной из технологий Data Science являются нейронные сети. Нейронные сети представляют из себя множество нейронов, связанных между собой. Нейросети – это математическая модель работы головного мозга. У каждой сети есть входные нейроны, скрытые нейроны и выходные нейроны [3]. На вход подается массив списка входных параметров и массив выходных параметров. Для обучения нейросети необходимо привести исходные данные в математический формат.

Для решения нашей задачи по определению тональности текста необходимо получить маркированные положительные и отрицательные сообщения пользователей. Текст, представленный числовым вектором, будет являться входным параметром, а маркер положительности или отрицаиетльности – выходным. Для примера возьмем массив данных из пятидесяти тысяч отзывов с сайта IMDB.

Для преобразования данных в математический вид необходимо произвести векторизацию слов в тексте. Для выполнения векторизации используется библиотека Word2Vec от компании Google. На вход подаются тексты отзывов и на выходе получаем числовой вектор для каждого слова, который будет необходим для определения семантически близких слов [2].

Числовые векторы используются для кластеризации. Кластеризация – это алгоритм объединения слов в семантические группы. Существует большое количество алгоритмов. В текущем примере используется алгоритм К-средних. Для выполнения алгоритма количество слов в группе укажем равным пяти. В результате выполнения примерное число кластеров равняется трём тысячам. Количество входных параметров для нейросети будет равняться количеству кластеров.

Выходным параметром для обучения нейронной сети будет являться его оценка. Оценка в массиве данных представлена по шкале от одного до десяти. Негативные отзывы будут иметь оценку меньше пяти, положительные – больше либо равными семи. Заменим негативные отзывы на выходной параметр равный нулю, а положительные – на единицу.

Для сравнения был дополнительно проведен эксперимент без использования классификатора, а с использованием алгоритма bag-of-words. Точность этого метода составила 84 %, а точность первого – 89 %. Причем для выполнения второго приходится приводить лемматизацию, чтобы определять позицию в словаре по значению, а не по словоформе.

Для классификации отзывов воспользуемся классом MLPClassifier из пакета sklearn. Результативность обучения нейронной сети зависит от начальных параметров сети, количества обучаемых данных и их вариативности. Пример инициализации нейронной сети классификатора MLPClassifier представлен на рисунке.

```
from sklearn.neural_network import MLPClassifier
mlp = MLPClassifier(hidden_layer_sizes=(10, 10, 10), max_iter=1000)
mlp.fit(X_train, y_train.values.ravel())
```

Рис. 1. Пример инициализации MLPClassifier

Параметр hidden_layers_sizes указывает на количество нейронов на скрытых уровнях. Max_iter – максимальное количество итераций во время обучения.

Обучение нейронной сети на основе такого объёма данных занимает несколько часов. В результате обучения нейронной сети мы получили готовую модель, которая может определить тональность входящего текста. Точность выполнения классификации вычисляется при помощи тестовой выборки. Точность составила 89,8 %

В дальнейшем развитии для получения данных будут использоваться API поисковых систем. Используя API, мы можем получить данные по запросу. Дальнейший анализ, определение тональности каждого сообщения и обобщение результатов даст нам требуемый результат.

Для работы с нейронными сетями на языке Python используются такие библиотеки, как Theano, Pylearn2, Deepnet, Sklearn и другие [1]. Также множество библиотек написано на других языка программирования.

Как было написано ранее, для обучения нейронной сети необходим большой объем данных и вычислительные ресурсы. Любой интернет-ресурс, связанный с маркетингом собирает информацию о своих пользователях. Чем больше трафик на сайте, тем больше объём данные.

Используя нейронные сети как функции регрессии можно предположить дальнейшие действия пользователя, например желаемые покупки. И тем самым увеличить объём продаж компании.

Многие компании в качестве вычислительных ресурсов используют облачные технологии. Такие интернет гиганты, как Яндекс, Google и Amazon предоставляют сервера в аренду для выполнения длительных процессов. Например, обучение нейронной сети на обычном сервере может занимать несколько дней, в облаке такая операция может занимать несколько часов.

Таким образом, для разработки производительной и точной системы определения тональности текста требуется большой массив маркированных данных. Чем больше данных, тем больше точность выполнения задачи. Также требуются вычислительные ресурсы для обучения нейронных сетей и создания готовой модели в конечном результате.

1. Сравнение библиотек глубокого обучения на примере задачи классификации рукописных цифр [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/intel/blog/254747/

2. Автоматическое определение тональности текста (Sentiment Analysis) [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post /263171/

3. Барский, А. Б. Нейронные сети. Распознавание, управление, принятие решений. – 2004.

4. Николенко, С. И. Глубокое обучение. – 2018.

5. Стригулин, К. А., Журавлева, Л. В. Анализ тональности высказываний в Twitter // Молодой ученый. – 2016.

6. Sentiment Analysis [Электронный ресурс]: офиц. сайт – Режим доступа: https://monkeylearn.com/sentiment-analysis/

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ ДАННЫХ

М.А. Морозов

Научный руководитель ***А.А. Суконщиков,*** *канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Любая информационная система подвержена различным атакам и угрозам. Также не стоит забывать и о человеческих ошибках. Согласно отчету от National Cyber Security Partnership’s Working Group, в каждой 1000 строк кода имеется от одной до семи ошибок. Поэтому и возникает вопрос о таком понятии, как резервное копирование данных.

В данной статье будут рассмотрены основные более новые методы резервного копирования. Особое внимание будет обращено на сравнение каждого из методов, то есть определение сильных и слабых сторон, а также принципы их работы.

Прежде чем рассматривать или выбирать способ резервного копирования, нужно знать некоторые из критериев для выбора метода:

– скорость по времени резервного копирования и скорость по времени восстановления из резервной копии;

– какое количество копий можно иметь, если мы имеем ограниченное хранилище;

– учитывать нагрузку на сервер во время резервного копирования;

– стоимость.

Чаще всего в пример приводят три типа резервного копирования: инкрементальное (инкрементное), дифференциальное и всеми известное и часто используемое полное резервное копирование. Рассмотрим каждый из методов подробнее и приведем в пример существующее ПО.

Первый в списке метод – инкрементальный. Его еще иногда называют инкрементным в более современных источниках. Данный способ является по меркам остальных менее времязатратным. При данном способе создается копия только тех файлов, которые потерпели какие-либо изменения после предыдущего полного резервного копирования. Именно поэтому этот способ и занимает меньше времени, так как копируется малый объем информации в целом. Но так как мы затронули критерий о времени восстановления данных, то данный метод по восстановлению занимает достаточно много времени, так как восстанавливаются данные полного последнего резервного копирования, а также данные всех последующих инкрементальных (инкрементных) резервных копий. На рисунке 1 показан принцип копирования: 1 – полный бэкап, он всегда полный, а 2, 3, 4 – инкрементальные бэкапы.

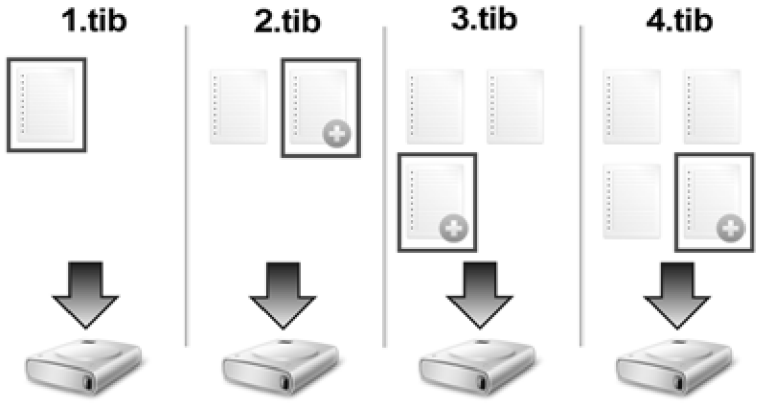


Рис. 1. Инкрементальное резервное копирование

Что касается дифференциального резервного копирования, то при этом методе каждый файл, который подвергся изменениям после полного backup, копируется всегда заново. Отчасти это похоже на копирование инкрементное. Опять же, если касаться критерия времени восстановления данных, то этот метод по сравнению с инкрементальным быстрее в разы. Всё, что требуется для восстановления данных – полная резервная копия (самая первая как правило) и последняя созданная вами дифференциальная. Сам этот метод по многочисленным отзывам специалистов является популярным, так как копии файлов делаются по расписанию, что важно, так как в нынешнее время случается много вирусных атак на системы. На рисунке 2 показан принцип диффе-

ренциального резервного копирования: 1 – полный бэкап, он всегда полный, а 2, 3, 4 – дифференциальные бэкапы.

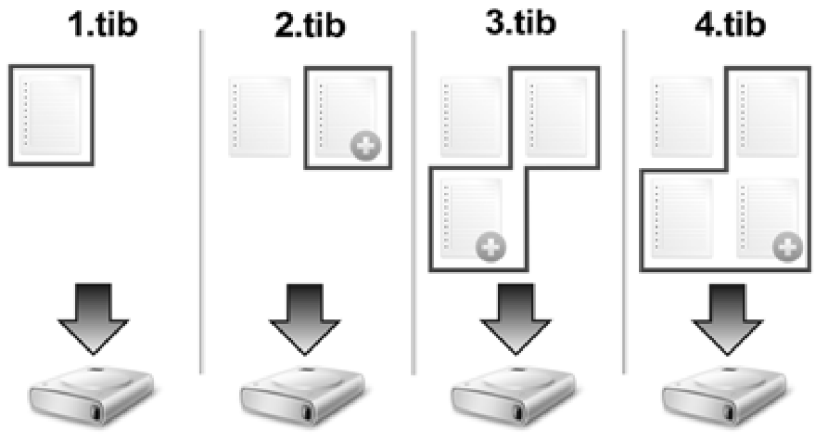


Рис. 2. Дифференциальное резервное копирование

При полном копировании все достаточно просто. В бэкап записываются все данные файла, которые как раз и были выбраны для резервной копии. Нет никакой разницы – подверглись ли данные к изменениям или нет. Все будет сохранено. На рисунке 3 показан принцип полного резервного копирования: все бэкапы (1, 2, 3, 4) – полные.

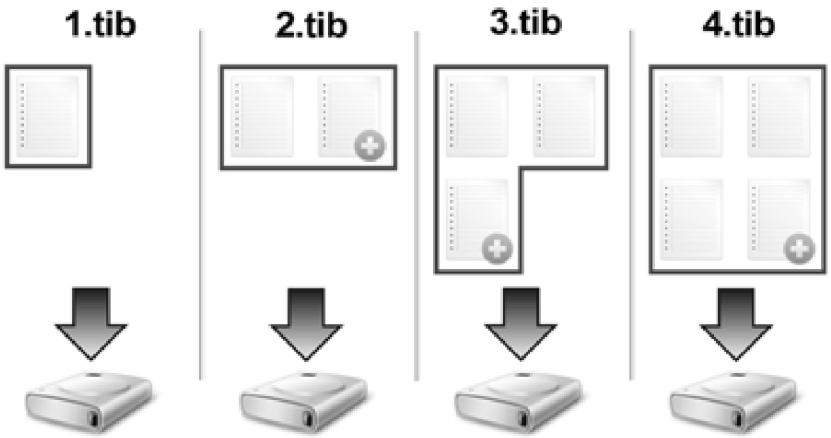


Рис. 3. Полное резервное копирование

Такое резервное копирование считается самым надежным, но и в то же время объемным. Но опять же плюс – для восстановления потребуется только один файл.

Если возникнет вопрос о программе для резервного копирования, то в качестве примера можно привести две, которые включают в себя два из трех выше перечисленных метода.

Первая программа – AOMEI Backupper (рис. 4). Она имеет простой и понятный русскоязычный интерфейс. Можно создавать инкрементные или дифференциальные резервные копии. Присутствуют варианты сжатия и шифро-

вания резервных копий. Один из минусов – невозможность сделать резервное копирование по расписанию. Придется этим заниматься вручную.

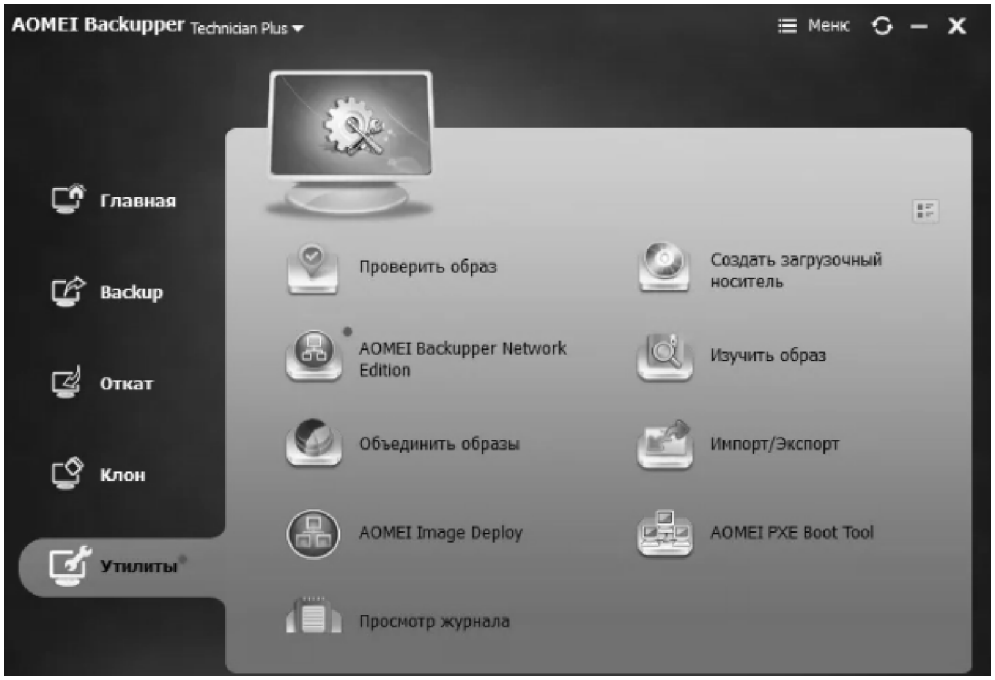


Рис. 4. AOMEI Backupper

Вторая программа – Cobian Backup (рис. 5). Эту программу от предыдущей отличает возможность не только дифференциального резервного копирования, но также и полного. Имеется огромное количество инструментов, которые позволяют следить за каждым аспектом резервного копирования.

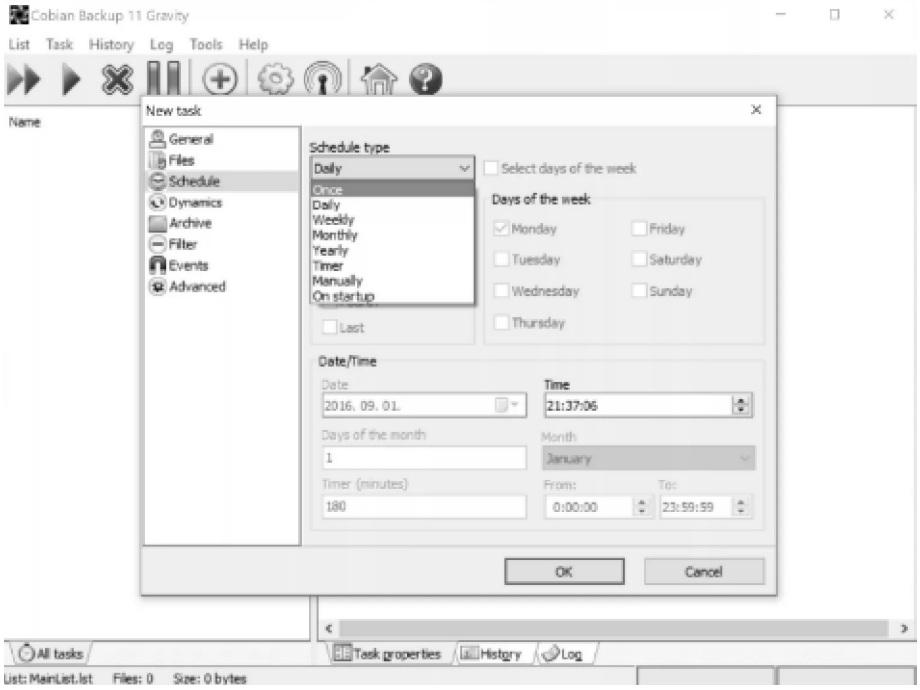


Рис. 5. Cobian Backup

В заключении подведен итог, что у каждого способа резервного копирования есть свои сильные и слабые стороны. И если выбирать конкретный, то нужно отталкиваться от критериев, которые были описаны в начале статьи, а именно время копирования и восстановления, нагрузки на сервер и количество копий.

1. Мясников, Д. М. Разработка распределённой отказоустойчивой системы хранения данных [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Мясников Дмитрий Михайлович. – Вологда, 2010. – 124 с.

2. Сравнение способов резервного копирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/selectel/blog/226831/ – Загл. с экрана.

3. Стратегии резервного копирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/acronis/blog/202500/ – Загл. с экрана.

4. Обзор систем резервного копирования и восстановления данных на мировом и российских рынках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rokwell.ru/obzor-sistem-rezervnogo-kopirovaniya-i-vosstanovleniya-dannyh// – Загл. с экрана.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Э.А. Мурзаков

Научный руководитель ***А.М. Водовозов****, канд. техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В большинстве городов России уличное освещение не только не соответствует требованиям общества, но и требует вложений огромных бюджетные средства. Плохо освещенные дороги, в том числе и пешеходные переходы, парки, тротуары создают трудности как водителям, так и пешеходам. С технической точки зрения эту проблему может решить умное освещение. Данная система включает в себя не совокупность уличных фонарей, а сеть с мозговым центром, получающим и обрабатывающим полученные от узлов сети данные.

Система управления освещением с односторонней связью дает возможность дистанционно управлять яркостью фонарей в зависимости от различных факторов: от времени суток (освещенности), интенсивности движения и погодных условий. Например, в туман яркость ламп необходимо прибавить, а при яркой Луне – снизить. Данный способ позволяет достичь экономии электроэнергии в 2 раза по сравнению с обычными системами уличного освещения.

Данная система уже полностью вытеснила традиционную модель в таких городах, как Москва, Владимир и др. Экономия бюджетных средств составила более 60 %.

«Умная» лампа оснащена рядом модулей и датчиков. Это придает гибкость и функциональность. Одной из основных частей является датчик присутствия или движения. При выборе данного датчика мы будем руководствоваться следующими критериями:

– температура работы;
– максимальный угол обзора;
– дальность действия;
– мощность нагрузки.

Датчики движения бывают разных типов в зависимости от принципа действия:

1. Инфракрасные датчики. В качестве чувствительного сенсора используется пироэлектрический датчик. Он улавливает тепловые волны от объектов. Данные датчики дешевы, распространены и просты в управлении. К недостаткам стоит отнести низкую надежность, так как в условиях повышенной температуры могут быть ложные срабатывания.

2. Ультразвуковые датчики. Основаны на эффекте Доплера. Данные датчики включат и приемники, и излучатели. К достоинствам дптчиков стоит отнести большую точность срабатывания, чем у инфракрасных. Главным минусом будет срабатывание на любое движение, будь то человек или ветка.

3. Акустические датчики. Данный тип датчиков имеет большую точность срабатывания, но, как и УЗД, они срабатывают на любые шумы [1].

Следующим компонентом «умной» лампы является датчик освещенности. Данный датчик встроен в корпус уличного светильника или установлен в цепь управления работой наружного освещения придомовой территории, проезжих дорог и пешеходных дорожек, а также подсветки строительных конструкций и различных элементов декора. Сенсор дает возможность менять интенсивность освещения в зависимости от условий окружающей среды.

Фотореле – главная составляющая датчика освещенности. Оно состоит из следующих частей [2]:

– корпус – служит для размещения всех элементов прибора. В нем предусмотрены крепёжные отверстия или иные конструктивные приспособления;

– фотоэлемент – прибор, служащий для преобразования световой энергии в электрическую. Впоследствии электрические импульсы служат для включения и отключения ламп.

– электронный блок – в составе: модуль питания, устройство усиления сигнала и электромеханическое реле.

Выбор датчика освещенности будет производиться по следующим критериям:

– напряжение;
– диапазон освещенности;
– мощность нагрузки;
– степень защиты.

Чтобы передавать управляющие сигналы от сервера к узлам этой сети, используются следующие технологии: RS-485, радиоканалs, Ethernet, GSM, витая пара или даже силовая ЛЭП в качестве проводника для сигнального ВЧ-тока [3].

Использование клиент-серверной архитектуры позволяет отправлять запросы к конкретному узлу, управлять им (включать и выключать его, посылая определенные сигналы к блоку управления). Каждый фонарь (блок управления) будет иметь собственный IP-адрес, и оператор будет видеть каждый фонарь с его адресом и текущим состоянием на карте на мониторе компьютера.

Среди функций сервера и регулярный опрос фонарей, и фонарь с определенным заводским адресом оказывается просто привязанным к месту на территории. GSM-управление используется в исключительных случаях из-за своей дороговизны.

Структурная схема устройства представлена на рисунке.

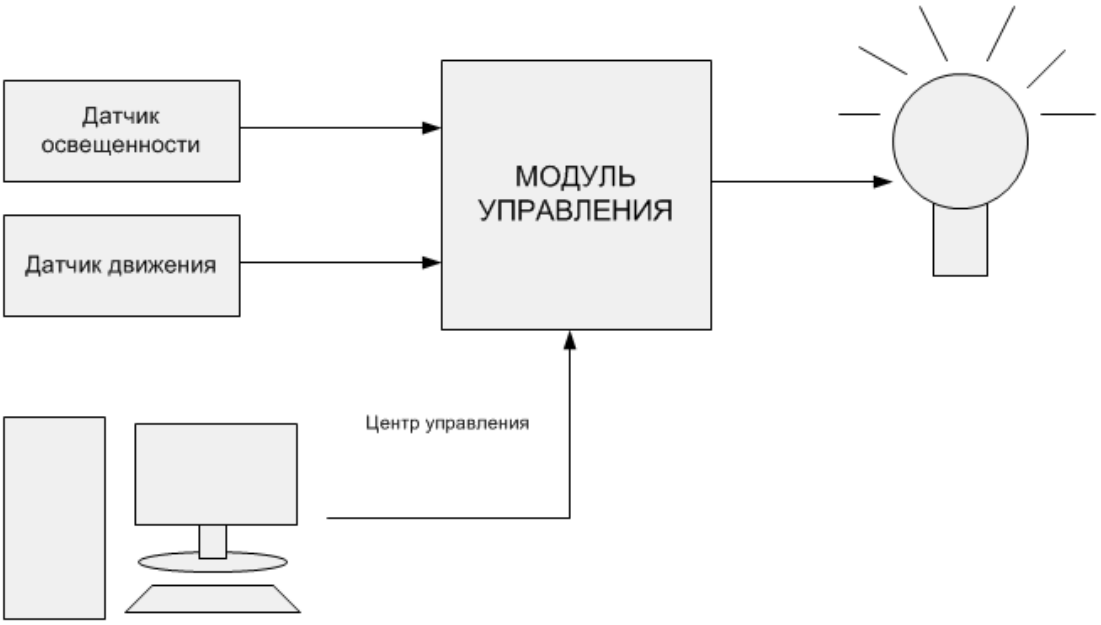


Рис. 1. Структурная схема

1. Андреев, А. Н., Бурцев, А. В., Водовозов, А. М., Колесниченко, Д. А. Адаптивная система управления уличной. В сборнике: Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования Материалы XII Международной научно-технической конференции. – 2017. – С. 23–26.

2. Бурцев, А. В., Водовозов, А. М. Адаптивная система управления уличным освещением. В сборнике: Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования материалы XI Международной научно-технической конференции. – 2016. – С. 42–47.

3. Интеллектуальные системы уличного освещения // Школа для электрика [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://electricalschool.info/main/lighting/1826-intellektualnye-sistemy-lichnogo.html – Загл. с экрана.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ СУХОНЫ

Д.Н. Ногтев
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Контроль качества водной среды играет важную роль в достижении экологически благоприятной обстановки. Он осуществляется посредством экологического мониторинга, включающего диагностику состояния водной среды и прогнозирование распределения загрязнений. По определению М.Н. Мазаника, «прогноз – вероятностное научно обоснованное суждение о состоянии какого-либо явления в будущем» [3].

По проблемно-целевому критерию различают поисковый и нормативный прогнозы. Мы опираемся на поисковый прогноз, так как он позволяет определить возможные состояния явления в будущем на основе гипотетического перенесения в будущее тенденций, присущих явлению в прошлом и настоящем.

Целью данной работы является построение системы прогнозирования загрязнения реки Сухоны.

Для этого анализируются и классифицируются данные о качестве поверхностных вод области на основе показателей, превышающих ПДК, за период с 2000 по 2017 годы, выбирается наиболее приемлемая модель поискового прогнозирования, базирующаяся на нейронных сетях, работа системы проверяется путем разбиения массива данных на две части (большая часть – опорные данные, меньшая часть – известные данные для сравнения с прогнозируемыми в тот же период), составление вывода о возможности применения данной технологии при решении конкретной задачи.

В нашем исследовании нейросетевое прогнозирование направлено на установление наиболее вероятных перспектив распределения загрязнений реки Сухоны при сохранении существующих тенденций.

Важность составления поискового прогноза на основе нейронных сетей обусловлена рядом факторов.

Во-первых, река Сухона является связующим звеном между Северной Двиной, Невой и Волгой, обеспечивая выход грузов на Волго-Балтийский водный путь. Поскольку бассейн реки Сухоны (с озером Кубенским и рекой Кубеной) занимает центральную и восточную части области, то загрязнение реки негативно отражается на экологической обстановке значительной части региона.

Во-вторых, в настоящее время загрязнение реки Сухоны оценивается как хроническое. Большое количество ядовитых веществ поступает в верховья реки со сточными водами предприятий Вологды и Сокола. Особенно негативное влияние на Сухону оказывают сбросы целлюлозно-бумажных предприятий

города Сокола. Помимо того, поступление загрязняющих веществ происходит за счет локальных источников от производств промышленного, сельскохозяйственного и хозяйственно-бытового назначения, расположенных на берегах Сухоны и ее притоков. Свой вклад в общее загрязнение вносят и талые воды, собирающие с прилегающих территорий нитраты, пестициды, нефтепродукты и другие органические вещества. В результате из двадцати одного определенного в сухонской воде токсиканта содержание одиннадцати значительно превышает предельно допустимые концентрации. Особенно заметное повышение содержания в воде Сухоны аммонийного азота, фосфора и органики отмечено ниже впадения ее загрязненных притоков – Толшмы, Печеный и Царевы [1].

В-третьих, процессы загрязнения поверхностных вод имеют случайный характер, плохо воспроизводимы, что затрудняет аналитическое описание. Все существующие модели и методики для простоты расчётов принимают постоянство внешних условий. Однако не всегда возможно точно выделить источники загрязнения. Совокупность этих факторов негативно отражается на точности прогнозирования. Все особенности процесса загрязнения водной среды в условиях неполных данных могут быть учтены путем применения нейросетевых моделей прогнозирования.

Искусственной нейронной сетью называют такую математическую структуру, воплощенную программно или аппаратно, схожую по принципам функционирования и организации с нервными клетками живых организмов. Структура нейронной сети представляет собой систему из связанных и взаимодействующих с друг другом искусственных нейронов. Каждый элемент (нейрон) устроен несложно и выполняет несколько простых задач: получение сигнала и отправка сигнала другим элементам. Несмотря на простое устройство каждого искусственного нейрона в отдельности, соединенные вместе в достаточно большую сеть, они способны решать сложные задачи с результатом, часто превосходящим другие способы решения.

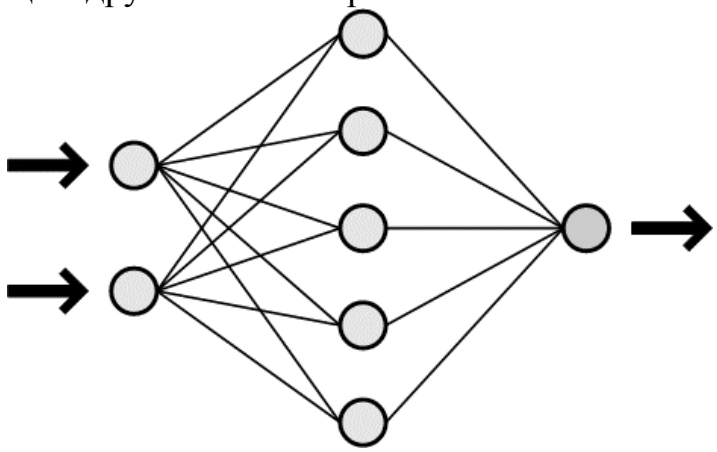


Рис. 1. Обобщенная структурная схема нейронной сети

Нейронные сети могут помочь в решении трудно формализуемых задач, причем с высокой точностью результатов. Даже если данные, используемые для обучения нейросетей, противоречивые, неполные, с большим количеством

неточностей, система способна дать неплохой результат, правда, который будет хуже в сравнении с системой, обученной на «хороших» данных. Ещё один плюс – это возможность использования для обучения сети небольших выборок, применение которых в классических методах не дает достоверные результаты.

Алгоритм для применения нейронных сетей в общем виде состоит из следующих шагов:

1. Постановка задачи, в пригодной для решения с помощью нейронной сети форме.
2. Выбор искусственной нейронной сети (ИНС).
3. Подготовка исходных данных для обучения ИНС.
4. Обучение ИНС.
5. Применение обученной ИНС для решения задачи.

Применительно к нашему исследованию алгоритм можно представить в следующем виде.

Имеется временной динамический ряд значений предельно допустимых концентраций веществ в водном объекте – в реке Сухоне. Необходимо спрогнозировать значения на следующие три года (2018–2020 гг.).

Для решения данной задачи с помощью нейронной сети могут быть выбраны две архитектуры: перцептрон и сеть радиально-базисных функций [4].

Для перцептронов характерны две особенности, находящих применение в решении практических задач: возможность классификации объектов и аппроксимации границ классов и функций.

Сеть радиально-базисных функций использует радиальные базисные функции как функции активации. Она применяется во многих областях, в том числе для функции приближения, прогнозирования временных рядов, классификации и систем управления.

Подготовка предполагает выбор данных для обучения, отвечающих следующим критериям: репрезентативность (данные должны иллюстрировать истинное положение вещей в исследуемой области), непротиворечивость (противоречивые данные снижают качество обучения сети).

Исходные данные представляются в виде, который позволяет использовать их на входах сети.

Процесс обучения сети предполагает просмотр сетью обучающей выборки в определенном порядке, который может быть последовательным или случайным.

Основным преимуществом искусственных нейронных сетей является способность к обучению на основе имеющегося массива данных. Кроме того, готовые (обученные) нейронные сети можно улучшать (дообучать), используя текущие фактические данные, например данные о загрязнении водных источников.

Как показывает практика, применение нейронных сетей при разработке сложных систем приводит к уменьшению требуемого количества правил и к

снижению трудоемкости разработки. Это объясняется тем, что для построения нейронных сетей нужна только выборка данных, в достаточной мере отражающая зависимость, которую необходимо определить [2].

Таким образом, использование нейронных сетей является перспективным направлением для разработки программных средств, предназначенных для экологического мониторинга, на этапе прогнозирования изменений состояния окружающей среды. Нейронные сети способны повысить оперативность и точность оценки состояния окружающей среды, а следовательно, эффективность принимаемых решений. В нашем исследовании применение нейронных сетей позволяет построить прогностическую модель загрязнения реки Сухоны, что дает возможность своевременного реагирования и принятия управленческих решений.

1. Болотова, Н. Л. Сухона: ресурсы и их использование [Электронный ресурс] / Н. Л. Болотова. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.booksite.ru/fulltext/two/tot/ma/13.htm. – Загл. с экрана.

2. Вересников, Г. С. Системный анализ экологической информации с помощью нейронных сетей [Электронный ресурс] / Г. С. Вересников. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://lab18.ipu.ru/projects/conf2005/1/4.htm. – Загл. с экрана.

3. Всемирная энциклопедия: Философия / гл. науч. ред. и сост. А. А. Грицанов. – Москва : АСТ; Мн.: Харвест, Современный литератор, 2001. – 1312 с.

4. J. Moody and C. J. Darken, Fast learning in networks of locally tuned processing units. [Электронный ресурс] / J. Moody and C. J. Darken. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.ki.inf.tu-dresden.de/~fritzke/FuzzyPaper/node5.html. – Загл. с экрана.

О ПРИМЕНЕНИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ БЕСПРОВОДНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

С.М. Ордец

Научный руководитель ***А.М. Водовозов****, канд. техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время задача построения распределенных систем сбора данных и мониторинга технологических процессов как никогда актуальна в самых различных областях жизнедеятельности человека. В качестве элементов систем, регистрирующих различные данные, используются датчики – средства измерений, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработ-

ки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем [1].

Задача повышения производительности и эффективности операций заводского техобслуживания, растущая потребность в решениях, облегчающих сбор данных с оборудования, движет спросом на беспроводные датчики, монтаж которых проще и дешевле монтажа обычных проводных устройств. О разработке таких устройств сообщают уже многие производители. Так, например, Yokogawa Electric Corporation завершает разработки датчика вибрации на основе технологии ISA100 WirelessTM с поддержкой быстрого обновления данных и возможностью длительной работы от элементов питания. Данный датчик, за счет предоставления обновлений по уровню вибрации на заводских объектах в реальном времени, помогает пользователям быстро обнаруживать нарушения в работе оборудования и обеспечивать превентивное обслуживание. Датчики предназначены для выявления признаков нештатных режимов оборудования на ранней стадии и предотвращения неожиданных сбоев оборудования, где важны частые измерения вибрации и температуры поверхности такого оборудования, как компрессоры, насосы и моторы, и возможность оперативного мониторинга таких данных. Хотя ключевое оборудование, скорее всего, постоянно контролируется с помощью проводных датчиков, это может быть трудноосуществимо для многих других видов оборудования из-за высокой стоимости и проблем проводки к устройствам в труднодоступных местах. Такое оборудование должно проверяться при обходах или периодических проверках. Таким образом, существует растущая потребность в беспроводных датчиках вибрации, монтаж которых прост и недорог, для повышения эффективности техобслуживания. Полевые устройства и анализаторы способны, используя полевую беспроводную систему, обмениваться данными с системами мониторинга и контроля верхнего уровня. Растущая потребность в повышении производительности труда и уровня безопасности за счет сбора большего количества данных о функционировании установок влечет за собой повышение спроса на полевые беспроводные устройства, которые могут устанавливаться даже в те зоны, доступ к которым затруднен. Кроме того, применение полевых беспроводных устройств имеют дополнительное преимущество – снижение затрат на установку.

Датчики вибрации полезны для отслеживания состояния и превентивного обслуживания различного заводского оборудования, такого как компрессоры, насосы и двигатели. Традиционные методы отслеживания вибрации предполагают использования датчиков вибрации, которые обмениваются данными с центральной системой посредством проводного соединения или же сбор данных по вибрации отдается в ведение специалистов по обслуживанию. Расширение применения беспроводных систем и необходимость снижать расходы на установку ведут к росту спроса на беспроводные датчики вибрации.

Новые датчики вибрации способны удовлетворить нужды клиентов компании, которые ищут устройство, способное быстро обновлять инфор-

мацию по уровням вибрации для обнаружения нарушений в работе на ранних стадиях [2].

Ключевыми компонентами полевого беспроводного датчика вибрации являются многофункциональный беспроводной модуль FN510, пьезоэлектрический датчик ускорения LN01 и беспроводной коммуникационный модуль FN110. При подключении через шлюз, модуль FN510, построенный на основе беспроводного протокола обмена данными ISA100, способен обмениваться информацией с хост-системой, например РСУ. Данные, собранные при помощи данного датчика вибрации, могут использоваться операторами установки и обслуживающим персоналом для отслеживания уровня вибрации в реальном времени. Доступно как обычное исполнение, так и исполнение с взрывозащитой. Датчик отличают следующие особенности:

1. Быстрое обновление данных. Датчик может быть настроен для обновления данных с промежутком в 10 секунд. Данное время обновления идеально подходит для отслеживания уровней вибрации на заводских объектах.

2. Длительная работа от элементов питания и простое обслуживание. Если выставить частоту обновления датчика на 1 раз в минуту, то одного комплекта элементов питания хватит на 10 лет работы. Помимо сокращения расходов на элементы питания, данная особенность также снижает затраты на обслуживание.

3. Высоконадежная и гибкая система. Благодаря особенностям протокола ISA100 Wireless и техническому ноу-хау Yokogawa, удалось создать высоконадежную беспроводную сеть с резервированным обменом данными, которая позволяет передавать и получать сигналы с самых разных датчиков на большие расстояния.

Ключевые целевые рынки включают в себя нефтяную, нефтехимическую, химическую, целлюлозно-бумажную, фармацевтическую, пищевую области промышленности, а также металлургию.

Вопросы применения беспроводных датчиков измерения температуры, давления, вибрации на производстве очень интересуют отечественных производителей. Так, ПАО «Северсталь» в рамках программы Профстажировки.рф предполагает выполнение следующих работ:

- изучение условий эксплуатации предлагаемого решения;
- изучение рынка датчиков и контроллеров передачи данных;
- разработка прототипа беспроводного интерфейса передачи данных (например, Lorawan) для датчиков измерения температуры, давления;
- апробирование в производственных условиях.

1. Водовозов, А. М. Элементы систем автоматики: учебное пособие / А. М. Водовозов. – Москва : Академия, 2008. – 219 с.

2. YOKOGAWA. Co-innovating Tomorrow [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.yokogawa.ru/news/production/yokogawa-vypustit-na-rynki-sushi-sensor-besprovodnoe-reshenie-pod-brendom-oprex-dlya-promyshlennogo-/.

3. YOKOGAWA. Co-innovating Tomorrow [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.yokogawa.ru/news/press/yokogawa-vypuskaet-besprovodnoy-datchik-vibratsii-na-osnove-tekhnologii-isa100-wirelesstm-s-podderzh/.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА МЕРОПРИЯТИЙ»

Д.А. Павлов
Научный руководитель ***Е.Н. Давыдова,*** *канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время потребность учащихся в получении новой информации в сфере образовательной деятельности возрастает с каждым днем. Существует множество различных сайтов, которые предлагают широкий спектр различных образовательных мероприятий. В свою очередь, жизнь современного ученика имеет ритм, не позволяющий уследить за всем множеством происходящих вокруг мероприятий, олимпиад, ученических конференций и т.д. К тому же информация рассредоточена по различным источникам: социальным сетям, афишам, официальным сайтам, а чаще всего – это объявления на бумажных носителях. Агрегация информации из разных источников в одном сервисе позволила бы школьникам тратить меньше времени на поиск интересующего их события.

Одно из наиболее широких определений информационной системы дал М.Р. Когаловский: «Информационной системой называется комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, лингвистические средства и информационные ресурсы, а также системный персонал и обеспечивающий поддержку динамической информационной модели некоторой части реального мира для удовлетворения информационных потребностей пользователей».

В любом случае основной задачей информационных систем является удовлетворение конкретных информационных потребностей в рамках конкретной предметной области. Современные информационные системы нельзя представить без использования баз данных и СУБД, поэтому термин «информационная система» на практике сливается по смыслу с термином «система баз данных».

Создание агрегирующего сервиса является перспективной задачей, но при ближайшем рассмотрении возникают трудности: если процесс получения информации из открытых внешних источников выполнять в ручном режиме, то объём работы потребует большого штата сотрудников, вынужденных заниматься рутинной деятельностью. Автоматизация процесса получения информации позволит переложить рутинные операции на программное обеспе-

чение, но потребует решения специфичных задач, одной из которых является приведение данных, полученных из разных источников к единому виду. Для ее решения нужно исследовать различные источники мероприятий и их API, изучить методы построения прогнозов, изучить способы реализации рекомендательных систем и библиотеки, реализующие соответствующие алгоритмы.

На данный момент существуют приложения для поиска мероприятий в сфере культуры и отдыха как для отдельных городов, так и для групп регионов. Подобные информационные системы не направлены на образовательную деятельность. Для поиска мероприятий в образовательной сфере современный школьник может воспользоваться любым из доступных ему поисковиков, введя необходимый запрос в строку поиска, но на выходе он получит несколько десятков тысяч страниц, в том числе и ненужной ему информации, что негативно сказывается на желании дальнейшего поиска у некоторых учеников.

Достаточно хорошим примером для поиска школьных олимпиад является сайт **www.olimpiada.ru**. Достоинства данного сайта в том, что есть возможность посмотреть график олимпиад на несколько месяцев вперед и место их проведения, а также есть архивные материалы по прошедшим олимпиадам (но олимпиады чаще всего проводятся в Центральной России, в таких городах как Санкт-Петербург и Москва, что порой затрудняет участие учащихся в связи с проблемой переезда). Количество олимпиад сравнительно небольшое, и на данном сайте ничего не сказано о других мероприятиях, интересных современному школьнику. Следовательно, данный сайт не может рекомендовать новые объекты, которые соответствуют интересам учеников, так как существует проблема поддержки связи с пользователем.

Необходимо собирать оценки и отзывы других пользователей с похожими интересами, несмотря на то, что данный процесс является достаточно трудоёмким, но эти данные лучше всего помогают понять предпочтения учащихся. Для предоставления рекомендаций система обращается к профилю пользователя, который представляет описание интересов и предпочтений в определенном, структурированном формате. В процессе рекомендации новых объектов атрибуты профиля пользователя будут соотноситься с атрибутами объектов контента. Рекомендоваться будут похожие объекты, находящиеся в БД.

Для формирования рекомендаций мероприятий, потенциально интересных для учащегося школы данного города, можно воспользоваться методом коллаборативной фильтрации. Коллаборативная фильтрация использует известные предпочтения пользователей для прогнозирования неизвестных предпочтений других пользователей, т.е. рекомендации рассчитываются на основе результатов анализа оценок других пользователей. Основное допущение этого похода: пользователи, которые одинаково оценивали какие-либо объекты ранее, склонны делать похожие оценки другим объектам и в будущем.

Сервис будет состоять из веб-приложения и клиента на Android. Основной задачей веб-приложения является сбор, хранение актуальных событий и предоставление API для клиентских приложений.

Предлагаемая информационная система должна соответствовать следующим требованиям:

- поддержка актуальной информации;
- возможность добавления новых источников мероприятий, т.е. система не должна быть привязана только к одному, нескольким источникам;
- предоставление API, позволяющего получать всю необходимую информацию о событиях;
- личный кабинет учащегося с возможностью сохранения понравившихся мероприятий;
- рекомендация мероприятий ученику;
- все приватные данные учащихся должны храниться в защищенном хранилище и не передаваться по сети в открытом виде.

Отдельно к Android-приложению можно выделить следующие требования:

- удобный UI (Material Design);
- адаптивный UI – пользовательский интерфейс должен работать одинаково на устройствах с разным расширением экрана, и оптимизирован под большие экраны (планшеты), а также должен поддерживать альбомную и портретную ориентацию.

Данная информационная система будет автоматизированной системой подбора мероприятий, агрегирующей мероприятия из различных источников в автоматическом режиме, осуществляющей сбор, обработку, хранение информации о событиях, научных конференциях, разного уровня олимпиадах, проводимых учебными заведениями, а также обеспечивающей доступ к ним. Результаты работы будут доступны в виде приложения на Android в Google Play, а также открытого API.

Создание подобного сервиса позволит собирать и объединять информацию с различных источников мероприятий и применять прогнозирующие алгоритмы в сфере учебных мероприятий для формирования неизвестных предпочтений учащегося.

Сервис будет иметь собственную базу мероприятий, научно-исследовательских работ, разного уровня олимпиад для подготовки учащихся, пополняемую из различных источников. Для каждого пользователя строится список потенциально-интересных ему заданий и мероприятий. Эта задача может быть решена с помощью применения прогнозирующих алгоритмов.

В качестве дальнейшего развития можно подключать новые источники информации, интеграцию с социальными сетями, оптимизировать алгоритмы машинного обучения, разрабатывать новые виды клиентских приложений.

1. Когаловский, М. Р. Перспективные технологии информационных систем / М. Р. Когаловский. – Москва : ДМК Пресс; Компания АйТи, 2003. – 288 с.

2. Ржеуцкая, С. Ю. Базы данных. Язык SQL: учебное пособие / С. Ю. Ржеуцкая. – Вологда : ВоГТУ, 2010. – 159 с.

3. Ржеуцкая, С. Ю. Структуры данных и алгоритмы обработки: учеб. пособие: [в 2 ч.] Ч. 1 / С. Ю. Ржеуцкая, И. А. Андрианов. – Вологда : ВоГТУ, 2005. – 223 с.

4. Ржеуцкая, С. Ю. Структуры данных и алгоритмы обработки: учеб. пособие: [в 2 ч.] Ч. 2 / С. Ю. Ржеуцкая, И. А. Андрианов. – Вологда : ВоГТУ, 2007. – 128 с.

СОЗДАНИЕ АНАЛИЗАТОРА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ АКТУАЛЬНЫХ ВЕРСИЙ ЗАВИСИМОСТЕЙ РЕПОЗИТОРИЕВ

Д.М. Прусаков

Научный руководитель ***А.А. Суконщиков,*** *канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Все современные IT-компании используют системы управления проектами и их версиями. Например, существуют такие системы: bitbucket, Gitub, tortoise git.

Самой популярной для крупных компаний признан Gitlab, который дополнительно снабжен системами отслеживания ошибок, собственной вики, инструментами для концепции непрерывной интеграции и доставки (CI/CD) и для планирования задач, также у него есть открытое API.

В то же время крупные компании во время разработки проектов могут сталкиваться с некоторыми проблемами. Далее будет разобрана одна из них.

Обычно цикл разработки условно выглядит так. Компании приходит задача, она анализируется, оценивается и далее поступает в разработку. Разработчики создают проект, как правило, используя различные готовые библиотеки и фреймворки. Проект тестируется и поступает к заказчику на реальный объект и как правило после этого разработчики ее больше не поддерживают.

То есть разработчик, после того как его проект попадает к заказчику, больше не тратит на него время и не поддерживает актуальность используемых библиотек.

Проблема возникает на фронтенде, когда поверх уже имеющейся системы ложится новая подсистема. И если старая часть давно не поддерживалась и в ней есть очень старые версии библиотек (которые уже успели сильно измениться), то при использовании последних версий в новом приложении возникают конфликты, которые могут проявляться на этапе интеграции совер-

шенно непредсказуемыми способами и нарушить работу всей системы целиком. В результате, это может плохо сказаться на компании и сорвать сроки сдачи проектов.

Поиск подобных инструментов в интернете результатов не дал, поэтому в данной статье будет рассмотрена возможность создания ресурса, с помощью которого разработчики могли бы проанализировать разрабатываемую систему и оценить отставание библиотек в различных его частях (репозиториях). Также будет проанализировано API Gitlab и NPM и предложены технологии для реализации.

Обобщенная структурная схема приложения представлена на рисунке 1 и будет иметь следующий вид.

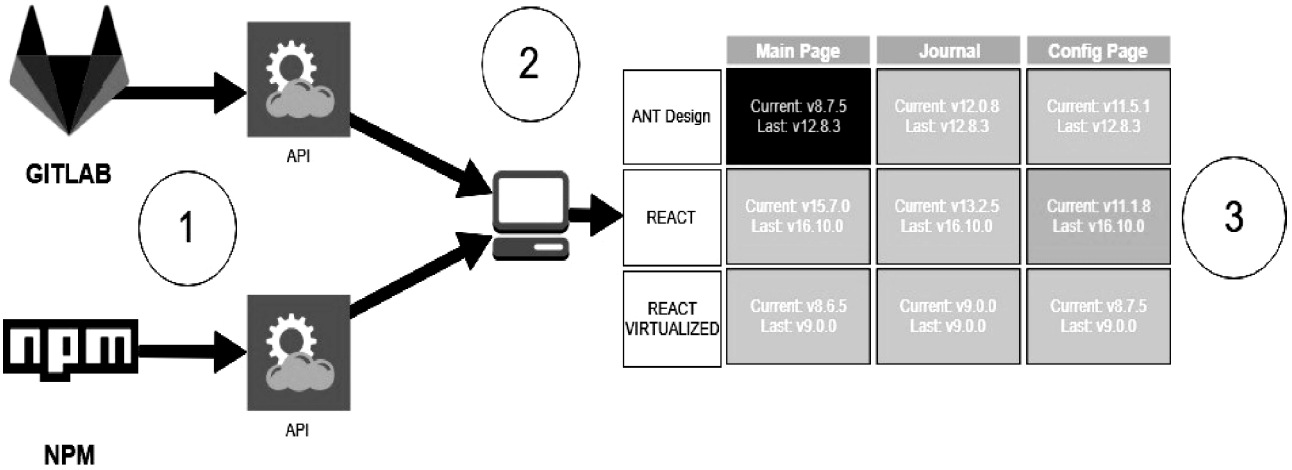


Рис. 1. Структура работы приложения

Для того чтобы проанализировать систему, приложение должно получить следующую информацию:

1. От сервиса GitLab с помощью API [2] получить файлы с текущими зависимостями (package.json) из всех нужных репозиториев.

2. На основании данных из файлов зависимостей, а конкретно по списку всех используемых библиотек, получить информацию об их актуальных последних версиях от сервиса NPM с помощью API [3].

3. В результате анализа полученных данных (версий и списков изменений) вывести отчет в виде инфографики [1], где будет явно указанно, какая библиотека и в каком проекте нуждается в обновлении.

Файл зависимостей – package.json, в нем содержится список пакетов, которые используются для разработки, а также их версии. Именно эта информация и нужна для анализа. На рисунке 2 представлена часть файла со списком зависимостей.

```
"dependencies": {
  "antd": "^3.24.2",
  "rc-animate": "^2.10.1",
  "react": "^16.10.2",
  "react-dom": "^16.10.2",
  "react-rnd": "^10.1.1",
  "react-scripts": "3.2.0",
  "react-virtualized": "^9.21.1"
},
```

Рис. 2. Установленные пакеты и их версии

Для создания приложения будет использоваться язык программирования Python, а также дополнительные библиотеки для взаимодействия с API Gitlab и NPM и для формирования отчета в виде HTML.

В отчете будет таблица, где столбцами будут выбранные для анализа репозитории, а строками – установленные пакеты. В ячейках будет находиться информация о текущей установленной версии и последней, до которой можно обновиться.

Если версия пакета гораздо ниже заранее заданного диапазона или в пакете имеются большие изменения, которые меняют его логику работы, то ячейка будет подсвечиваться красным.

В заключение подведен итог, что у каждого способа резервного копирования есть свои минусы и плюсы. И если выбирать конкретный, то нужно отталкиваться от критериев, которые были описаны в начале статьи, а именно время копирования и восстановления, нагрузки на сервер и количество копий.

Таким образом, на основе анализа, выполненного приложением, разработчик будет понимать, в какой части системы следует обновить устаревший пакет. Это позволит устранить возможные конфликты проектов при разработке и правильно оценивать задачи.

1. Бэнкс, А. И. React и Redux: функциональная веб-разработка / А. Бэнкс, Е. Порселло. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 336 с.

2. Документация к API Gitlab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.gitlab.com/ee/api/api_resources.html – Загл. с экрана.

3. Документация к API NPM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.npmjs.com – Загл. с экрана.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID

Д.А. Сенченко
Научный руководитель ***А.М. Полянский****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Операционная система Android является самой популярной на рынке мобильных устройств. Она установлена более чем на 2,5 миллиардах устройств в мире. В эту группу входят такие типы устройств, как: смартфоны, планшеты, бортовые мультимедийные системы на автомобилях, умные часы, ноутбуки и так далее. Однако при разработке приложений на данной операционной системе существует ряд серьезных проблем, которые пока не решены. Они были вызваны особенностями исторического развития android, малой мощностью мобильной техники на заре становления операционной системы и другими факторами. Ниже будут приведены и разобраны актуальные вопросы разработки приложений для данной платформы.

Одной из основных сложностей разработки под android является трудность, возникающая при работе с жизненным циклом. Во-первых, у жизненного цикла есть несколько этапов, которые вызываются в зависимости от событий, происходящих в приложении. Так, например, состояние onResume() будет вызываться и при первом старте View, при пересоздании View, открытии приложения из трея и так далее. Это событие происходит гораздо чаще, чем, например, событие onCreate(), которое возникает только при создании и пересоздании View. Соответственно, если в OnResume() будет добавлена тяжелая задача, то это сильно замедлит приложение, и стоит в качестве альтернативы рассмотреть onStart() или onCreate(). Во-вторых, не менее важной проблемой являются разновидности смены конфигурации приложения, такие как поворот экрана, переход в многооконный режим или нехватка памяти. Все эти события приводят к вызову состояния onDestroy(), которое уничтожает текущую View, а также все изменения, которые пользователь успел внести (например, введенный в форме текст). В-третьих, некоторые состояния жизненного цикла не всегда могут быть вызваны, как, например, состояние onDestroy() при уничтожении view. Если программистом был переопределен этот метод, то нет гарантии, что этот код выполнится.

Другой не менее важной проблемой является поддержка старых версий Android. Проблема эта вызвана тем, что новые версии приносят в разработку новые визуальные компоненты, такие как CardView, новые визуальные эффекты, такие как Ripple Effect и новые виды макетов, такие как ConsraintLayout. Так как новые компоненты используют стандартные библио-

теки Android новой версии, их использование на старых версиях просто так не возможно. В качестве яркого примера такой проблемы можно привести выход версии Android Lolipop, который принес понятие Material Design в разработку UI. К сожалению, некоторые новшества не работали на старых версиях Android (такие как прозрачные цвета, Ripple Effect и тень).

Для решения данной проблемы используются библиотеки совместимости. Они содержат код, который путем использования старых стандартных библиотек Android обеспечивает работу новых компонентов на старых версиях. Однако их использование не всегда возможно, появляются дополнительные накладные расходы по производительности и новые ограничения на применения этих компонентов.

Еще одной серьезной проблемой является многообразие оболочек для операционной системы Android от разных производителей. Это приводит к тому, что одни и те же визуальные компоненты и эффекты отображаются на разных устройствах по-разному. Кроме того, жизненный цикл view может тоже различаться. Поэтому для программиста приходится учитывать особенности большего разнообразия устройств на платформе Android.

Кроме того, существует еще одна проблема, которая актуальна не только для платформы Android, но и для других платформ. Эта проблема заключается в отсутствии шаблонных компонентов для разработки. Шаблонным компонентом можно назвать какой-то графический компонент, который часто используется в разных приложениях. В качестве примера можно привести графический компонент кнопки, который включен в стандартную библиотеку Android. Однако далеко не все компоненты, которые переиспользуются во многих приложениях, включены в стандартную библиотеку Android. В качестве альтернативы встроенным компонентам Android существуют сторонние библиотеки, которые расположены на таких ресурсах, как, например, GitHub. Но существует еще одна трудность. Многие шаблонные компоненты имеют достаточно небольшое количество настроек, что не позволяет использовать по назначению данный компонент в разработке. Все эти обстоятельства заставляют разработчика самому проектировать свой шаблонный компонент, который будет в дальнейшем использоваться в его приложении.

После того как компания Google на Google I/O 2019 признала Kotlin приоритетным языком для Android-разработки, что говорит о том этот язык будет постепенно вытеснять Java из этой сферы. Но, несмотря на то, что и Kotlin, и Java компилируются в байт-код JVM, существуют определенные трудности с их совместимостью. В частности, могут работать некорректно некоторые Java-библиотеки. А также не стоит забывать о том, что из Java-классов может приходить null, что делает неэффективными Kotlin nullable проверки, и мы можем получить неожиданные NullPointerException.

Таким образом, можно подвести определенные итоги. Несмотря на свой бурный за последние годы рост, платформа Android имеет ряд проблем, некоторые из которых являются вполне существенными. Однако разного рода сторонние библиотеки, а также обновление платформы Android разработчиками Google возможно позволит в будущем решить эти проблемы.

1. Le Truong Quoc Thang. Android development: problems and solutions (Part 1): [Электронный ресурс]. – URL: https://medium.com/@I_Love_Coding/android-development-problems-and-solutions-part-1-76504621a31 (Дата обращения: 20.10.2019).

2. Ankur Kotwal. What's New in Android 5.0 Lollipop: [Электронный ресурс]. – URL: https://android-developers.googlblog.com/2014/10/whats-new-in-android-50-lollipop.html. (Дата обращения: 18.10.2019).

3. Александр Климов. Жизненный цикл приложения на Android: [Электронный ресурс]. Освой программирование играючи. – URL: http://developer.alexanderklimov.ru/android/theory/lifecycle.php. (Дата обращения: 25.10.2019).

4. Борис Рязацнев. Жизненный цикл Android-приложений: [Электронный ресурс]. – URL: https://tproger.ru/translations/lifecycle-in-android-apps. (Дата обращения: 22.10.2019).

5. Вызов кода Java из Kotlin: [Электронный ресурс]. – URL: https://kotlinlang.ru/docs/reference/java-interop.html. (Дата обращения: 26.10.2019).

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДИСТАНЦИОННОГО ПРАКТИКУМА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Д.М. Серебряков

Научный руководитель ***С.Ю. Ржеуцкая****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном мире навыки работы с компьютером – не просто удел ограниченного круга лиц, но жизненная необходимость. Множество сфер человеческой деятельности были дополнены компьютерными технологиями, что невероятно преобразило их и вывело общую эффективность на принципиально новый уровень. Всё это стало возможным благодаря труду программистов.

При обучении программированию очень важна практика. Для написания программы важно учитывать не только то, какие функции она выполняет, но и как быстро она это делает, насколько безошибочно выдает результаты, какие

допустимы входные параметры и другие не менее важные вещи, которые сказываются на работе программы.

Автоматическая проверяющая система позволяет студентам в кратчайшие сроки получать обратную связь на все предоставленные ими решения задачи, а также позволяет преподавателям, составляя учебные задания, предусмотреть большинство возможных ошибок, допускаемых в процессе разработки. Еще одной важной деталью является то, что данной системой можно пользоваться с любой рабочей станции, на которой есть доступ к сети Интернет.

На кафедре автоматики и вычислительной техники разработана и функционирует система автоматической проверки решений. В настоящий момент существует несколько аналогов, некоторые из которых существуют уже длительное время и имеют довольно большую аудиторию, включающую не только студентов, но и школьников, профессиональных программистов и просто интересующихся.

Codeforces – проект, объединяющий людей, которые интересуются и участвуют в соревнованиях по программированию. С точки зрения пользовательских сценариев данная система имеет достаточно много возможностей: позволяет проводить соревнования по программированию, решать тренировочные задачи, позволяет создавать посты и ведёт рейтинг лучших участников.

Проект «Школа программиста» создан для повышения у школьников Красноярского края уровня программирования и способностей, направленных на решение олимпиадных задач. Данная проверяющая система имеет примерно ту же направленность, что и проверяющая система нашей кафедры.

Хотя функциональная часть всех рассмотренных систем находится на достаточно высоком уровне, представление информации в каждой из них оставляет желать лучшего. Множество информации представлено простым неформатированным текстом, который значительно снижает удобство работы и сильно усложняет ориентирование по сайту.

Самый первый шаг к созданию удобного и функционального пользовательского интерфейса – проработка так называемых пользовательских сценариев [2], т.е. стандартных задач, которые решают пользователи с помощью сайта, например один из таких сценариев, который встречается практически на каждом сайте, – регистрация.

Таким образом, первым шагом в создании интерфейса системы стало определение стандартных действий пользователя системы. Конечно же, самый первый сценарий, приходящий в голову, – нахождение и отправка задач на проверку, а значит, что он вполне подходит для того, чтобы именно с него начинать взаимодействие с системой. В данный момент главная страница дистанционного практикума по программированию (рис. 1) достаточно плохо оптимизирована для современных широкоформатных дисплеев и использует табличную верстку.

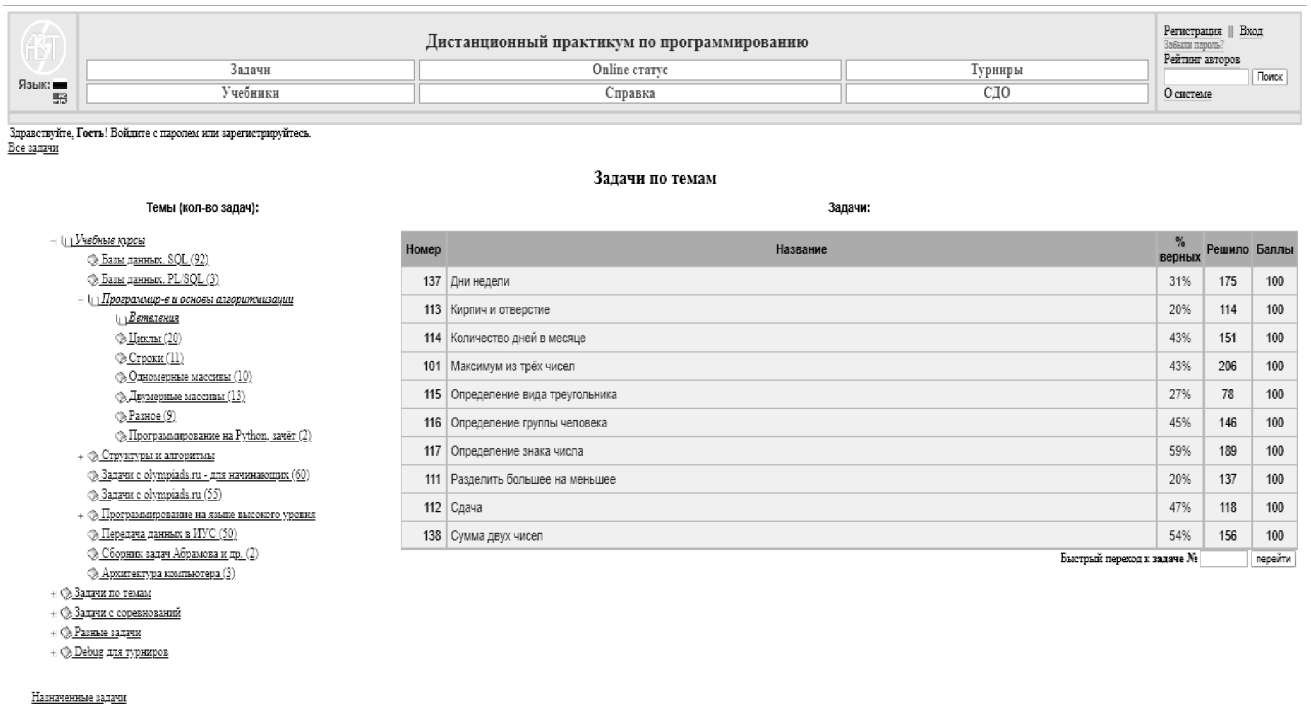


Рис. 1. Главная страница дистанционного практикума по программированию

Для определения последовательности действий и переходов составим общий алгоритм действий пользователя (рис. 2).

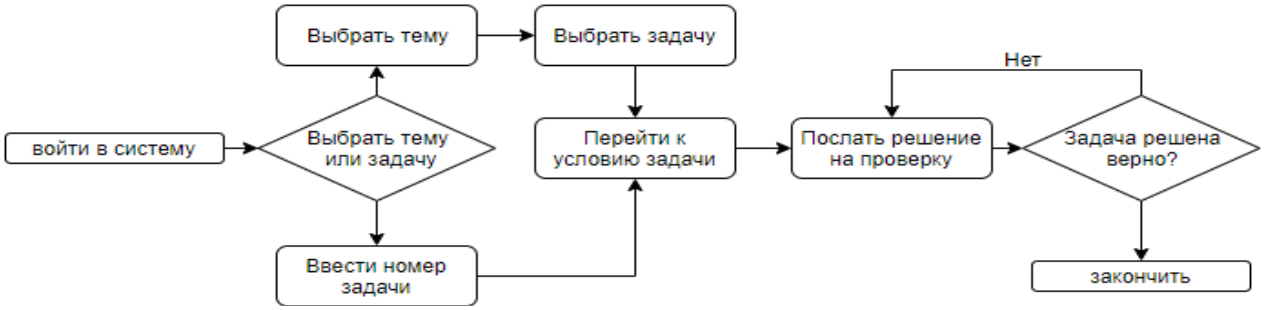


Рис 2. Основной сценарий действий пользователя при заходе на страницу

При построении интерфейсов стоит следовать нескольким принципам, которые позволят создать красивый и функциональный интерфейс [1]:

1. *Акценты:* следует располагать важную информацию и кнопки навигации так, чтобы они сразу бросались в глаза.

2. *Отступы и свободное пространство:* не следует перегружать страницу графической и текстовой информацией.

3. *Грамотная навигация:* переходы должны быть обоснованными и удобными для пользователя.

4. *Легко читаемый текст:* цвета текста и фона должны быть контрастными и просто восприниматься пользователем.

5. *Согласованность:* все элементы интерфейса должны соблюдать определенную концепцию.

Соблюдая эти правила, мы можем составить примерный макет новой главной страницы системы проверки решений (рис. 3).

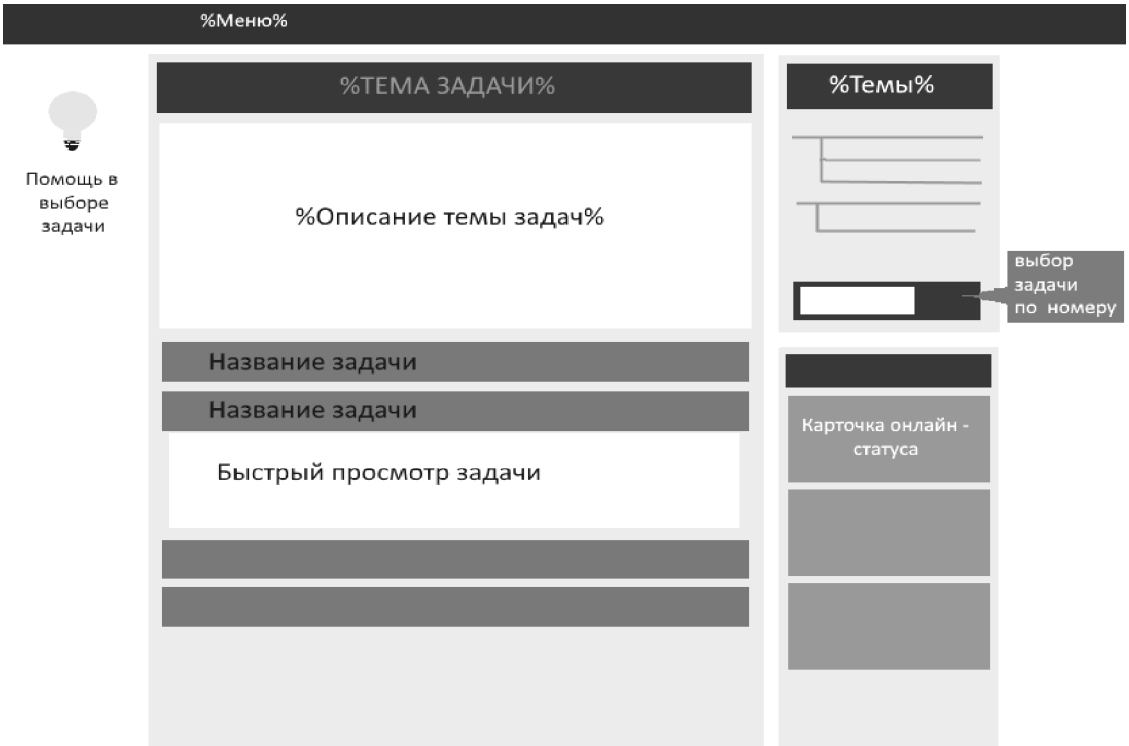


Рис. 3 Примерный макет главной страницы системы

Рассмотренный сценарий позволяет определить главные функции, которые должны быть доступны на главной странице, а именно выбор или поиск темы и выбор или поиск задачи и рекомендации по этому выбору.

Новый макет предусматривает удобное расположение кнопки помощи в поиске задачи, которая была перенесена в верхнюю левую часть экрана, добавлено описание темы задач, а также быстрый просмотр текста задачи в виде аккордеона [3].

1. Основы хорошего дизайна [Электронный ресурс]: – Электрон. дан. – Режим доступа: https://geekbrains.ru/posts/web_design_basics – Загл. с экрана.

2. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем [Текст]: Отдельное издание / Джеф Раскин – Символ-Плюс, 2005. – 272 с.

3. The Visual Display of Quantitative Information [Text]: / Edward R. Tufte – Graphics Press – 2nd edition edition, 2001 y. – 200 p.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ФОРМАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ

А.Ю. Смирнова
Научный руководитель ***Е.Н. Давыдова,*** *канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Разработка программного обеспечения является быстро развивающейся областью мира, в которой одни языки программирования устаревают, а на их место приходят другие. Каждые несколько месяцев где-то в мире появляется новый язык программирования [1]. Следовательно, чтобы специалист оставался востребованным на рынке труда, ему необходимо учиться на протяжении всей своей жизни. Однако времени, которое человек может потратить на обучение, с течением жизни становится всё меньше – появляется работа и семья. В связи с чем возникают следующие вопросы: «Можно ли заложить базу, которая помогла бы ускорить обучение новым языкам в будущем? Какая методика наилучшим образом подходит для изучения этой базы?»

Рассмотрим данные вопросы подробнее. Известно, что все языки программирования имеют общие конструкции или операторы. Примерами могут служить: условные конструкции, операторы ввода/вывода, создание переменных, циклические конструкции, задание функций и так далее. Приведённая совокупность конструкций является базой, на основе которой строится код любого программного продукта. На основании вышесказанного можно сделать вывод, что чем раньше обучающийся узнает о формальной системе и её элементах, тем быстрее он сможет изучить новый язык программирования, а сам процесс обучения станет легче.

Однако есть одна проблема – данные конструкции в различных языках могут быть синтаксически различны. Например, в языке Си для выделения блоков инструкций в условиях используются фигурные скобки, в то время как в Python – отступы. Следовательно, нужна методика, которая позволяла бы изучать эти конструкции вне зависимости от синтаксиса языка.

Такая методика уже существует. В её основе лежит формализация – представление какой-либо содержательной области (рассуждений, доказательств, процедур классификации, поиска информации, научных теорий) в виде формальной системы или исчисления [2]. В то время как формальная система – результат строгой формализации теории, предполагающей полную абстракцию от смысла слов используемого языка, причем все условия, регулирующие употребление этих слов в теории, явно высказаны посредством аксиом и правил, позволяющих вывести одну фразу из других [3]. Таким образом, рассмотренная выше совокупность общих конструкций – это есть совокупность элементов формальной системы. Однако какая методика наилучшим образом подходит для изучения формальных языков?

В ходе исследования были рассмотрены следующие методики изучения материала [4]:

1. Лекция – устная форма передачи информации, в процессе которой могут применяться средства визуализации и наглядности. Преимущества лекции состоят в том, что учащиеся ориентируются в больших массивах информации, а педагог может легко осуществлять контроль над содержанием и последовательностью своего изложения. К недостаткам лекции можно отнести то, что нет возможности учесть их изначальный уровень знаний и навыков обучающихся, сложно получить обратную связь от учеников, а занятия жёстко зависят от расписаний и графиков, поэтому не все обучающиеся могут их посещать.

2. Семинар – совместное обсуждение педагогом и учащимися изучаемых вопросов и поиск путей решения определённых задач. Преимущества семинара заключаются в том, что педагог может устанавливать связь между темой семинара и имеющимся у учащихся опытом и в возможности учитывать и контролировать педагогом уровень навыков и знаний обучающихся. К недостаткам семинара можно отнести то, что от педагога требуется высокий уровень коммуникативных навыков. Также семинар наиболее эффективен только для небольших групп учащихся.

3. Модульное обучение – это разбивка учебной информации на несколько относительно самостоятельных частей, модулей. Плюсы модульного обучения: гибкость, избирательность и возможность переставлять модули. Минусы: материал может быть усвоен обучающимся нецелостно и разрозненно.

4. Коучинг (наставничество) представляет собой индивидуальное или коллективное управление педагогов или более опытных учащихся менее опытными, их адаптацию к личностному развитию и постижению знаний и навыков по исследуемой теме. Преимуществами данного метода заключаются в том, что обучение осуществляется с максимальной отдачей, позволяя обучающимся формировать уникальные умения и навыки. Недостаток данного метода заключается в подборе наставников, которые должны обладать высокими профессиональными, личностными и коммуникативными качествами.

5. Метод рефлексии предполагает создание необходимых условий самостоятельного осмысления материала учащимися с целью того, чтобы они могли входить в активную исследовательскую по отношению к изучаемому материалу. Педагогический процесс производится посредством выполнения учащимися заданий с систематической проверкой результатов их деятельности, во время которой отмечаются ошибки, трудности и наиболее успешные решения. Плюсы рефлексивного метода заключаются в том, что у учащихся развивается навык самостоятельной работы и принятия решений, повышается ответственность за свои действия. Недостатком метода является то, что получение и оттачивание навыков происходит исключительно опытным путём.

6. Использование информационно-компьютерных технологий. В педагогическом процессе применяются компьютеры, ноутбуки, цифровые проекто-

ры и другие современные высокотехнологичные средства. Осваиваемая учащимися информация представляется в сочетании с визуально-образными данными (например, графиками или видеоматериалами). Преимущество заключается в том, что отдельные элементы или весь материал может быть повторён в любое время. Недостаток – не ведётся учёт индивидуальных особенностей учащихся.

На основании проанализированной информации можно сделать вывод, что каждый из методов обладает своими плюсами и минусами. Поэтому хорошим решением является сочетание нескольких методов обучения. В связи с чем разработана методика, которая сочетала бы элементы различных методов.

Основой методики обучения формальным языкам служит программный продукт, который в совокупности с методическими материалами и лекциями помогает обучающемуся изучать элементы формальной системы.

Характеристики программного продукта:

1. Наглядность. Пользователь программного продукта видит не только список формальных элементов и их визуальное представление, но и имеет возможность рассмотреть синтаксические различия для разных языков программирования.

2. Практическая ориентированность. Программный продукт включает в себя задания, помогающие обучающемуся усвоить материал, потренироваться на практике в поиске формальных конструкций и формализации.

3. Система проверки заданий. Программный продукт включает в себя не только задания, но и проверяет корректность их выполнения. Обучающийся получает быструю обратную связь, имеет возможность исправить ошибки и попробовать ещё раз. Количество попыток неограниченно.

4. Модульность. Обучающийся имеет возможность рассматривать элементы формальных языков в виде модулей, объединённых в зависимости от сложности элементов. Обучающийся не имеет возможности менять структуру модулей, однако он может начать с определённого модуля, в зависимости от своего уровня или уде достигнутого прогресса.

5. Структурированность. Теоретический материал, составляющий основу программного продукта, структурирован, следовательно, обучение происходит плавно, от простого к сложному, что даёт максимальную эффективность обучения.

Таким образом, программный продукт позволяет обучающемуся изучить большинство элементов формальной системы, посмотреть на синтаксические различия в разных языках, выполнять задания и проверять корректность их выполнения. На основе вышесказанного можно сделать вывод о том, что методика изучения формальных языков с использованием разрабатываемого программного продукта объединяет в себе следующие методы: лекции, использование информационно-компьютерных технологий, модульное обучение, в том числе элементы методик рефлексии и коучинга.

К преимуществам предлагаемой методики можно отнести высокий уровень самостоятельности и наличие педагога (эксперта в своей предметной области), помогающего разобраться и структурировать материал. Следует отметить, что программный продукт позволяет работать с ним в любое удобное для студента время, а модульность придаёт обучению гибкость.

Недостатком предлагаемой методики является то, что в ней не учитываются индивидуальные особенности учеников. Однако поскольку методика будет применяться для обучения студентов (т.е. достаточно больших групп обучающихся), этот недостаток является несущественным, поскольку в подобной ситуации сложно учесть эту сторону вопроса.

Основываясь на результатах, полученных в ходе исследования, можно сделать вывод, что знание основных конструкций языков помогает увеличить скорость и качество обучения новым языкам. Существующие методики изучения имеют свои плюсы и минусы, а предлагаемая в исследовании методика помогает совместить несколько методик обучения, тем самым, по возможности, нивелировав недостатки существующих.

1. FrontNet Teach news blog [Электронный ресурс] / Developers// How many programming languages are there today? – Режим доступа: https://frontnet.eu/how-many-programming-languages-%E2%80%8B%E2%80%8Bare-there-today/

2. Википедия [Электронный ресурс] / Формализация – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Формализация

3. Википедия [Электронный ресурс] / Формальная система – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Формальная_система

4. 4Brain [Электронный ресурс] / Педагогика // Современные методы – Режим доступа: https://4brain.ru/pedagogika/new-methods.php

СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧАСТИЧНО СТРУКТУРИРОВАННЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.М. Соколов

Научный руководитель ***О.В. Юдина****, канд. техн. наук, доцент*

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Цифровизация промышленного производства является одним из главных стратегических направлений развития многих промышленных предприятий. Инфокоммуникационные технологии нового поколения дают возможности для перехода на качественно новый уровень развития, позволяющий повысить эффективность производственных, управленческих, информационных процессов.

В частности, эффективное управление предполагает оперативный обмен данными, подразумевающий максимальную автоматизацию. Современные информационные системы, разрабатываемые для предприятий, должны предусматривать возможность обработки различной информации, в том числе и той, что может быть собрана и храниться, целиком или полностью, в неструктурированном виде. К такой информации относятся, в частности, сведения о командировках сотрудников: целях поездок, поставленных задачах, тематике работы, результатах. Сложность заключается в том, что отчет работника о командировке представляет собой частично информацию формальную и структурированную, не представляющую сложностей для автоматической обработки, но его содержательная часть представляется в текстовом формате, в произвольной форме, поэтому практически не обрабатывается. Отсюда возникает задача семантического анализа отчетов сотрудников о командировках и формирования семантической карты экспертизы основных предметных областей, интересных для предприятия, на основе данных этих отчетов.

В таблице приведён пример стандартного отчёта сотрудника металлургического предприятия о результатах командировки.

Таблица

Пример отчёта сотрудника металлургического предприятия о результатах командировки

Основная информация		
1	Название командировки	Ознакомление с лабораториями ПАО «Сталь России».
2	Дата командировки	12–16 августа 2019 года
3	Участники командировки	Сергунов А. М., Борисова А. В., Котов И. С.
4	Автор отчета	Борисова А. В.
5	Для кого отчет о командировке может представлять интерес	Меньшиков В.М., Кирилов Н.А., Крюков К.В., Бориосв И.И., Васильева Д.Т.
6	Тема отчета	Перспективное оборудование и технологии (в области лабораторных исследований и испытаний)
7	Ключевые слова	Разработка оборудования и технологий, проведение исследований
8	Причины организации, цели, задачи поездки	Тренды, поиск новых продуктов, технологий и оборудования, а также новых экспертов
9	Описание полученной в ходе командировки информации	1. В ПАО «Сталь России» много лабораторий/участков расположенных по всему комбинату. 2. В механической мастерской ЦЛК ПАО «Сталь России» при нарезании концентратора на образцах на ударный изгиб применяется станок с протяжкой, позволяющий точно производить нарезку концентратора на образцах. 3. В ЦЛК ПАО «Сталь России» установлен копер маятниковый с энергией удара 50 Дж, позволяющий проводить испытания на ударный изгиб металлопроката толщиной 3,0 мм.

Окончание табл.

		4. В группе металлографии ПАО «Сталь России» для своевременного и качественного травления темплетов (образцов) и оценки макроструктуры металлопродукции применяется автоматизированная линия горячего химического травления с комплектом оборудования и программным обеспечением для контроля качества темплетов. 5. В ЦЛК ПАО «Сталь России» применяет новый для нашей компании метод подготовки проб на мокрую химию с помощью высокочастотного разряда в диэлектрической среде. 6. ЦЛК ПАО «Сталь России» оснащён опытным производством (в рамках отдела металлургии стали и опытного производства), таким как: выплавка, переплав, литьё, ковка, термообработка, сварка и сварочные материалы, резка, гибка и т.д.
Выводы и рекомендации		
10	Практическая ценность полученной информации для нашей компании	1. Ежесменно в лабораториях проводятся испытания на ударный изгиб при комнатной, отрицательных и повышенных температурах. Испытания проводятся на существующих маятниковых копрах с энергиями удара в 750 Дж и 450 Дж. На данном оборудовании нельзя проводить испытания на ударный изгиб металлопроката толщиной 3,0 мм, т.к. данные копры имеют большой запас энергии. 2. Не применимо к нам. ПАО «Сталь России» исторически имеет большую, чем у нас, площадь, и так располагать лаборатории нецелесообразно. 3. Прямо сейчас тема сверхмощной разрывной машины для испытаний образцов не очень актуальна, но в перспективе может быть полезная при полноразмерных испытаниях крупных деталей, заготовок и элементов конструкций.
11	Информация о перспективных технологиях и продуктах	Приобретение у ПАО «Сталь России» маятникового копра ТСМК-150 с энергией удара 150 Дж позволит проводить испытания на ударный изгиб металлопроката толщиной 3,0 мм
12	Идеи в ППК «Фабрика идей»	Нет
13	ФИО, контактные данные новых экспертов	1. Лапина Ирина Сергеевна – начальник лаборатории металлографии ПАО «Сталь России» (8 904 645 96 68) 2. Кузнецова Татьяна Викторовна – инженер лаборатории металлографии ПАО «Сталь России» (8 903 653 87 48)

Для составления семантических карт по отчётам сотрудников о командировках нам необходимы как формальные сведения, пп. 2–5, например даты, фамилии, так и описания, рекомендации, содержащиеся в пп. 9–11 таблицы.

Для анализа строк, относящихся к структурированной части отчета, не требуется прибегать к сложным алгоритмам, достаточно воспользоваться регулярными выражениями.

При поиске регулярными выражениями используется строка-образец, состоящая из символов и метасимволов, задающая правило поиска. Для манипуляций над текстом дополнительно задаётся строка замены, которая также может содержать в себе специальные символы [4]. Их несомненным плюсом является простота реализации, так как многие языки программирования высокого уровня поддерживают регулярные выражения и являются довольно мощным инструментом для поиска подстрок в тексте.

Для анализа содержательной части отчета потребуются пп. 9–11. Это неструктурированная часть отчёта. Для определения его тематики могут быть использованы статистические методы либо методы, основанные на статистическом анализе, методы онтологий [3] и графовые методы, а также латентно-семантический анализ (ЛСА).

Статистические методы требуют накопления материала и его предварительной обработки по каждой из возможных тем, что может оказаться не слишком удобным при разработке новой информационной системы. Построение онтологий или графов требует более развернутых текстовых материалов, чем отчет. Кроме того, как уже было сказано выше, автоматический анализ текстов в информационной системе будет иметь своей целью построение семантических карт по основным направлениям деятельности предприятия. Поэтому в качестве основного метода предполагается использовать латентно-семантический анализ.

В качестве входных данных ЛСА использует матрицу термы-на-документы.

В данном случае будет использоваться ЛСА, основанный на использовании разложения диагональной матрицы по сингулярным значениям (SVD). С помощью SVD-разложения любую прямоугольную матрицу можно разложить на произведение трех матриц:

$$A = USV^{T}, \tag{1}$$

где S – диагональная матрица, а U и V – ортогональные матрицы. Для расчёта наилучшего приближения исходной матрицы A к матрице Â ранга k, в матрице S оставим только в k наибольших сингулярных значений, а в матрицах U и V – только соответствующие этим значениям столбцы.

$$\hat{A} \approx A = USV^{T}. \tag{2}$$

Основная идея латентно-семантического анализа состоит в том, что если в качестве матрицы A применялась матрица термы-на-документы, то матрица Â, содержащая лишь k первых линейно независимых компонент A, отображает основную структуру различных зависимостей, присутствующих в исходной матрице. Исходя из этого анализируется зависимость между термами и документами из разложения и определяется тематика текста [1].

Латентно-семантический анализ хорошо справляется с автоматической категоризацией документов, основанной на их сходстве концептуального содержания. Также данный вид анализа позволяет справляться с проблемой си-

нонимии. В том, что латентно семантического анализ является математическим подходом, проявляется ещё одно его положительное свойство, – независимость от языка. Однако при увеличении объёма входных данных снижается скорость работы ЛСА.

Данный вид анализа был выбран ещё и потому, что в сравнении с синтаксико-семантическим анализом, алгоритмом на основе Стеммера Портера и частотно-семантическим анализом имеет оптимальное время работы (это важно, потому что программному обеспечению необходимо обрабатывать большой объём тестовых данных) и лучше всех представленных видов анализа справляется с задачей выявления тематики текста.

Таким образом, благодаря совместному применению регулярных выражений для анализа структурированных текстовых данных и лексико-семантического анализа для обработки неструктурированных текстовых данных, появится возможность создать единый алгоритм для выделения тематических направлений, по которым накоплена информация, и определения экспертов на основе представленных отчетов, что в конечном итоге, поможет построить семантические карты по предметным областям деятельности предприятия, необходимые для работы с накопленной информацией.

1. Заболеева-Зотова, А. В. Латентный семантический анализ: новые решения в Internet / А. В. Заболеева-Зотова. – Москва : Информационные технологии, 2001. – 22 с.

2. Джеффри Фридл. Регулярные выражения. – Символ-плюс, 2008. – 608 с.

3. Рабчевский, Е. А. Автоматическое построение онтологий на основе лексико-синтаксических шаблонов для информационного поиска / Е. А. Рабчевский. – Петрозаводск, 2009. – 144 с.

4. Майкл Фицжеральд. Введение в регулярные выражения. – Вильямс, 2012. – 107 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ АВТОМОБИЛЯ

Л.К. Стариков

Научный руководитель ***А.Н. Сорокин****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время в связи с повышением цен на топливо для автомобиля (в частности, на бензин) становится всё актуальнее вопрос экономичного расхода топлива. Чтобы анализировать расход в течение поездки, а также стиль вождения, нужно знать значение расхода. В некоторых автомобилях достаточно посмотреть на экран бортового компьютера: там может выводиться значе-

ние расхода топлива на 100 километров или мгновенного расхода литров в час. В бюджетных моделях автомобилей с базовой комплектацией не всегда имеется дисплей бортового компьютера.

Цель научно-исследовательской работы состоит в том, чтобы выделить основные способы определения расхода топлива автомобиля и разработать программное обеспечение для анализа стиля вождения на основе расхода топлива и выдаче рекомендательной информации по экономичному управлению автомобилем.

Несмотря на отсутствие этой информации на экране бортового компьютера, её можно получить, подключившись к бортовому компьютеру автомобиля через диагностический разъем OBD2. При этом потребуется специальный адаптер, например ELM327, и устройство (ПК, смартфон и т.д.), подключённое к нему по интерфейсу USB, Bluetooth или Wi-Fi. На конечном устройстве должно быть установлено специальное программное обеспечение (например, Torque Lite), позволяющее обмениваться информацией с адаптером. Подключение схематично изобразим на рисунке 1.

Рис. 1. Подключение адаптера и конечного устройства к диагностическому разъему автомобиля

После подключения устройств можно использовать несколько способов получения данных о расходе топлива с бортового компьютера [3]:

1) Использовать специальную AT команду семейства протоколов OBD2: 015E [1] для получения значения расхода топлива в литрах/час. Эта команда посылается с конечного устройства на адаптер. В ответ на эту команду от адаптера придет несколько байт. Достаточно разобрать этот ответ по формуле ((A*256)+B)*0,05 [2], где A – первый байт ответа в шестнадцатеричной системе счисления, а B – второй, и в итоге получится значение мгновенного расхода топлива с размерностью литры / час.

2) На некоторых автомобилях можно считать данные с датчика импульса форсунки (Injector Pulse Width) такие, как длительность открытия и производительность топливной форсунки. При этом расход можно получить расчётным путём по формуле:

$$R\left(\frac{л}{ч}\right) = \frac{RPM}{60} * Cilinders * Injector * 0{,}001 * \frac{InjectorFlow}{60*1000},$$

где R – искомый расход топлива с размерностью литры в час; RPM – обороты двигателя в минуту; Cilinders – количество цилиндров в двигателе; Injector – как долго форсунка открыта за один оборот двигателя в миллисекундах;

InjectorFlow – сколько кубических сантиметров проходит через форсунку за минуту.

3) Если в автомобиле доступен датчик массового расхода воздуха (MAF), то можно вычислить с помощью него следующим образом:

$$R\left(\frac{л}{ч}\right) = \frac{MAF}{AFR*Density} * 3600\,,$$

где R – искомый расход топлива с размерностью литры в час; MAF – массовый расход воздуха (Mass air flow rate) в г./сек.; AFR – коэффициент топливо-воздушной смеси (Air-fuel ratio): идеальное соотношение воздух / топливо – 14,7 г. воздуха на 1 г. бензина; Density – плотность топлива в г./л;

4) Также расход топлива можно получить, зная значение датчика абсолютного давления на впускном коллекторе – MAP (Manifold Absolute Pressure). Кроме этого необходимо знать температуру воздуха на впуске, объемную эффективность и количество оборотов двигателя для определения расчетного значения потока воздуха:

$$MAF = \frac{RPM*MAP}{IAT*120} * \frac{VE}{100} * ED * \frac{MM}{R};$$

$$FC\left(\frac{л}{ч}\right) = \frac{MAF}{AFR*Density} * 3600,$$

где FC (fuel consumption) – искомый расход топлива с размерностью л/ч.; MAF – массовый расход воздуха (Mass air flow rate) в г./сек.; RPM – обороты двигателя в минуту; MAP – массовый расход воздуха в кПа; IAT – температура воздуха на впуске в °К; R – универсальная газовая постоянная R0 ≈ 8,314 $\frac{Дж}{Моль*К}$; MM – средняя молекулярная масса воздуха составляет 28, 97 г./моль; ED – рабочий объём двигателя в литрах; VE (Volumetric Efficiency) – объемная эффективность двигателя в процентах, это корректировочная константа – для атмосферного двигателя значение по умолчанию «95».

Расчёт расхода топлива будем производить на примере автомобиля Kia Rio 2013 года выпуска с объемом двигателя 1,6 литра. По наличию доступных датчиков осуществим только способ № 4. Значения RPM, MAP и IAT можно получить из бортового компьютера, используя команды 010C, 010B и 010F соответственно. Эта команды посылаются с конечного устройства на адаптер. В ответ на эти команды от адаптера придут последовательности байт. Достаточно разобрать ответы по формулам. Для оборотов двигателя: ((A*256)+B)/4, а для температуры воздуха на впуске: A-40, где A – первый байт ответа в шестнадцатеричной системе счисления, а B – второй.

В итоге всего расчета значение мгновенного расхода топлива получается с размерностью литры/час. Чтобы получить значение расхода в л/100 км нужно л/час поделить на текущее значение скорости автомобиля (км/час) и умножить на 100.

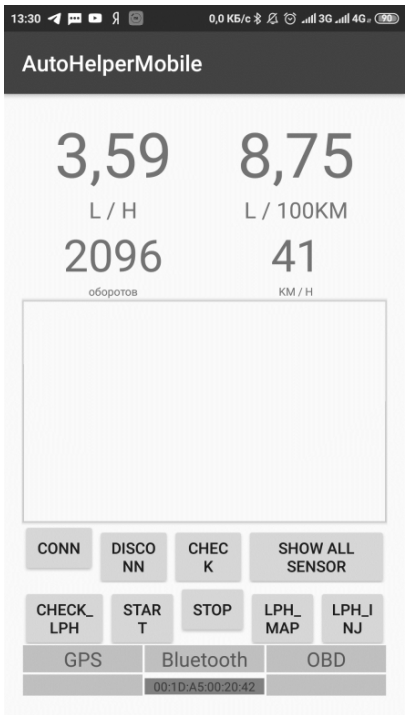


Рис. 2. Скриншот программы с результатами работы

Результаты программной реализации расчета расхода топлива по способу № 4 представлены на рисунке 2. Из результатов видно, что мгновенный расход топлива составляет 3,59 л/час или 8,75 л/100 км. В это же время на бортовом компьютере шкала расхода показывала 7–9 л/100 км. Показания программы довольно близки к показаниям бортового компьютера. Это означает, что можно их использовать в дальнейших исследованиях.

В ходе исследования были выделены 4 способа определения расхода топлива и разработан программный продукт, позволяющий определить мгновенный расход топлива л/час и л/100 км по способу под номером 4. Это первый этап создания на пути создания программного обеспечения для анализа стиля вождения.

1. ELM Electronics // OBD [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.elmelectronics.com/products/ics/obd/#ELM327v21

2. ELM Scanner // Считываемые параметры (PID'ы) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://elm-scanner.ru/obd-2/obd-pids.html

3. Методы расчета расхода и их калибровочные коэффициенты [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://hobdrive.userecho.com/knowledge-bases/4/articles/217-metodyi-rascheta-rashoda-i-ih-kalibrovochnyie-koeffitsientyi

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

К.С. Ткаченко
Севастопольский государственный университет
г. Севастополь

Компьютерная техника является важной составляющей автоматизированных систем, применяемых в технологических процессах на этапах их проектирования и организации [1]. Используемые в промышленности информационные системы отличаются друг от друга и от применяемых в других областях науки и техники доступными базовыми средствами компьютерных сетей и систем. Эти средства делают возможным анализ большого количества вариантов принимаемых и реализуемых решений, как на этапах проектирова-

ния технологических предприятий и процессов, так и на этапах их работы и эксплуатации. Получаемые при этом оптимальные решения наилучшим образом отражаются на задействовании всех имеющихся в распоряжении технологического процесса ресурсов, а именно сырья и энергоресурсов, а в некоторых ситуациях и рабочей силы. Оперативное получение оптимальных решений придает технологическим процессам свойства адаптивности, то есть процессы становятся гибкими, изменяющимися под воздействием внешних и внутренних производственных условий. Это говорит о том, что применяемые средства информационных технологий должны эксплуатироваться непрерывно. Для непрерывного эксплуатирования информационных технологий нужны специализированные средства мониторинга. На основе использования мониторинга возможно достичь высокой экономической эффективности эксплуатации средств информационных технологий.

В промышленных предприятиях информация является стратегическим ресурсом [2]. Без важной и актуальной информации невозможно развитие, а в некоторых случаях – и выживание, промышленных предприятий. Поэтому совершенствование информационных и компьютерных технологий повышает разнообразие путей их применения для совершенствования функционирования технологических процессов промышленных предприятий. В частности появляется возможность ускорения процессов саморазвития предприятий и их процессов, внедрения новых промышленных технологий и инноваций, организация более совершенного управления. Это становится значимым в условиях расширения новой индустриальной волны, которая приводит, прямо и косвенно, к убыстрению процессов конкуренции, изменению их формы, что отражается на бизнес-процессах предприятий. Например: уменьшаются сроки планирования, требуются принципиально новые способы актуализации информации для проведения процессов управления и взаимодействия с другими промышленными предприятиями. Впоследствии это приводит к необходимости создания таких информационных систем, которые могут одновременно выполнять большое количество разнотипных в рамках предприятия функций, имеют высокую вычислительную мощность и организованы на базе высокопроизводительных компьютерных сетей. Сама структура промышленного предприятия изменяется под воздействием модернизации средств и систем информационных технологий. Повсеместное внедрение интегрированного управления промышленным предприятием в целом все равно остается трудоемким.

Эффективное производство необходимо для выпуска качественной и разнообразной продукции [3]. Эффективное производство немыслимо без управления имеющимися на производстве ресурсами. Такое управление ресурсами само по себе должно являться оптимальным. Оптимальное управление в современном виде основано на широком внедрении на всех этапах производства средств информационных технологий. Использование информационных технологий приводит к появлению еще одного ресурса, часто на-

зываемого информационным. Организация информационных ресурсов требует осуществления выбора решений в различных проектных и производственных ситуациях. Этот выбор решений в первую очередь основан на организации внешний и внутренних информационных потоков промышленных и производственных предприятий. Организация информационных потоков лежит в основе осуществления поиска и обработки информации, а также данных, на основе которых возможна генерация новой информации. Поэтому движение и взаимодействие информационных потоков в значительной мере сказывается на ресурсном обеспечении производственного предприятия, а значит и на выпуске продукции.

Различные виды производства отличаются разнообразием применяемых технологий [4]. Разнообразие технологий приводит к росту сложности технологических процессов. Каждый применяемый технологический процесс требует для своей реализации специального оборудования, ориентированного на него, и профильных организационных структур. Эффективность его реализации заключается в оперативном планировании и управлении, организации труда и использования ресурсов. А планирование и управление можно улучшить и оптимизировать путем задействования новых средств информационных и компьютерных технологий для подготовки производства. Взаимосвязанные разные технологические операции не допускают длительных перерывов между ними. На основе автоматизированного анализа технологических операций и этапов с использованием информационных технологий становится возможным сократить эти временные перерывы. Такое сокращение уменьшит затраты ресурсов, снизит трудоемкость отдельных технологических операций, ускорит подготовку для нового производственного цикла.

Но само по себе повышение эффективности производства не может состояться без оптимального регулирования используемых компьютерных систем. Целью настоящей работы является описание подхода параметрической коррекции компьютерных узлов для совершенствования технологических процессов промышленных предприятий.

Параметрическая коррекция компьютерных узлов может производится на основе их моделей. Для компьютерных узлов часто используются аналитические модели систем массового обслуживания (СМО) [5–10]. Пусть у компьютерного узла имеется простейший входной поток заявок интенсивности λ, очередь заявок неограниченной длины, единственный канал обслуживания заявок по экспоненциальному закону с производительностью μ. Тогда для узла подходит СМО типа M/M/1. Аналитическое моделирование СМО типа M/M/1 происходит по формулам:

$$\begin{gathered}\rho = \frac{\lambda}{\mu},\ \ p_0 = 1 - \rho,\ \ p_i = \rho^i p_0, i = 1,2, \ldots, \\ L_q = \frac{\rho^2}{1-\rho},\ \ L_s = \frac{\rho}{1-\rho},\ \ T_q = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)},\ \ T_s = \frac{1}{\mu(1-\rho)}.\end{gathered} \quad (1)$$

В формуле (1) ρ – загрузка, p_0 – вероятность простоя, p_i – вероятность наличия в системе i заявок, L_q – среднее число заявок в очереди, L_s – среднее число заявок в системе, T_q – среднее время пребывания заявки в очереди, T_s – среднее время пребывания заявки в системе.

Технологический процесс будет выполняться в оптимальном режиме функционирования, когда среднее время пребывания заявки в системе станет минимальным. Это означает, что требуется решить оптимизационную задачу:

$$\underset{\mu}{argmin} T_s(\lambda, \mu) = \underset{\mu}{argmin} \frac{1}{\mu(1-\rho)} = \underset{\mu}{argmin} \frac{1}{\mu - \lambda}. \quad (2)$$

Оптимум задачи (2) получается из решения уравнения:

$$\frac{\partial T_s(\lambda, \mu)}{\partial \mu} = -\frac{1}{(\mu - \lambda)^2} = 0. \quad (3)$$

Оптимальное значение производительности μ для априори заданной текущей интенсивности входного потока λ, подходящее для (2), определяется из (3) программным алгоритмом реализации метода подекадного приближения. Использование метода подекадного приближения позволяет находить оптимальное значение производительности для последующей параметрической корректировки компьютерного узла с минимальными затратами вычислительных ресурсов. Это важно, например, при использовании для параметрической корректировки микроконтроллеров младших модельных рядов.

Полученный результат позволяет в изменяющихся условиях производить параметрическую корректировку компьютерных узлов информационно-управляющих систем промышленных производственных предприятий. Установка на компьютерных узлах оптимального режима функционирования отражается на всех этапах технологических процессов, поскольку уменьшает затраты ресурсов и способствует оптимальному перераспределению информационных потоков.

1. Пошарников, Ф. В. Автоматизированное управление технологическими процессами лесного комплекса / Ф. В. Пошарников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, №74, 2011. – С. 267–281.

2. Каткова, Л. А. Информационно-технологическое перевооружение системы управления предприятием как фактор повышения конкурентоспособности предприятия / Л. А. Каткова // Теория и практика общественного развития, № 8, 2011. – С. 300–301.

3. Меняев, М. Ф. Информационные потоки в системе управления / М. Ф. Меняев // Машиностроение и компьютерные технологии, №5, 2011. – С. 4–13.

4. Левкина, О. Ю. Применение информационных технологий в организации конструкторско-технологической подготовки литейного производства авиа-

строительного предприятия / О. Ю. Левкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки, №1 (25), 2013. – С. 115–122.

5. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – Москва : Высш. школа, 1972. – 368 с.

6. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – Москва : Наука, 1969. – 576 с.

7. Вишневский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневский. – Москва : Техносфера, 2004. – 512 с.

8. Клейнрок, Л. Вычислительные системы с очередями / Л. Клейнрок. – Москва : Мир, 1979. – 600 с.

9. Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – Москва : Наука, 1966. – 432 с.

10. Новиков, О. А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О. А. Новиков, Б. В. Гнеденко, С. И. Петухов. – Москва : Советское радио, 1969. – 398 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ДЕТИ-ИНОФОНЫ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ»

М.С. Трапезников

Научный руководитель ***О.Л. Селяничев****, канд. техн. наук, доцент*

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

В условиях современной России особенно актуальным стал вопрос миграции ее граждан. Во многих городах в общеобразовательных школах появляются полиэтнические классы, в которых приходится искать новые формы организации обучения русскому языку. Требуется разработка эффективных методик раннего диагностирования языковых проблем детей-инофонов и методических рекомендаций в части организации индивидуальных траекторий обучения русскому языку детей указанной категории. В поддержку новых форм обучения могут быть разработаны информационные системы, способные автоматизировать работы по накоплению, хранению, статистической обработке информации, возникающей в ходе такого обучения.

В Череповецком государственном университете на кафедре отечественной филологии и прикладных коммуникаций за последнее время был накоплен массив данных о речевых ошибках детей-инофонов, обучающихся в общеобразовательных школах города Череповца. Обработка этой информации специальным программным обеспечением, в которое может быть заложено решение определенных методических, образовательных задач, позволит осуществлять процесс обучения более эффективно. Создание такой программы

ведется силами студентов кафедры математического и программного обеспечения ЭВМ [1].

Разрабатываемая информационная система строится на распространенной архитектуре: состоит из базы данных, серверного и клиентских приложений. Задача потребовала выбрать такие средства для разработки, которые позволяют организовать связь между компонентами, а также обеспечивают наилучшее быстродействие. Порядок разработки информационной системы обычно следующий: проектирование базы данных; разработка серверного приложения; написание клиентского приложения.

Исходя из данной практики, на первом этапе выбирались средства для разработки базы данных. Сегодня преобладают системы управления базами данных, основанные на различных модификациях языка SQL; они обладают преимуществами: независимость от конкретной СУБД, наличие стандартов, декларативность. Из набора альтернатив для создания описываемой базы данных был выбран язык MySQL и СУБД MySQL Workbench, предоставляющая возможность создания базы данных с использованием графического интерфейса.

На втором этапе предстояло выбрать язык программирования для реализации серверного приложения, а также фреймворк. Для разработки серверного приложения подходит большинство языков программирования, поэтому ключевыми факторами в данном вопросе стали быстродействие и скорость разработки. В результате был выбран Node.js, так как данная программная платформа предоставляет лучшее быстродействие и является узкоспециализированным языком для веб-разработки. Эта платформа имеет большое количество фреймворков для написания серверной части – из ряда вариантов был выбран Express, который предоставляет весь набор необходимых инструментов для создания небольших серверов и является полностью настраиваемым за счет расширений.

Заключительным этапом стал выбор технологий для разработки клиентского приложения, который включал в себя следующие технологии: нативный JavaScript, AngularJS, React, Vue. Среди них выделяется библиотека React, так как работает с Virtual DOM (Virtual Document Object Model – «виртуальная объектная модель документа»), поэтому динамическое изменение отображения происходит быстрее. Одной из важнейших особенностей данной библиотеки является разделение логики приложения и представления, поэтому приложения, написанные на React, являются представителями концепции MVC (Model-View-Controller — «Модель-Представление-Контроллер»).

По итогам обследования детей-инофонов для хранения данных об их речевых ошибках были выбраны характеристики: имя ребёнка-инофона, его возраст, родной язык, целевое слово, часть речи, контекст 1, нормативное написание, контекст 2, тип текста, категория ошибки, вид ошибки, год сбора материала. Была спроектирована база данных, схема которой показана на рисунке.

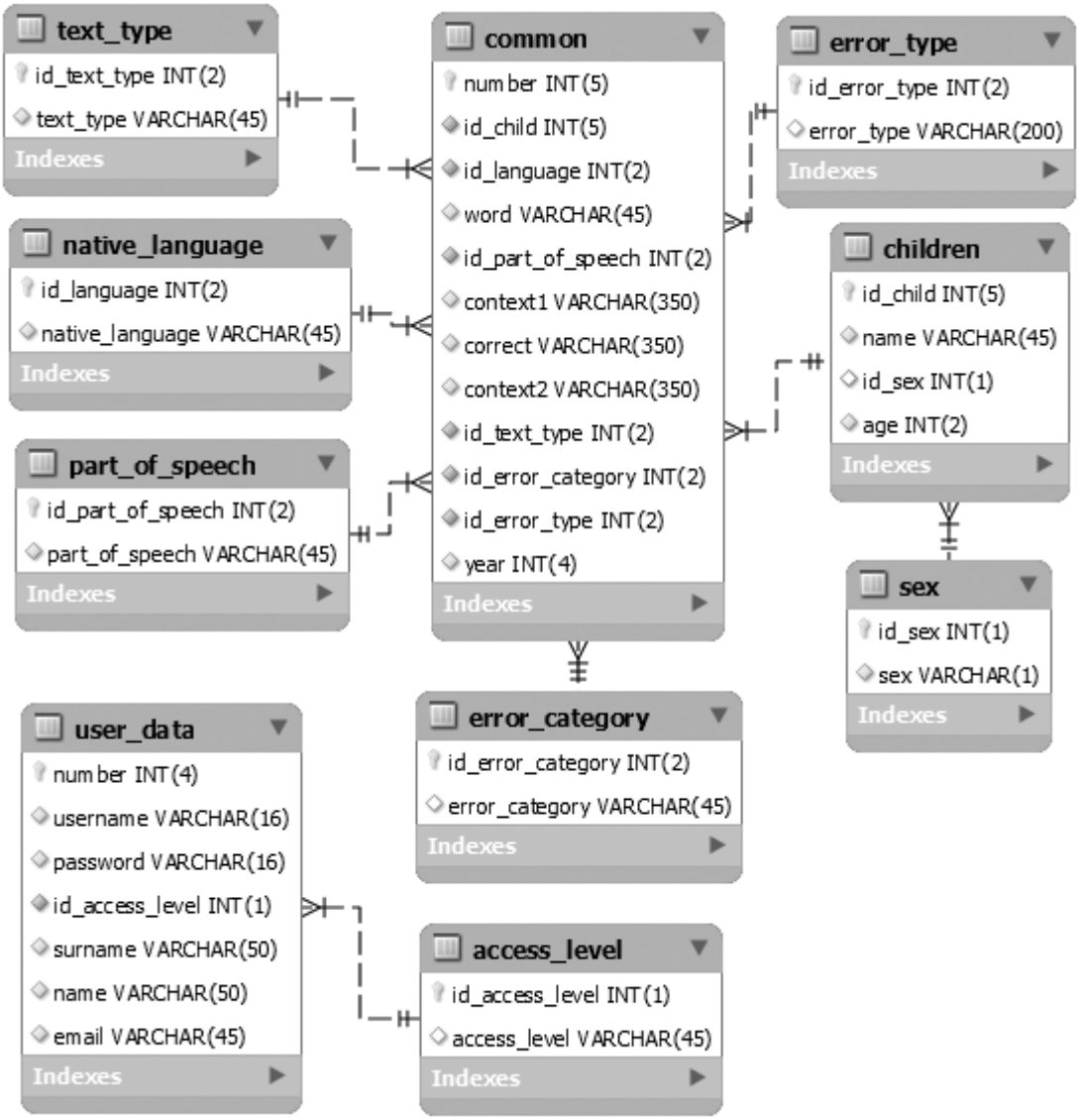


Рис. 1. Схема базы данных

В базе данных, приведенной к третьей нормальной форме, с главной таблицей **common** связаны таблицы для хранения названий родного языка изучаемого ребенка **native_language**, типов письменного текста, по которому проводилось исследование **text_type,** частью речи, в которой сделана ошибка **part_of_speech**, категории ошибки **error_category** и типом ошибки **error_type**, а также с таблицей, содержащей данные о ребенке **children**. В главной таблице поля **word, context1, correct** и **context2** не выведены в соответствующие таблицы ввиду того, что их значения будут принимать разнообразные значения. Для хранения учетных записей пользователей служит таблица **user_data**, которая содержит данные об имени пользователя, пароле, номере уровня доступа, фамилии, имени и email. Таблица **access_level** содержит описание уровней доступа пользователей и связана с полем номер уровня в таблице **user_data.**

Express не имеет поддержки взаимодействия с базой данных «из коробки», данная возможность достигается за счет расширений, в конкретном слу-

чае для обеспечения данной функции используется модуль “mysql2”. Представленный модуль предоставляет асинхронное подключение к базе данных, построенное на функциях обратного вызова (Callback). Вызов нескольких последовательных функции обратного вызова приводит к разрастанию кода вправо, что вызывает ухудшение читаемости. Для решения данной проблемы JavaScript предоставляет «обещания» (Promise). Обещания работают по принципу «все или ничего», возвращая либо результат, либо ошибку; исходя из это решается проблема обработки ошибок, так как на любом этапе обещание перехватывает непредвиденные ситуации. В результате было решено написать функцию промежуточной обработки (middleware), которая при запросе к базе данных вместо функции обратного вызова возвращает обещание. Для общения с клиентом был выбран формат JSON. Таким образом, способ взаимодействия сервера и клиента – REST API.

В ходе массового проведения письменных работ разного типа (диктант, изложение, сочинение) в школах города Череповца в тех классах, где обучаются дети-инофоны, описанная база данных была наполнена 2039 записями. Такая масштабная статистика вместе с информационной системой стали отправной точкой в формировании методик раннего диагностирования языковых проблем детей-инофонов.

1. Грудева, Е. В., Селяничев, О. Л., Трапезников, М. С. Организация деятельности студентов для реализации исследовательского проекта // Информационные и педагогические технологии в современном образовательном учреждении: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции (г. Череповец, 5 апреля 2019 г.). – Череповец : Череповецкий государственный университет, 2019. – С. 187–190.

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СТАЛЬКОВШАМИ

Я.М. Трофименко
Научный руководитель ***Е.В. Ершов,*** *д-р техн. наук, профессор*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Необходимость отслеживания перемещения стальковшей обусловлена тем, что производство стали характеризуется высоким энергопотреблением на основных этапах процесса, таких как: выплавка стали, доводка стали и перемещение стали между агрегатами от выплавки до разливки.

Отслеживание перемещения объектов является многоуровневым процессом, состоящим из отдельных подпроцессов, каждый из которых реализуется при помощи специализированных алгоритмов обработки и анализа изображе-

ний. Подобные алгоритмы требуют значительных вычислительных мощностей и, в некоторых случаях, специализированного оборудования, такого как видеокамеры и тепловизоры.

Стальковш представляет собой важную часть технологического процесса, который должен протекать согласно временным рамкам. определённым технологией выплавки, доводки, разливки стали. Стальковш является сложным объектом со своими характеристиками, такими как размер, возможные способы перемещения, температура на различных этапах технологического процесса и т.д. Все эти характеристики так или иначе могут вносить ограничения в требования к аппаратному и программному обеспечению системы. В связи с этим разработка системы слежения за стальковшами является актуальной научно-технической задачей. Целью работы является разработка и реализация системы слежения за стальковшами в сталеплавильном производстве, которая позволит фиксировать перемещения стальковшей от агрегата к агрегату с привязкой ко времени. Для достижения поставленной цели, должны быть решены следующие задачи:

1. Анализ предметной области отслеживания объектов.

2. Теоретическое обоснование решаемой задачи при помощи моделей и алгоритмов.

3. Проектирование информационного и программного обеспечения для системы слежения за стальковшами в сталеплавильном производстве.

4. Экспериментальная проверка разработанных технических решений.

В результате анализа предметной области было установлено, что к наиболее распространённым подходам отслеживания перемещения объектов можно отнести:

– использование RFID меток [1];
– использование спутниковой навигации [2];
– использование интеллектуальных систем видеонаблюдения [3].

Каждый подход имеет ряд достоинств и недостатков, которые и определяют его применимость для поставленной задачи:

1. RFID меткам не требуется прямая видимость со считывателем и неважна их взаимная ориентация в пространстве, кроме того в метке может храниться объём данных, характеризующих отслеживаемый объект. При этом к недостаткам можно отнести необходимость размещения метки на объекте, подверженность помехам от электромагнитных полей и металлоконструкций, а также потерю работоспособности при частичном механическом повреждении. Стоит отметить, что для увеличения расстояния чтения требуется установка активной метки, которая работает только при наличии источника питания.

2. Достоинствами спутниковой навигации можно считать проработанность технологии и стандартов, а также большое количество различных устройств-приёмников, работа которых почти не зависит от погодных условий.

Недостатки спутниковой навигации – это неработоспособность в помещениях и необходимость наличия источника питания для приёмника.

3. Интеллектуальные системы видеонаблюдения сочетают в себе многофункциональность, позволяющую выполнять ряд задач при работе, масштабируемость за счёт гибкой конфигурации и отсутствие необходимости закреплять оборудование (метки, датчики, приёмники и т.д.) на отслеживаемом объекте. Недостатками интеллектуальной системы видеонаблюдения являются негативное влияние внешних условий на точность работы, необходимость разработки системы на заказ, если объектом слежения нестандартный (специальное оборудование и т.п.), необходимость выбора соответствующей камеры и высокопроизводительного ПК или видеосервера.

Поскольку система слежения за стальковшами должна работать в условиях сталеплавильного производства, то при постановке задачи следует учитывать следующие ограничения:

– наличие металлоконструкций, специализированного оборудования и агрегатов, которые могут вызывать помехи для прохождения сигналов;

– воздействие высоких температур на стальковш в процессе разливки стали из конвертера, доводки на агрегатах внепечной обработки, разливки на установках непрерывной разливки стали;

– возможность появления брызг расплавленного шлака или жидкого металла температурой выше 1000 °С;

– токопроводящая пыль и шламы;

– перемещение стальковшей внутри производства производится преимущественно с помощью литейных кранов и сталевозов;

– вибрации от оборудования, передающиеся стальковшу.

Исходя из указанных ограничений, следует указать, что использование спутниковой навигации для решения задачи не представляется возможным, так как установка приёмника спутникового сигнала с источником питания на стальковш затруднительна или невозможна, кроме того спутниковый сигнал может не дойти до приёмника из-за металлоконструкций цеха. Применение RFID меток также сильно ограничивается, поскольку для передачи сигнала считывателю на расстоянии более 2 метров необходима установка активных меток с источником питания, кроме того на пути следования стальковша от агрегата к агрегату требуется установка считывателей. Реализация интеллектуальной системы видеонаблюдения является наиболее подходящим способом отслеживания положения стальковшей, поскольку не требует установка приёмников и датчиков на сам стальковш, что исключает возможность воздействия высоких температур и других опасных факторов на оборудование.

Обработка информации в интеллектуальной системе видеонаблюдения может осуществляться несколькими способами:

– с использованием интеллектуальных камер, в которых имеется аппаратное и программное обеспечение, позволяющее выполнять анализ изображений и предоставлять результат этого анализа;

– с помощью камер с блоком предобработки изображений. Данный вид камер не выполняет анализ изображений, но позволяет выполнить обработку таким образом, чтобы выделить интересующие признаки объектов (контуры, изменения яркости и цвета и т.п.);

– используя централизованную систему с сервером видеоаналитики, на котором и производится вся обработка изображений, поступающих от видеокамер.

Обработка информации в системе слежения осуществляется в несколько этапов, внутри каждой из подсистем:

1. Получение подсистемой захвата видеопотока кадров с камеры в реальном времени и их передача в подсистему предобработки.

2. Предобработка изображения средствами классического машинного зрения, такими как выравнивание яркости, размытие и обнаружение движения с целью удаления шумов и помех.

3. Подсистема распознавания объектов выполняет поиск стальковшей на предобработанном изображений при помощи свёрточной искусственной нейронной сети заданной конфигурации, что позволяет с высокой степенью точности определить положение объекта в кадре.

4. Подсистема аналитики выполняет анализ данных плавки и сопоставляет требуемый маршрут ковша с его фактическим положением для более точной привязки ковша, найденного на изображении с имеющимися данными из АСУТП.

5. Результатом являются данные по отслеживанию маршрута, пройдённого стальковшом с привязкой ко времени нахождения на том или ином агрегате. Такие данные позволят оценить и оптимизировать маршрут ковша.

Структурная схема обработки информации в системе слежения за стальковшами представлена ниже на рисунке.

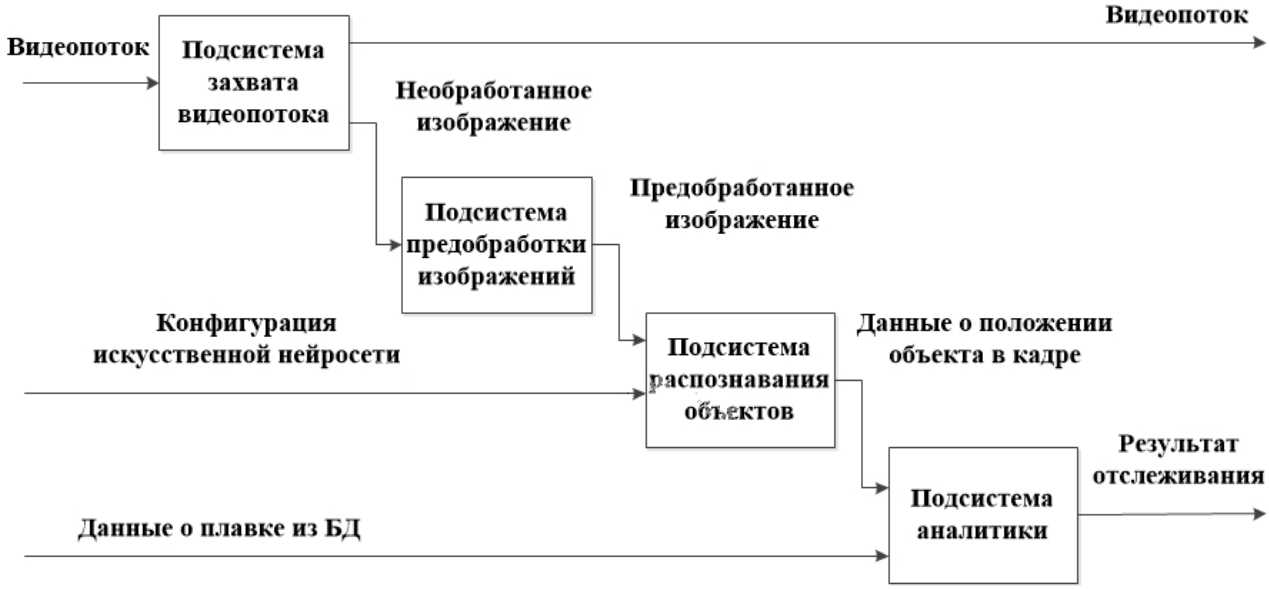


Рис. 1. Структурная схема обработки информации в системе слежения за стальковшами

1. Chi-Biao Liu, Ming-Hua Zhang, Development of a Novel Ladle Monitoring System Based on Internet of Things Technologies // IOT Application Engineering Research Center of Fujian Province Colleges and Universities, School of Information Engineering, Sanming University Journal of Convergence Information Technology (JCIT). Volume 8, Number 10, 2013. – 1003–1011.

2. Серапинас, Б. Б. Глобальные системы позиционирования / Б. Б. Серпинас // – Москва : ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с.

3. Кругль, Герман. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV. / Герман Кругль // – «Секьюрити Фокус», 2010. – 640 с.

4. Статья от компании Axis – лидера на рынке сетевого видео, о видеоаналитике. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.axis.com/ru-ru/learning/web-articles/video-analytics

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СЕГМЕНТАЦИИ И ОБНАРУЖЕНИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАКА ЛЕГКОГО

Д.Е. Уткин

Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Автоматизация медицинских диагностических исследований является сегодня одним из важнейших применений искусственного интеллекта (ИИ) в медицине и, в частности, в области диагностики онкологических заболеваний. Уже достигнутые на данный момент результаты демонстрируют перспективность и реализуемость задач автоматизации и построения систем, являющихся реальными помощниками врача-диагноста. Несмотря на быстрое совершенствование новых методик машинного обучения и обработки изображений, автоматизированные системы диагностики на основе элементов ИИ представляют собой сложные программные комплексы, объединяющие различные этапы и принципы обработки информации, и их реализация представляется одной из сложнейших задач, требующих больших затрат как временных, так и вычислительных ресурсов. При этом одним из необходимых элементов реализации таких систем является не только программное обеспечение обработки информации, но и размеченные базы данных, связанные с заболеванием, система диагностики которого реализуется. Так как основным отличием систем ИИ, разрабатываемых сегодня, является процесс обучения на уже имеющихся примерах, то фактически такая база данных состоит из множества примеров заболеваний различных пациентов. Поэтому одним из важнейших вопросов построения автоматизированных систем диагностики онкологических заболеваний является создание соответствующих баз данных и постоянное накопле-

ние информации в них для дообучения системы в целях ее совершенствования и повышения качества и точности диагностики.

Рак легкого во многих странах является наиболее распространенным онкологическим заболеванием с высоким уровнем смертности. Однако он может эффективно вылечиваться во многих случаях, когда обнаружен на ранних стадиях. Именно лечение на ранней стадии заболевания может быть эффективным и повысить шанс выживаемости пациента. В то же время диагностика на ранней стадии как раз сталкивается с трудностями, так как рак легкого на этой стадии не проявляется. Клинические симптомы начинают появляться намного позднее.

Рак легкого на ранней стадии проявляется в форме новообразования, которое можно наблюдать на снимках компьютерной томографии (КТ), в качестве легочных патологий, имеющих примерно сферическую форму. Новообразования характеризуются их расположением в легком и внутренней структурой. Поэтому процедуры обнаружения и сегментации новообразований могут быть различными для изолированных новообразований (окруженного полностью газосодержащей тканью легкого), для прилегающих к сосудам и прилегающих к плевре.

С технической точки зрения многие ИСД состоят из двух частей: системы сегментации и обнаружения новообразований и системы классификации подозрительных образований с точки зрения их злокачественного или доброкачественного характера. Детальный анализ большинства ИСД показал, что они обучаются с использованием баз данных, содержащих примеры узлового типа новообразований, что не соответствует клинической и радиологической классификации рака легкого. Как результат, далеко не все атипичные случаи заболеваний легкого учитываются при обучении систем. Поэтому наша цель заключается в разработке системы, которая позволила бы обнаруживать широкий спектр новообразований.

Так как цель предлагаемой части ИСД заключается в поиске всех подозрительных объектов, то в работе предлагается трехканальная ИСД подсистема. Каждый канал в подсистеме может рассматриваться как отдельная процедура обработки изображения. Первый канал реализован в виде процедуры традиционной обработки, основанной на использовании неинтеллектуальных алгоритмов и методов поиска интересуемых нас объектов. Второй канал – процедура глубокого обучения с использованием сегментационной нейронной сети 3D U-Net. Фактически первый и второй канал выполняют параллельную обработку изображений. Третий канал – процедура глубокого обучения с использованием сегментационной нейронной сети 2D U-Net.

Входные данные для всех каналов различны, т.е. каналы не следует рассматривать как простое дублирование обработки информации. Например, третий канал (2D U-Net) использует только края легких, полученные после сегментации легких, и направлен на обнаружение прилегающих к плевре новообразований малого размера. Входными данными для второго канала

(3D U-Net) является выход процедуры сегментации легких, реализованной с помощью стандартных методов обработки изображений.

Таким образом, система состоит из комбинации интеллектуальных и обычных методов обработки изображений, что обеспечивает двойной эффект. Если наблюдается атипичный случай, на аналогах которого не была обучена интеллектуальная часть системы, то делается попытка обработки такого случая стандартными методами, которые основаны на поиске градаций перехода от черного к белому цвету при изменении плотности радиоизлучения

Цель системы сегментации и обнаружения новообразований – попытаться отличить и выделить новообразования от теней, сосудов, ребер. Согласно анализу многих ИСД, процесс обнаружения новообразований в легком обычно состоит из следующих этапов: предварительная обработка изображений; сегментация легких; обнаружение кандидатов в новообразования.

Архитектура предлагаемой системы сегментации и обнаружения новообразований показана на рисунке 1. Помимо стандартных этапов, включающих предварительную обработку, сегментацию легких и обычное обнаружение новообразований, в которых используются обычные процедуры обработки изображений, предлагаемая система содержит две нейронные сегментационные сети U-Net. Первая сеть 3D U-Net использует трехмерные объекты и обучается для обнаружения новообразований после сегментации. Она может рассматриваться как альтернатива обычным процедурам обработки изображений. Следующая нейронная сеть (2D U-Net) использует только края легких, полученные после сегментации легких, и предназначена для выявления прилежащих к плевре новообразований небольшого размера. В результате имеется три источника подозрительных объектов, выходы которых объединяются, чтобы получить набор обнаруженных объектов для их дальнейшей классификации в системе классификации. Основная цель использования трех каналов обработки изображений – избежать случаев пропущенных новообразований.

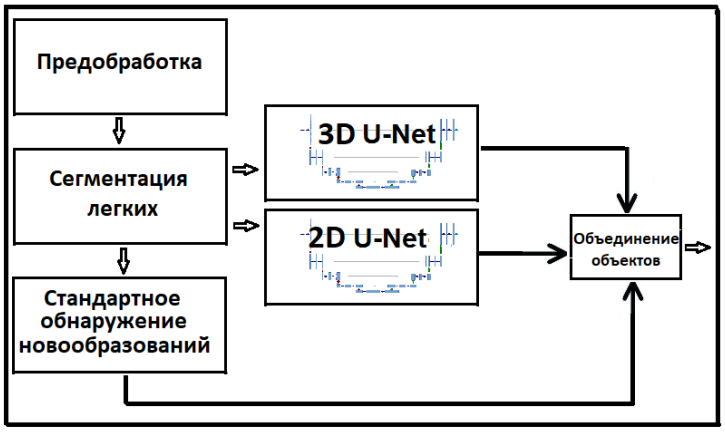


Рис. 1. Архитектура системы сегментации и обнаружения новообразований

Для U-Net характерно:

- достижение высоких результатов в различных реальных задачах, особенно для биомедицинских приложений;
- использование небольшого количества данных для достижения хороших результатов.

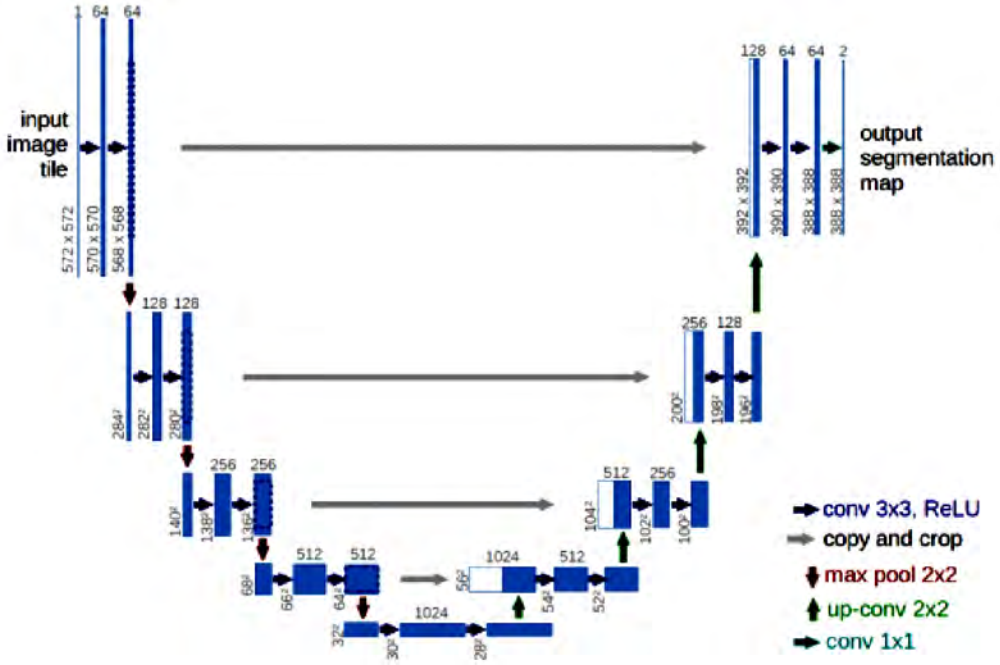


Рис. 2. Архитектура U-net (пример изображения с разрешением 32×32 пикселя – самым низким)

На рисунке 2 каждый синий квадрат соответствует многоканальной карте свойств. Количество каналов приведено в верхней части квадрата. Размер x-y приведен в нижнем левом краю квадрата. Белые квадраты представляют собой копии карты свойств. Стрелки обозначают различные операции.

В статье рассмотрена первая часть ИСД, целью которой является сегментация и обнаружение новообразований на снимках КТ. Как уже отмечалось, система является, прежде всего, помощником врача-радиолога для существенного сокращения времени анализа снимков и постановки диагноза пациентам. Наибольшую эффективность такой помощник может продемонстрировать при проведении процедуры скрининга рака легкого, когда необходимо поставить диагноз большому количеству пациентов из группы риска за достаточно короткое время.

В статье не рассматривались вопросы разработки второй части ИСД, предназначенной для классификации новообразований, выявленных первой частью, и сокращения ложноположительных случаев. Эти вопросы требует отдельного детального рассмотрения. В то же время необходимо отметить, что эффективность именно системы сегментации и обнаружения новообразований определяет во многом эффективность второй системы и ИСД в целом. Это накладывает определенную ответственность на те решения, которые заложены в первой части обработки данных ИСД.

1. Мелдо, А. А., Уткин, Л. В. Обзор методов машинного обучения в диагностике рака легкого // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2018. – № 3. – С. 28–38.

2. U-Net: нейросеть для сегментации изображений [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/u-net-image-segmentation/ – Загл. с экрана.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕТА И АНАЛИЗА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д.Ю. Фомичев

Научный руководитель ***С.Б. Федотовский****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время компьютерные технологии являются неотъемлемой частью человеческого общества. Данные разработки востребованы человеком, так как они позволяют быстро получать доступ к нужной информации и быстро обмениваться ею.

Компьютерные и информационные программные продукты также пользуются большим спросом в сфере промышленности и бизнеса. Согласно данным службы государственной статистики Российской Федерации на 2018 год, доля организаций, использующих системы электронного документооборота, составляет 68,6 % [1]. Интеграция информационных систем в технологический процесс, как правило, приводит к повышению эффективности работы предприятия, а также к снижению бумажного документооборота. Учитывая эти факторы, руководство компаний проявляет заинтересованность во внедрении информационных технологий в свои предприятия.

В компаниях зачастую встает проблема учета средств измерений, так как приборов может быть довольно много, а сама компания может иметь филиалы, территориально отдаленные от главного здания. Особенно остро эта проблема затрагивает энергетические компании, где требуется использование большого количества измерительных устройств разного типа. Все эти факторы приводят к тому, что процесс учета и анализа приборов становится крайне трудоемкой задачей. По этой причине предприятию, как правило, существует необходимость создания специального отдела, который будет вести учет измерительных приборов, а также вести историю эксплуатации. Интеграция системы метрологического учета и анализа позволит автоматизировать учет средств измерений, что в свою очередь позволит сократить время на обработку информации.

Основные задачи данного исследования:

1. Анализ сферы деятельности энергетических компаний.
2. Постановка задачи на проектирование.
3. Выбор платформы для реализации информационной системы.
4. Проектирование и интеграция информационной системы.

Задачи для разрабатываемой системы метрологического учета и анализа средств измерений следующие:

1. Учет измерительных приборов, ведение паспортов этих приборов.
2. Наличие нормативно-справочных документов и государственных стандартов, обеспечение возможности коллективной работы с данной информационной системой.
3. Формирование отчетных документов в соответствии с нормативными документами предприятия и федеральными законами Российской Федерации [2].

Разрабатываемая система должна содержать в себе максимально полную информацию о каждом измерительном устройстве, а также разделение этих устройств по различным классификациям. Данную проблему предполагается решить использованием реляционных баз данных.

На сегодняшний день в России широко распространены следующие системы управления базами данных: Microsoft Access, Oracle, MySQL, PostgreSQL, 1С:Предприятие.

В качестве платформы для создания данной системы был выбран программный продукт «1С:Предприятие 8.3». Данное программное обеспечение было разработано российской фирмой «1С». Стоит отметить, что «1С:Предприятие 8.3» распространяется как в клиент-серверном, так и в файловом варианте. Файловый вариант можно использовать, не имея интернет-соединения, а также он имеет низкие минимальные системные требования, что позволит работать с ним практически на любом современном компьютере. Клиент-серверный же вариант позволяет создать базу данных на сервере, и обращаться к ней с любого компьютера. Для создания данной системы достаточно файлового варианта, так как базой будет пользоваться главный метролог предприятия. К основным преимуществам использования данной программы можно отнести следующее:

1. Возможность гибкой настройки структуры базы данных с учетом специфики предприятия.
2. Удобство изменения конфигурации системы пользователем, возможность настройки отображения информации под конкретного пользователя.
3. Возможность создания и конфигурации пользователем отчетов с помощью инструмента «консоль отчетов» без необходимости обращаться к администратору [3].

Из всех этих пунктов следует, что пользователь системы, созданной на базе данного программного продукта, может самостоятельно редактировать конфигурацию с учетом текущих требований предприятия. Создание структуры системы, а также ее настройка производится в особом режиме, называющемся «Конфигуратор [4]. Данный режим позволяет также настроить интер-

фейс для каждого типа пользователей, создавать функциональные элементы системы, а также изменять свойства баз данных. Режим «Конфигуратор» платформы «1С:Предприятие 8» представлен на рисунке 1.

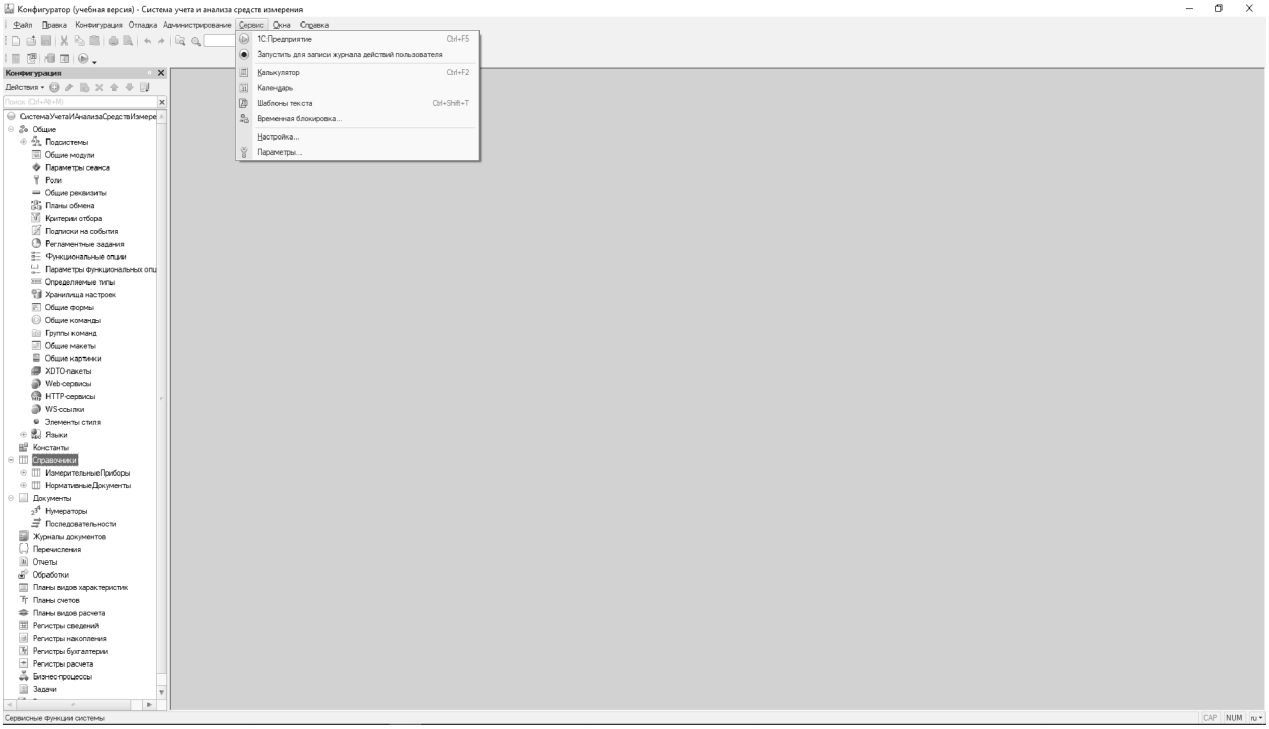


Рис. 1. Окно режима «Конфигуратор»

Данная система построена на основе структурированной иерархической базе данных, в которой хранятся записи о типах приборов, отделениях предприятия, а также нормативных документах предприятия и государственных стандартах. Пример иерархической базы в системе представлен на рисунке 2.

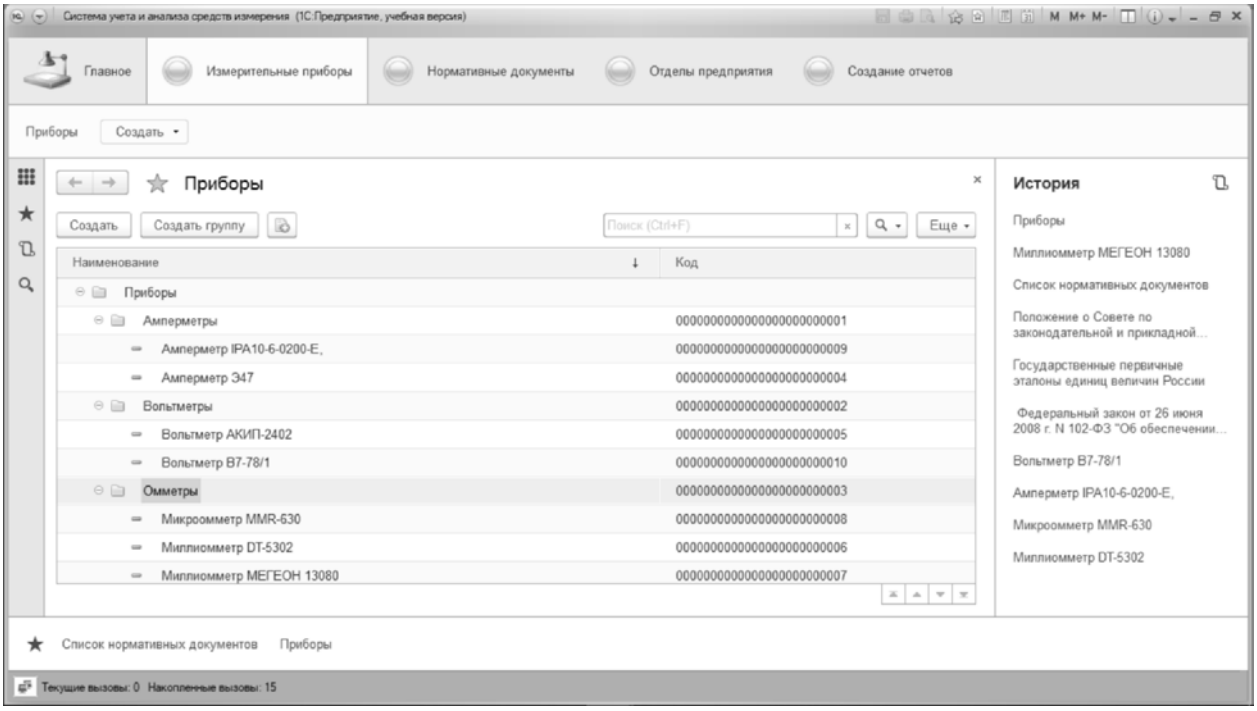


Рис. 2. Реляционная база измерительных приборов

При разработке системы нужно учитывать особенности работы энергетических предприятий, а также ряд факторов, которые каким-либо образом влияют на эффективность их работы.

Внедрение системы метрологического учета и анализа средств измерений в энергетическую компанию позволит автоматизировать процесс учета и поверки измерительных приборов, а также сократить количество бумажного документооборота, что в свою очередь облегчит работу главному метрологу на предприятии.

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://www.gks.ru/

2. О бухгалтерском учете: федер. закон от 21.11.1996 N 129-ФЗ // СЗ РФ. – 2012.

3. Алексеев, А. 1С:Предприятие 8.2. Руководство администратора / А. Алексеев. – Москва : 1С, 2009. – 478 с.

4. Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.3 Практическое пособие разработчика / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева. – Москва : 1С-Паблишинг, 2013. – 963 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ

Д.А. Чуглов

Научный руководитель ***Г.А. Сазонова****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной работе рассматривается проектирование автоматизированной системы для предприятия, занимающегося оптовой продажей товара. Специфика данного направления подразумевает обработку и хранение данных о поступлениях, продажах, возвратах и наличии товаров [1].

Функциональная структура автоматизированной системы учета и анализа движения товаров на складе представлена на рисунке 1.

Система состоит из четырех модулей: модуль работы со складами, модуль работы с закупками, модуль работы с продажами, модуль обработки операций. Автоматизированная система проводит учет товаров, отслеживает поступление товаров, отгрузку товаров, перемещение товаров, возврат товара.

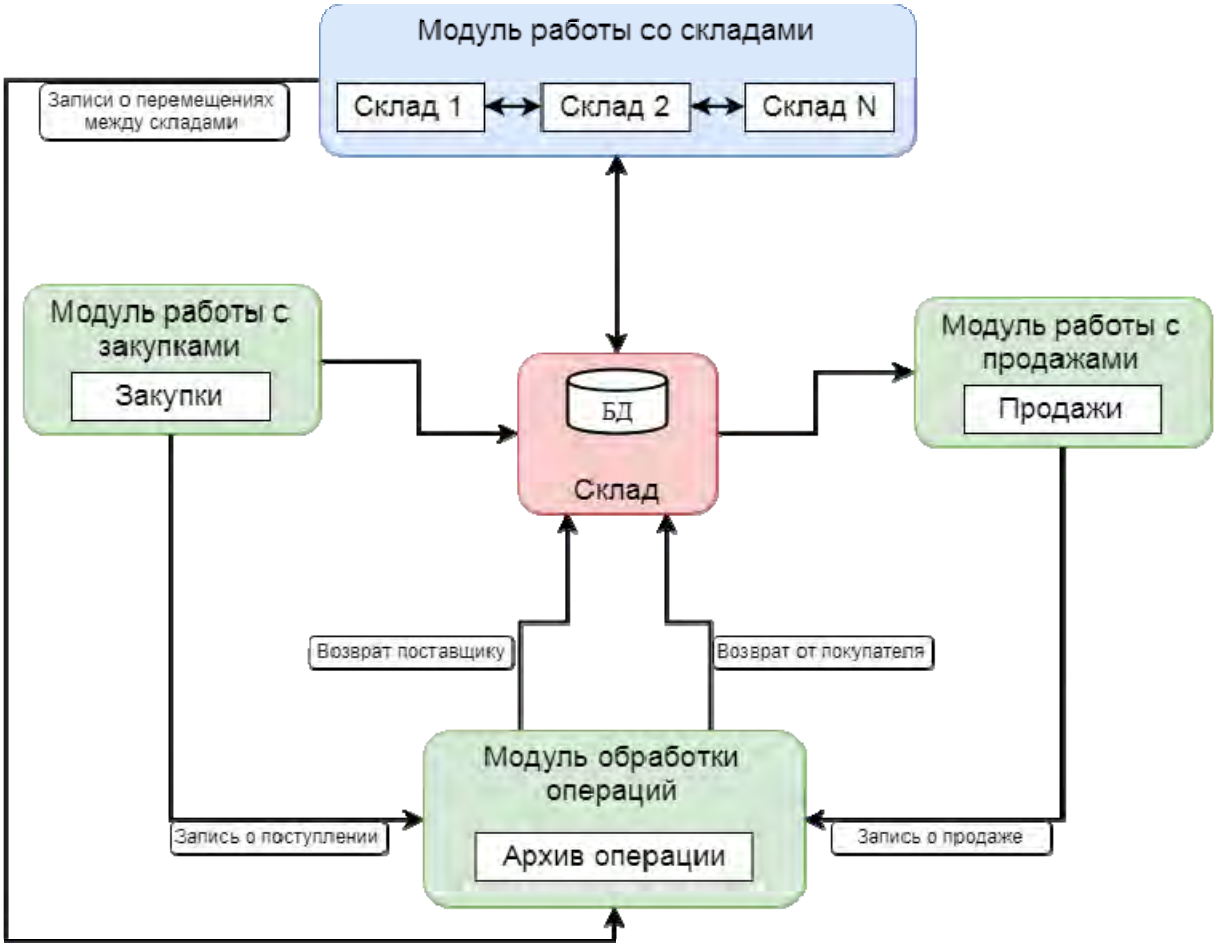


Рис. 1. Функциональная структура автоматизированной системы

Модули работы со складами, закупками и продажами отвечают за обработку данных о продажах и поступлениях товара, по перемещению товара между складами.

Контур оперативного управления системой содержит в себе инструменты, необходимые для реализации таких функций, как контроль поступлений товаров (поставки товара, возврат товара поставщикам), контроль продажи товара (продажи контрагентам, возврат товаров от клиентов), складской учет (наличие и передвижение товара) [2]. Для реализации данного контура при создании автоматизированной системы были выбраны следующие модули: «Продажи», «Поставки», «Складской учет» и «Архив операций». Информационные потоки данного контура представлены на рисунке 2. Совокупность работы данных модулей в оперативном контуре предоставляют: складской учет, управление поставками, управление продажами, контроль передвижений товаров, хранение операций по товару, оформление возвратов товара, анализ продаж.

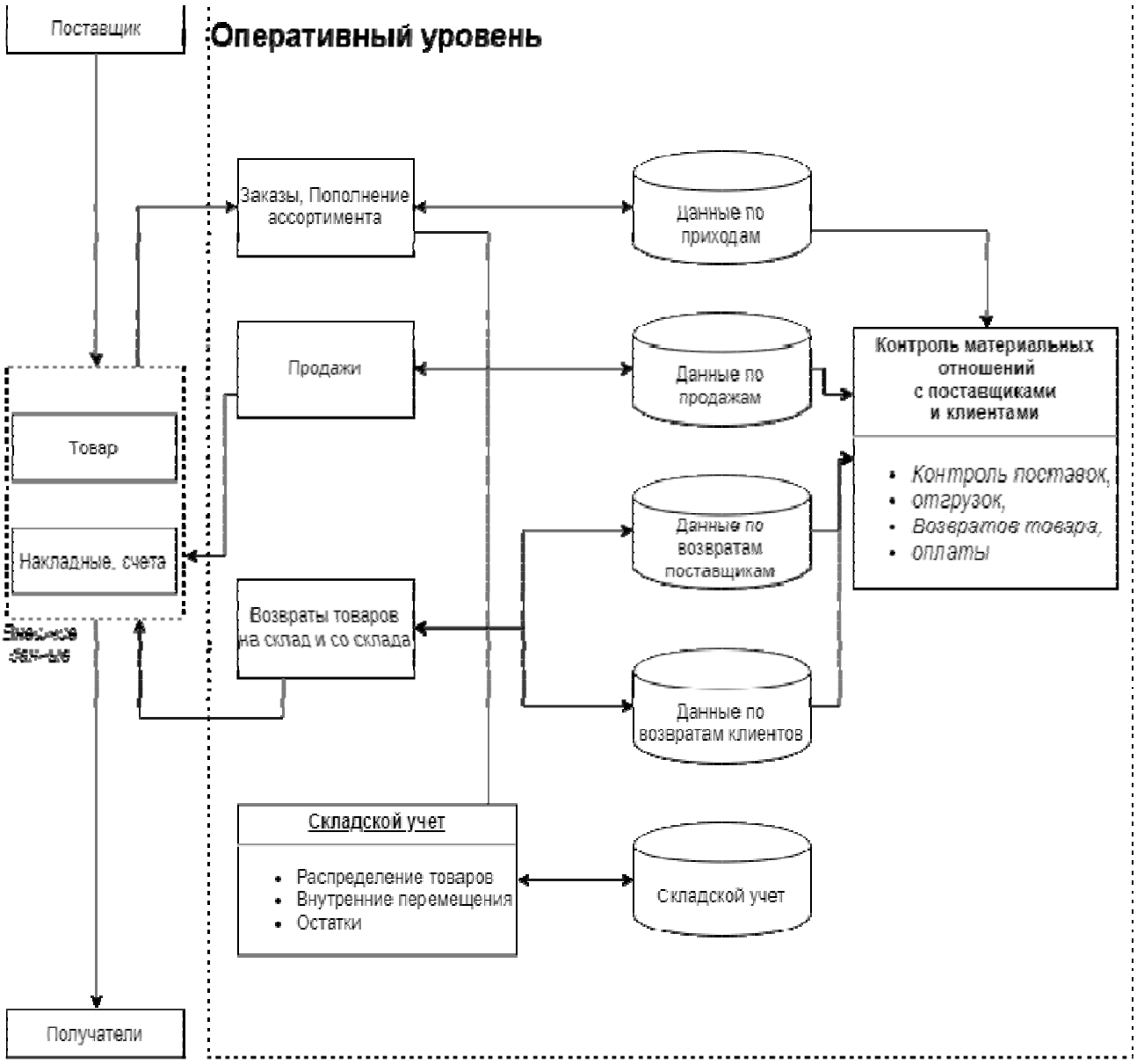


Рис. 2. Информационные потоки оперативного уровня управления системой

При проектировании системы разработаны объектно-ориентированные модели предметной области.

Диаграмма вариантов использования приведена на рисунке 3, она дает возможность смоделировать бизнес-процессы, протекающие на предприятии, и выявить требования к системе. На диаграмме представлены актеры: администратор и пользователь. Для пользователя выделены основные варианты использования: оформление пришедшего и проданного товара, оформление перемещения товара, внесение данных о возврате товара клиентами, а также просмотр оставшейся на складах продукции. Для администратора выделены следующие варианты использования: управление каталогом товаров, просмотр графика продаж, оформление возвратов товара поставщикам.

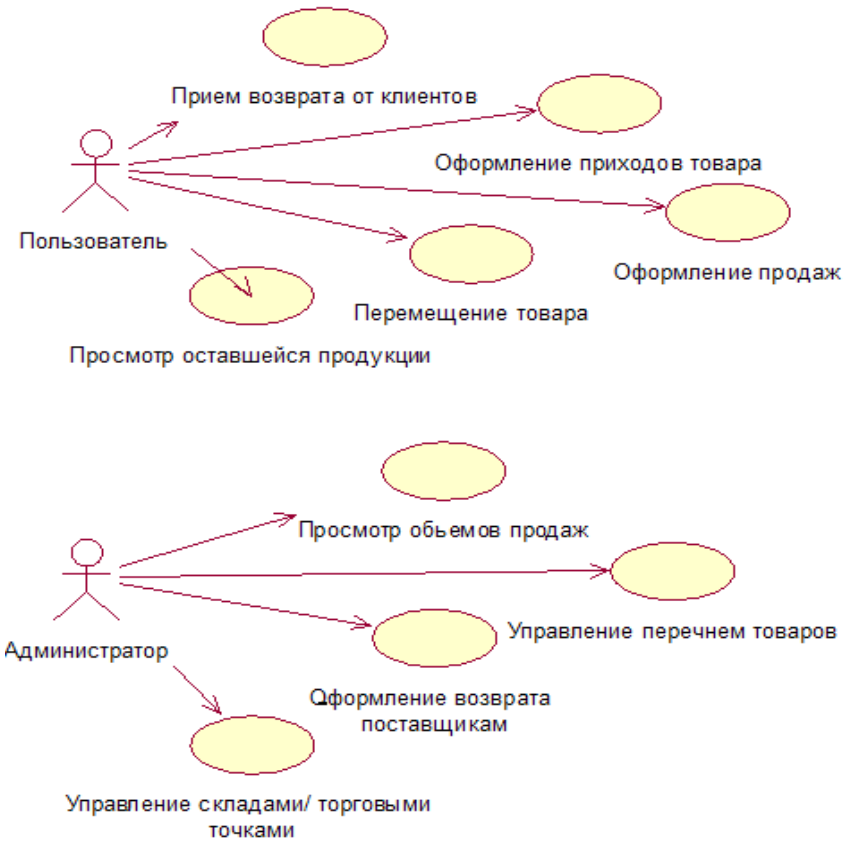


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования

Разработана диаграмма последовательности (рис. 4), которая позволяет выявить упорядоченную во времени последовательность взаимодействия актера с системой в рамках одного из вариантов использования.

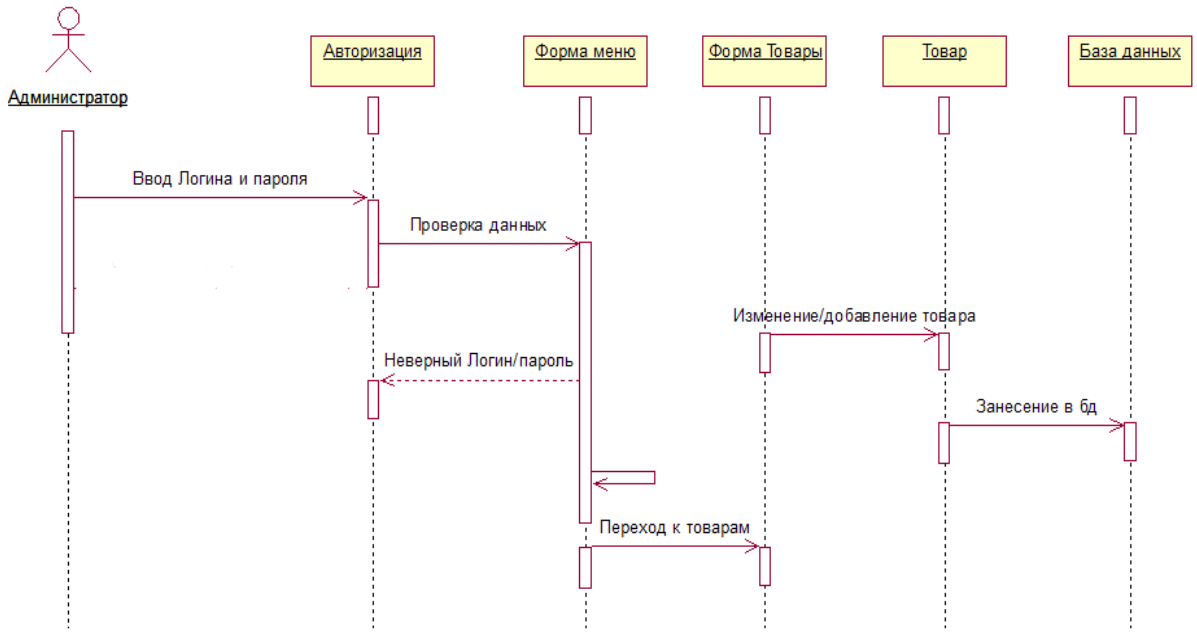


Рис. 4. Диаграмма последовательности

Для варианта использования «управление каталогом товаров» администратором составлен сценарий. Взаимодействие администратора с системой начинается с авторизации, выполнение которой переводит администратора в меню программы. Переходя в соответствующий раздел программы, администратор попадает на форму управления каталогом, где он может изменять, добавлять и удалять информацию о товарах.

При моделировании предметной области была разработана диаграмма классов [3]. При работе с массивами данных для всех классов выделяются операции «Добавить», «Удалить», «Изменить». Например, класс «Товар» содержит информацию о товаре, а класс «Склады» хранит данные о складах, класс «Продажи» содержит данные о документах, дате и клиенте, совершившим покупку.

Диаграмма компонентов приведена на рисунке 5 и представляет собой физические сущности, реализующие набор интерфейсов. Компоненты служат для обозначения элементов в физическом представлении моделей.

Диаграмма показывает взаимодействие таких компонентов системы, как программное средство, модули программного средства и база данных. На диаграмме представлены модули: «Поставки», «Продажи», «Возвраты Клиентам», «Возвраты поставщикам», «Перемещение», «Остатки», «Товар», «Склады».

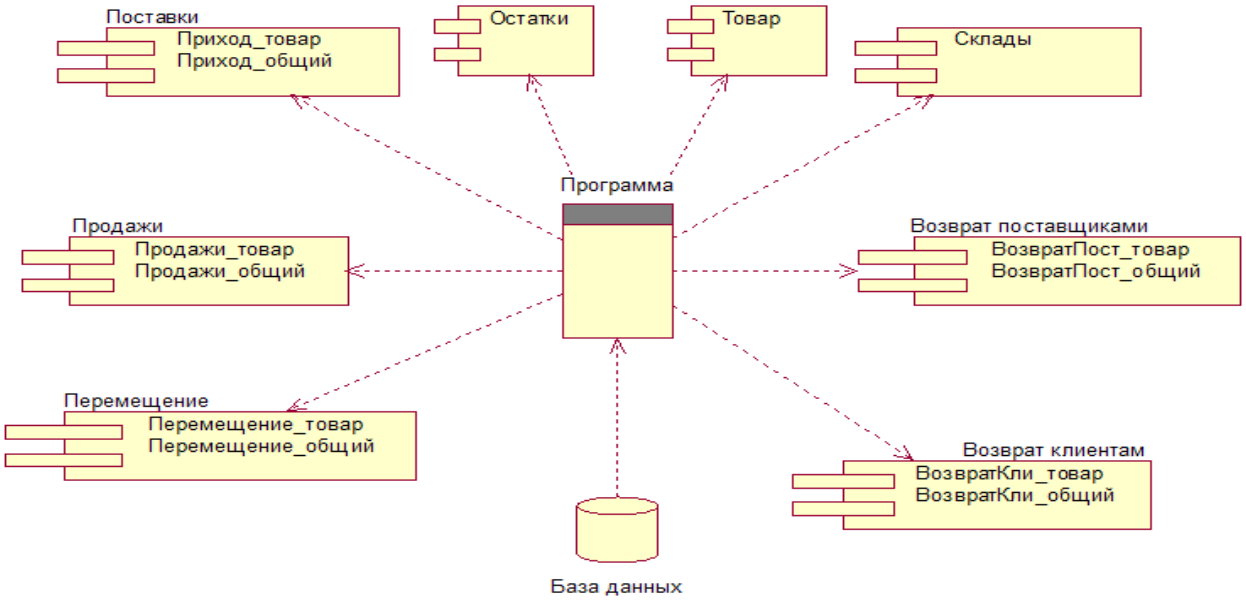


Рис. 5. Диаграмма компонентов

Разработанная система применяется в ООО «Непешеход».

1. Сазонова, Г. А. Информационная система для управления качеством продукции на основе методов экспертной оценки / Г. А. Сазонова // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес

(ИНФОС-2017): материалы Международной научно-технической конференции. – Вологда : ВоГУ, 2017. – С. 135–139.

2. Сазонова, Г. А. Система поддержки принятия решений для выбора стратегий развития предприятий / Г. А. Сазонова, М. Д. Бараева // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции.– Том 8. – Тамбов : ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – С. 122–123.

3. Самоучитель по SQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://samoychiteli.ru/document29118.html

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАССАЖИРОПОТОКА ДЛЯ АВТОВОКЗАЛА

Е.А. Шамахова

Научный руководитель ***С.Ю. Ржеуцкая****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Автовокзал должен обеспечивать удобство пассажирам и получать при этом максимальную выгоду. Для достижения этих целей необходимо анализировать множество различных отчетов и ведомостей. Эти сведения на Вологодском автовокзале на данный момент обрабатываются вручную отделом эксплуатации.

Для работы автовокзала важно предсказывать пассажиропоток в будущих периодах. На основе данных, полученных в предыдущие периоды, необходимо получать прогнозы пассажиропотока на различные рейсы по сезонам (месяцам), по дням недели и часам суток.

Цель научно-исследовательской работы состоит в том, чтобы выделить основные факторы, способные оказывать влияние на объем пассажиропотока, и разработать программное обеспечение для мониторинга пассажиропотока и прогнозирования динамики его изменения с учётом данных факторов. Работа выполняется в рамках расширения существующей автоматизированной системы «Автовокзал».

Автовокзал можно рассматривать с двух сторон:

1. Автовокзал как коммерческое предприятие – получение наибольшей прибыли.

2. Автовокзал как социально значимый объект – обеспечение удобства пассажиров.

Первая цель подразумевает обеспечение наибольшей загрузки автобусов и перевозки пассажиров на самые дальние расстояния. Нужно обеспечить такое количество автобусов, чтобы количество мест в автобусах не превышало количество пассажиров.

Вторая цель подразумевает увеличение количества рейсов, повышение частоты отправления рейсов, чтобы пассажиры могли уехать в желаемое для них время. Но при этом неизбежно падает заполняемость и коммерческая выгода, но обеспечивается социальная функция.

Сами по себе эти цели взаимно исключающие, поэтому необходимо найти разумный компромисс между ними. А для этого необходимо выделить факторы, способные влиять на пассажиропоток и провести их анализ.

В ходе исследования было выделено следующее множество факторов.

1. Сезонность.

Например, в летнее время пассажиропоток может увеличиваться. Люди уходят в отпуска. Студенты и школьники на каникулах. Пенсионеры ездят на дачи. Количество рейсов в данный период необходимо увеличить. Она связана с увеличением пассажиропотоков в летние месяцы и вызвана массовыми отпусками [1].

2. День недели.

В выходные и праздничные дни объем пассажиропотока обычно выше, чем в будние дни. Наличие пятидневной рабочей недели приводит к резкому увеличению отправления пассажиров в предвыходные и выходные дни в пригородную зону.

3. Часы суток.

Наиболее существенные колебания пригородных пассажиропотоков наблюдаются по часам суток. Эти колебания обусловливаются в рабочие дни необходимостью подвоза большого числа пригородных пассажиров на работу в город, а в выходные дни – вывозом пассажиров за город на отдых [2].

4. Количество альтернативных видов транспорта.

Наличие альтернативных видов транспорта, величина тарифов на них и по отношению к автобусному тарифу влияют на пассажиропоток. В последнее время у автовокзала появилось множество конкурентов. Например таксисты, которые предлагают свои услуги на площади перед автовокзалом. Требуется организовать рейсы таким образом, чтобы как можно больше пассажиров воспользовалось услугами именно автовокзала и не пошло к конкурентам.

5. Стоимость билетов.

Зависит от таких факторов, как расстояние и тариф за километр. Безусловно, стоимость влияет на наполняемость автобусов. Но повлиять на этот параметр довольно сложно.

6. Состояние автобусов.

Не все люди готовы ехать на дальние расстояния на автобусе, не оснащенном кондиционером.

После выделения множества факторов, влияющих на пассажиропоток, можно приступать к разработке системы его мониторинга и прогнозирования. С целью скорейшего запуска процесса поэтапного внедрения системы, на первом этапе была разработана программа «Ведомость», позволяющая перевозчикам анализировать ведомости их рейсов, представленные в удобной для восприятия форме. Можно позиционировать данную программу как систему

поддержки принятия решений по мониторингу пассажиропотока. В настоящий момент, данный программный продукт уже используется на автовокзале.

Программный продукт выполняет следующие функции:

• показывает список рейсов по конкретному перевозчику за конкретный день;

• показывает состояние рейсов;

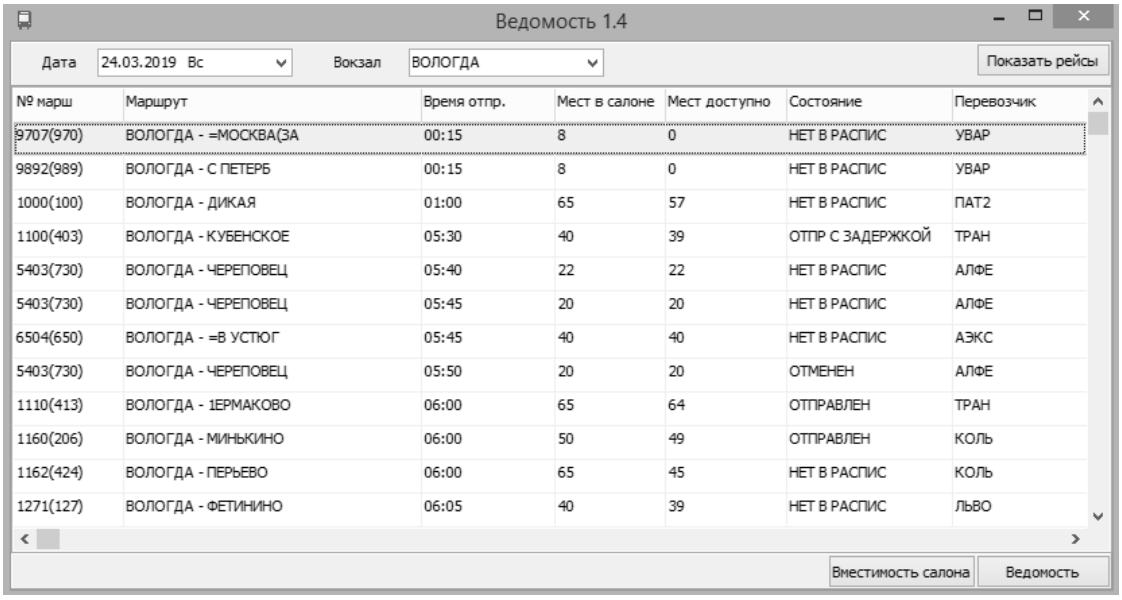
• показывает ведомость выбранного рейса;

• позволяет корректировать количество мест, выделенных под продажу;

• позволяет получать выгрузку ведомости в формате MS Excel.

С помощью программного продукта «Ведомость» перевозчик может просматривать загруженность автобусов на своих рейсах и корректировать пассажировместимость в зависимости от наполняемости [3].

На рисунке показан интерфейс программного продукта «Ведомость».



№ марш	Маршрут	Время отпр.	Мест в салоне	Мест доступно	Состояние	Перевозчик
9707(970)	ВОЛОГДА - =МОСКВА(ЗА	00:15	8	0	НЕТ В РАСПИС	УВАР
9892(989)	ВОЛОГДА - С ПЕТЕРБ	00:15	8	0	НЕТ В РАСПИС	УВАР
1000(100)	ВОЛОГДА - ДИКАЯ	01:00	65	57	НЕТ В РАСПИС	ПАТ2
1100(403)	ВОЛОГДА - КУБЕНСКОЕ	05:30	40	39	ОТПР С ЗАДЕРЖКОЙ	ТРАН
5403(730)	ВОЛОГДА - ЧЕРЕПОВЕЦ	05:40	22	22	НЕТ В РАСПИС	АЛФЕ
5403(730)	ВОЛОГДА - ЧЕРЕПОВЕЦ	05:45	20	20	НЕТ В РАСПИС	АЛФЕ
6504(650)	ВОЛОГДА - =В УСТЮГ	05:45	40	40	НЕТ В РАСПИС	АЭКС
5403(730)	ВОЛОГДА - ЧЕРЕПОВЕЦ	05:50	20	20	ОТМЕНЕН	АЛФЕ
1110(413)	ВОЛОГДА - 1ЕРМАКОВО	06:00	65	64	ОТПРАВЛЕН	ТРАН
1160(206)	ВОЛОГДА - МИНЬКИНО	06:00	50	49	ОТПРАВЛЕН	КОЛЬ
1162(424)	ВОЛОГДА - ПЕРЬЕВО	06:00	65	45	НЕТ В РАСПИС	КОЛЬ
1271(127)	ВОЛОГДА - ФЕТИНИНО	06:05	40	39	НЕТ В РАСПИС	ЛЬВО

Рис. 1. Программный продукт «Ведомость»

Для работы автовокзала важно предсказывать пассажиропоток в будущих периодах. На основе данных, полученных в предыдущие периоды, необходимо получать прогнозы пассажиропотока на различные рейсы по сезонам (месяцам), по дням недели и часам суток. Для анализа пассажиропотока удобней использовать информацию из рейсовых ведомостей, так как в них отражается информация о реально перевезенных пассажирах.

В ходе написания научной работы были выделены основные факторы, способные повлиять на изменение пассажиропотока. Данные, полученные в результате анализа пассажиропотока и его прогноза на будущие периоды, потребуются для последующей выдачи рекомендаций по корректировке маршрутов и рейсов, что позволит автовокзалу получать максимальную выгоду и обеспечить удобство пассажирам.

Созданный программный продукт позволит перевозчикам оперативно отслеживать наполняемость своих автобусов и принимать решения об изменении количества мест, доступных для продажи, замене автобусов на конкрет-

ные рейсы на автобусы большей или меньшей вместимости. Это первый шаг на пути к оптимизации пассажирских перевозок автовокзала.

1. Прогнозирование пассажирских перевозок и их неравномерность [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://stellus.rgotups.ru

2. Моделирование и прогнозирование пассажиропотоков [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://irts.su/modelirovaniye-i-prognozirovaniye/

3. Шамахова, Е. А. Исследование возможностей расширения подсистемы хранения данных автовокзала [Текст] / Е. А. Шамахова // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 23–24 апреля 2019 г.): в 3 т. / М-во науки и высш. образ. РФ, Правительство Вологодской области [и др.]; [гл. ред. А.А. Кочкин]. – Вологда : ВоГУ, 2019. – Т. 1. – С. 128–129.

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ КЛИЕНТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Шаньгина

Научный руководитель ***С.Ю. Ржеуцкая****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Любое предприятие, занимающееся продажей собственного или готового оборудования, стремится повысить лояльность своих клиентов, что является одним из факторов увеличения получаемой прибыли. Ввиду высокой рыночной конкуренции в большинстве сфер производства руководители вынуждены искать способы для более точечного воздействия на покупателей, чтобы установить наиболее тесные и долгосрочные отношения. Для минимизации затрат трудовых, материальных и временных ресурсов хорошим решением может стать разработка классификации клиентов.

Данное исследование направлено на разработку классификации клиентов наиболее унифицированной для заданного предприятия.

Для данной работы понятие «разработка классификации» представляет собой решение ряда задач, направленных на достижение поставленной цели, а именно:

1. Определение параметров для разграничения покупателей.
2. Выбор средств разработки.
3. Выбор методов реализации классификации.

Исследование начинается с анализа вводных данных. Информационная система, в которой на основании будущей классификации планируется проводить анализ, установлена и функционирует на действующем предприятии торговли оборудованием для сельского хозяйства на базе платформы 1С:Предприятие. Некоторое оборудование предприятие производит в собственном цехе, основной объем продукции реализует как торговый представи-

тель крупных производителей. В связи с этим номенклатурных групп товаров у предприятия довольно много, а, соответственно, и потребности у клиентов разнятся. Задача предприятия в своей работе – удовлетворить наибольшее число потребностей с заданным уровнем качества. В данном случае отслеживание и анализ прошлых взаимодействий с покупателями будет способствовать установлению будущих контактов с готовыми предложениями. Классификация поможет получить структурированные данные в удобном виде для анализа руководителем с последующим принятием управленческих решений.

В первую очередь, для реализации поставленной задачи нужно определить, на какие группы должны быть разделены клиенты, а также подобрать критерии, которые довольно точно относили бы клиента к нужной группе.

Рассмотрим некоторые типовые решения классификации, реализованные в платформе 1С:Предприятие, с которой работает организация:

1. Классификация клиентов по привлекательности (ABC-классификация).

ABC-классификация основана на правиле Парето – 20 % клиентов обеспечивают 80 % выручки. Следовательно, основные усилия должны быть направлены на привлечение и удержание крупных клиентов.

ABC-классификация позволяет разбить клиентов на три группы важности: высокая (класс «A»), средняя (класс «B»), низкая (класс «C»).

2. Классификация клиентов по стадиям отношений (XYZ-классификация).

В дополнение к ABC-классификации можно классифицировать контрагентов по стадиям отношений и хранить историю изменения стадий для анализа развития отношений. Различаются следующие стадии отношений с клиентами: потенциальный клиент, разовый клиент, постоянный клиент, потерянный клиент.

Для стадии «Постоянный клиент» предусмотрена дополнительная классификация по регулярности закупок: стабильные закупки (X-класс), нерегулярные закупки (Y-класс), эпизодические закупки (Z-класс) [1].

Если посмотреть на эти классификации, можно отметить, что они дают очень обобщенное понятие о клиенте с которым, безусловно, работать можно, но, очевидно, для организации индивидуального подхода к каждому клиенту нужно расширять список параметров.

Среди продукции можно выделить позиции, продажа которых приносит наибольший доход – животноводческие ковры, навозоуборочные насосы, прокладки крышек люка молочных автоцистерн, краны для автоцистерн, поилки, кормушки, вентиляторы для ферм и другие. Выделим их как ключевые товары (КТ).

Соответственно, присутствует номенклатура, реализация которой приносит меньшую выгоду, – тесты на выявление антибиотиков в молоке, резина сосковая на доильные аппараты, ножи для кормосмесителей, моющие средства и другие. Обозначим как неключевые товары (НТ).

Также есть группа товаров, которые можно назвать сопутствующими – перчатки, бирки ушные, инкубаторы для яиц, скребки для навоза, маркеры, ошейники и так далее. Назовем группой сопутствующих товаров (СТ).

На основании получившихся данных можно определить первым критерием классификации группу товаров.

Однако один критерий, хоть и является специфичным, так как относится к области ведения деятельности предприятия, не делает эту классификацию персонализированной. Поэтому добавим критерий ожидаемого дохода, чтобы клиенты точнее попадали в соответствующие группы.

Анализируя средний квартальный оборот предприятия, критерии приносимой выручки от клиентов можно рассматривать с такими значениями:

1. Высокодоходные (ВД) – более 150 000 рублей за квартал.
2. Среднедоходные (СД) – 50 000 – 100 000 рублей за квартал.
3. Низкодоходные (НД) – менее 30 000 рублей за квартал.

Для того чтобы оба критерия свести в одну классификацию, нужно разработать группы классификации, для которых определить способы компоновки критериев.

Охарактеризуем три группы клиентов – Ключевой клиент, Неключевой клиент, Неключевой неклиент. В каждую группу клиент будет попадать при соблюдении некоторых условий. Для удобства восприятия сведем эти комбинации в таблицу.

Таблица

Группы классификации клиентов

Ключевой клиент	Неключевой клиент	Неключевой неклиент
КТ + ВД	КТ + НД	НТ + НД
КТ + СД	НТ + СД	СТ + НД
НТ + ВД	СТ + СД	-

Поясним таблицу. Ключевым клиентом будет считаться тот, кто приносит наибольшую выручку за квартал, приобретая либо товар из категории ключевых, либо основные ходовые позиции.

Неключевым клиентом будет считаться тот, кто приобретает товары ключевой категории на небольшую сумму, либо те, что приобретают стандартные или сопутствующие товары в объемах, приносящих средний доход.

Неключевой неклиент – клиент, приобретающий неключевой товар в малых суммах денежного выражения, с большой долей вероятности не является постоянным, возможно, имеет место разовая закупка, поэтому в названии группы фигурирует «неклиент».

Также данная классификация не должна основываться на данных одного периода. К той или иной группе классификации клиент должен быть отнесен на основании анализа двух последних периодов измерений.

Так как в основе разработки лежит платформа 1С:Предприятие, в которой сосредоточена база данных с информацией о клиентах, и нет каких-либо ограничений на выбор языка программирования, представляется логичным использовать для реализации классификации средства самой платформы 1С. Встроенный язык 1С имеет довольно широкие функциональные возможности, удобный пользовательский интерфейс, собственный язык запросов для обра-

щения к базе данных, то есть в платформе созданы приемлемые условия для разработчиков, что обуславливает большую популярность платформы при доработке типовых конфигураций БД. Также использование встроенных средств платформы может обеспечить описание удобного пользовательского интерфейса, который будет гармонизировать с общим стилем программы.

Разработка классификации предполагает обучение программы правильному отнесению клиента к необходимой группе. Для этого можно использовать стандартные алгоритмы, которые базируются на понятиях статистики и вероятности распределения данных. При этом повышенная точность результата усложняет реализацию алгоритмов.

Довольно распространенными являются такие алгоритмы: метод к-средних, алгоритм PageRank, алгоритм AdaBoost, нейронные сети, деревья решений, наивный байесовский классификатор.

Наиболее оптимальным решением может стать наивный байесовский классификатор – это семейство алгоритмов классификации, которые принимают одно допущение: каждый параметр классифицируемых данных рассматривается независимо от других параметров класса. По сути, теорема позволяет предсказать класс на основании набора параметров, используя вероятность.

Преимущества использования данного алгоритма заключаются в возможности использования нескольких параметров классификации, выделение нескольких классов, высока точность работы, простота реализации. При этом данный метод практически не имеет недостатков – доступен для реализации на любом языке программирования ввиду несложных конструкции в вычислениях, основная задача – правильно закодировать алгоритм.

Таким образом, результатом проведенного исследования была выявлена необходимость создания классификации клиентов, значение которой – структурирование данных о клиентах, их наглядное представление для проведения анализа с целью выработки стратегии взаимодействия. Далее выбраны критерии и определены группы, в которые следует отнести клиента в зависимости от сочетания критериев. Так как информационная система предприятия базируется на платформе 1С:Предприятие, и платформа содержит в себе хорошие средства для разработки, для достижения оптимального уровня затрат целесообразно выбрать платформу в качестве средства разработки. Еще одним важным шагом является выбор алгоритма, на основании которого будет происходить обучение классификатора. Важным требованием к алгоритму является возможность разбиения данных на три и более группы, применение нескольких критериев для отнесения в группу, высокая точность. Все эти качества сочетает в себе наивный байесовский классификатор, который к тому же не требователен к языку программирования. Это и определяет выбор данного алгоритма классификации.

1. Классификация клиентов [Электронный ресурс] // 1С:Предприятие 8: сайт. – Режим доступа: http://v8.1c.ru/enterprise/2/25.htm

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОГРАММЕТРИ ПРИ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ

И.Е. Быков
Научный руководитель ***Н.М. Дементьев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Постоянное развитие и поддержка программ по фотограмметрии компаниями-разработчиками, такими как Autodesk, Agisoft, Capturing Reality и другие, предоставляет широкий спектр применения данной технологии в строительной отрасли. Ценовая доступность беспилотного летательного аппарата и высокое качество снимков с камеры смартфона дает возможность использовать методы фотограмметрии для широкого круга специалистов различного профиля. Но даже сочетание наземной и аэрофотограмметрии не всегда дает желаемый результат: нюансы и особенности применения рассматриваемых технологий были рассмотрены в предлагаемой статье.

Главной целью исследования стало рассмотрение особенностей применения фотограмметрии для обмеров зданий и сооружений. Задачами являются демонстрация результатов обработки фотографии при использовании квадрокоптера и фотокамеры для обследования строительных объектов, обнаружение и описание нюансов при применении рассматриваемой технологии на основе реального опыта.

Одной из особенностей является совмещение снимков наземной и аэросъемки. При создании модели зданий выше двух-трех этажей желательно использовать в паре с фотокамерой квадрокоптер с камерой высокого разрешения. При создании модели здания по адресу Маяковского, 1 была обнаружена большая разница в качестве создаваемой модели при помощи квадрокоптера и без него (рис. 1). На ортофотоплане с левой стороны рисунка, в отличие от правой, наблюдается неровная грань здания, расплывчатые линии окна и подоконника. Сравнение данных фрагментов показывает заметную прибавку в качестве ортофотоплана при использовании беспилотного летательного аппарата.

Рис. 1. Слева – часть ортофотоплана 2 этажа здания, сделанная только с камеры. Справа – часть ортофотоплана 2 этажа при совмещении снимков камеры и коптера

Исходя из опыта, полученного при проведении съемки в различных условиях, сформируем требования при проведении съемки и нюансы при использовании квадрокоптера. Чтобы построить модель высокого разрешения, требуются качественные снимки. Для их получения нужно соблюсти следующие критерии:

- отсутствие бракованных снимков, не допускается размытость фотоснимка, всегда сфокусированное изображение;
- разрешение снимка является одним из ключевых параметров. Для высокой детализации снимка, модели следует применять как можно большее разрешение;
- съемки необходимо вести с большим перекрытием (не менее 60%) соседних фотографий;
- желательно вести съемки в светлое время суток. При очень солнечной погоде появляется сильный перепад в яркости между теневыми освещенными участками здания. Вечерняя съемка ведет к получению шумов на фотографии;
- в условиях плотной посадки деревьев или кустарников у объекта производить фотофиксацию в начале весны или зимы. Отсутствие листвы упростит и кратно улучшит качество съемки;
- для последующего правильного, адекватного ориентирования снимков в программе необходимо придерживаться нужного сценария при определённых видах съемки [1].

Применение беспилотных летательных аппаратов является опасным мероприятием по нескольким критериям:

- возможность падения и разрушения коптера;
- вероятность повреждения чужого имущества, а также травмирование людей, животных при неосторожном обращении с летательным аппаратом;
- не совсем однозначная реакция людей на полеты при обследовании сооружения;
- невозможность полетов в ветренную и дождливую погоду, при отрицательных температурах (ниже 10 градусов);

- наблюдается временная потеря связи с летательным аппаратом в условиях города из-за общей загруженности эфира на частотах, необходимых для управления дроном, на расстояниях свыше 150–200 метров.

Но использование коптера имеет ряд преимуществ:

- незаменим для получения снимков в труднодоступных местах;
- построение полной 3D-модели сооружения;
- ускорение проведения работ по визуальному осмотру фасадов и крыш зданий.

При проведении фотосъемки для создания ортофотоплана и карты дефектов здания по адресу Воровского, 41 были обнаружены проблемы при создании модели части здания (рис. 2). Они заключались в стесненных условиях самой съемки, большом количестве деревьев и кустарников, нестандартных форме и габаритах самого здания, линии электропередач на необходимом уровне съемки с воздуха, пасмурной погоде с резкими порывами ветра. В результате был получен ортофотоплан с явными дефектами. Из-за кустарников и крон деревьев на модели получились незаполненные отверстия в ортофотоплане, а по причине невозможности поднять коптер в непогоду и стесненных условиях съемки было построено 2 этажа из 4.

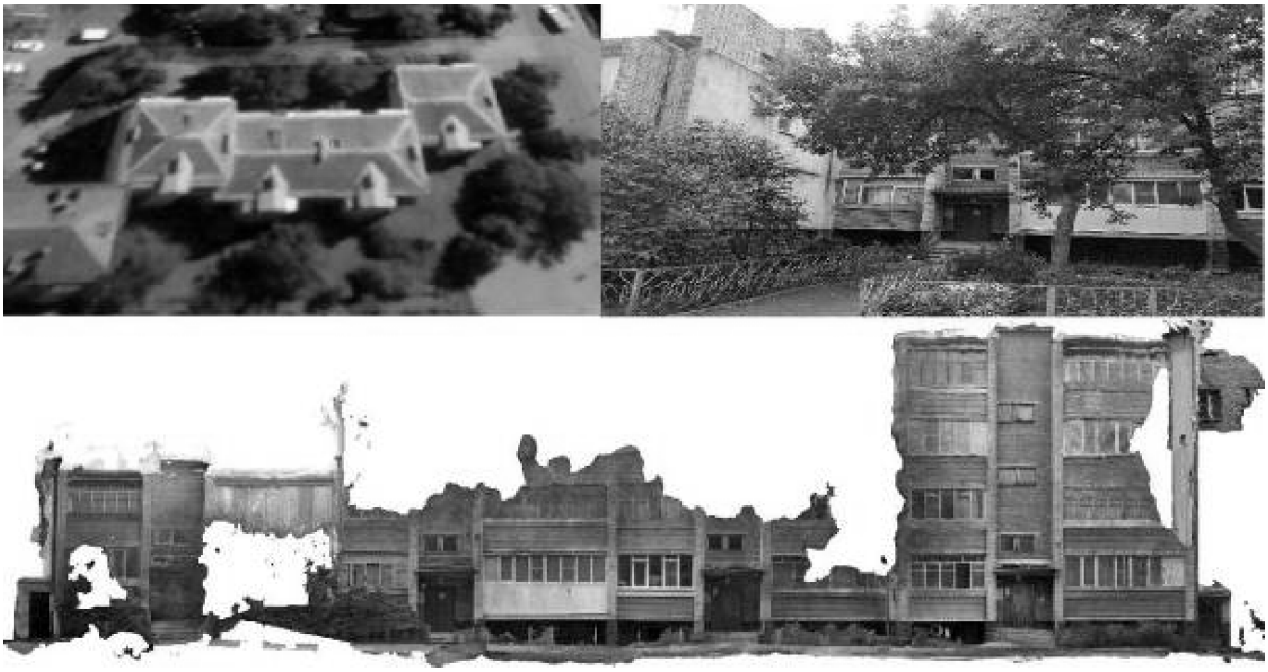


Рис. 2. Расположение Воровского, 41:
близкая посадка деревьев и кустарников, ортофотоплан

В результате проведения исследования сделаны следующие выводы:

- анализ практических результатов совместного применения наземной и аэросъемки продемонстрировал значительное улучшение качества модели, ортофотоплана;
- выявлены и описаны достоинства и недостатки фотограмметрии на основе реальных примеров;

- сформированы требования для фотосъемки, чтобы получить проработанную модели;
- описаны преимущества и недостатки использования квадрокоптера при съемке.

1. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan - Professional Edition, версия 1.1 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_1_ru.pdf – Загл. с экрана.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЩЕЖИТИЙ ДЛЯ РАБОЧИХ

А.Р. Заостровцева
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В связи с активно развивающейся инфраструктурой города Вологды возрастает необходимость в общежитиях, которые часто являются местом для проживания рабочих, а также их семей. На сегодняшний день в Вологде 45 общежитий, но в связи с нехваткой мест в них люди вынуждены снимать коммерческое жилье, поэтому увеличение количества комнат в общежитиях является актуальной задачей. Наряду с этим при реконструкции настоящих общежитий осуществляется повышение комфорта для проживания в них.

Общежитие – жилое помещение, предназначенное для временного проживания граждан в период их работы, службы или обучения (ст. 94 ЖК РФ). Согласно СП 379.1325800.2018 «Общежития и хостелы. Правила проектирования» [1] в общежитии предназначается не менее 6 м2 на одного человека. Комнаты общежития рассчитаны на проживание нескольких человек, на 3 или 4 жилые комнаты предназначен один санузел и душевая. В каждой комнате предусмотрены: кровать, прикроватная тумба, шкаф, стол и стулья, а каждая общая кухня должна быть оснащена необходимым оборудованием. Также в общежитии должны присутствовать средства передвижения для малоподвижных групп населения (пандусы, платформы и т.д.).

В соответствии с ГОСТ Р 55322-2012 «Услуги населению. Общие требования к малым средствам размещения для постоянного проживания» [2] среди административных помещений в общежитиях предусматриваются: вестибюль или холл, комната отдыха, игровые комнаты для детей и др.

Увеличение количества, площади и повышение качества помещений общественного назначения, а также устройство лифта и мусоросборной камеры благоприятно и позитивно повлияют на уровень жизни людей, что может повлечь за собой повышение производительности труда рабочих.

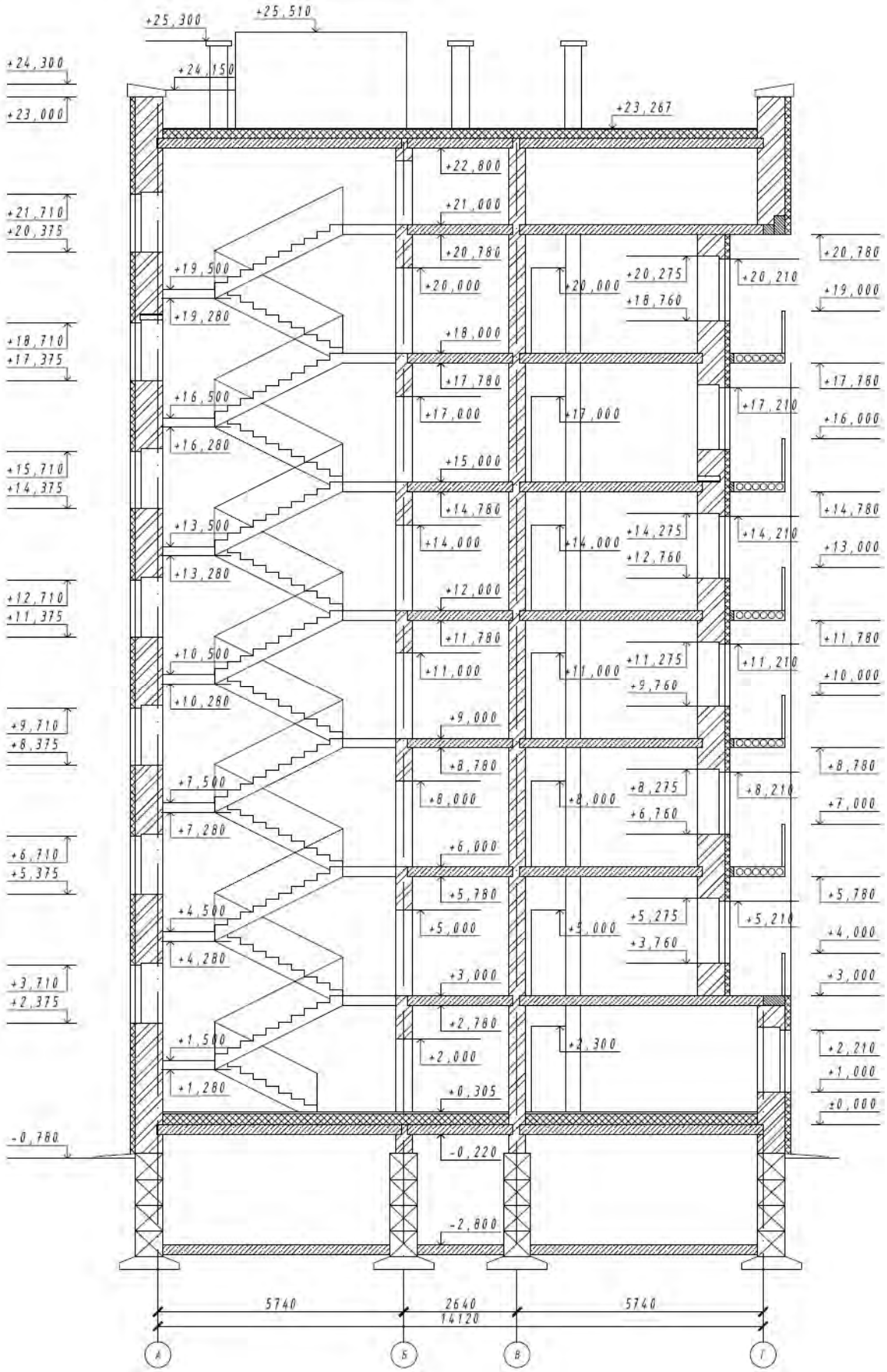


Рис. 1. Разрез общежития после реконструкции

Среди задач данной работы можно выделить:

• устройство надстройки для увеличения количества комнат для проживания [3];

• изменение планировочного решения для увеличения площадей помещений общественного пользования и их номенклатуры для повышения комфортности проживания;

• увеличение площади вспомогательных и общественных помещений;

• устройство специальных помещений для проживания малоподвижных групп населения;

• устройство лифта и мусоросборной камеры.

В работе исследуется общежитие по адресу: г. Вологда, ул. Архангельская, д. 5. Здание построено по типовой серии 1-447С-53: пятиэтажное, кирпичное, с ленточным фундаментом, железобетонными перекрытиями и плоской крышей. Фактический срок службы здания – 32 года. Физический износ составляет 36,35 %, моральный – 11 %.

В настоящее время общежитие используется для проживания рабочих и их семей. После реконструкции контингент, для которого будет предоставляться общежитие, не изменится.

В работе рассматриваются варианты объёмно-планировочного решения типового и первого этажей общежития секционного типа для рабочих.

На рисунке 1 изображён разрез здания после реконструкции.

На рисунке 2а изображён план типового этажа общежития после реконструкции.

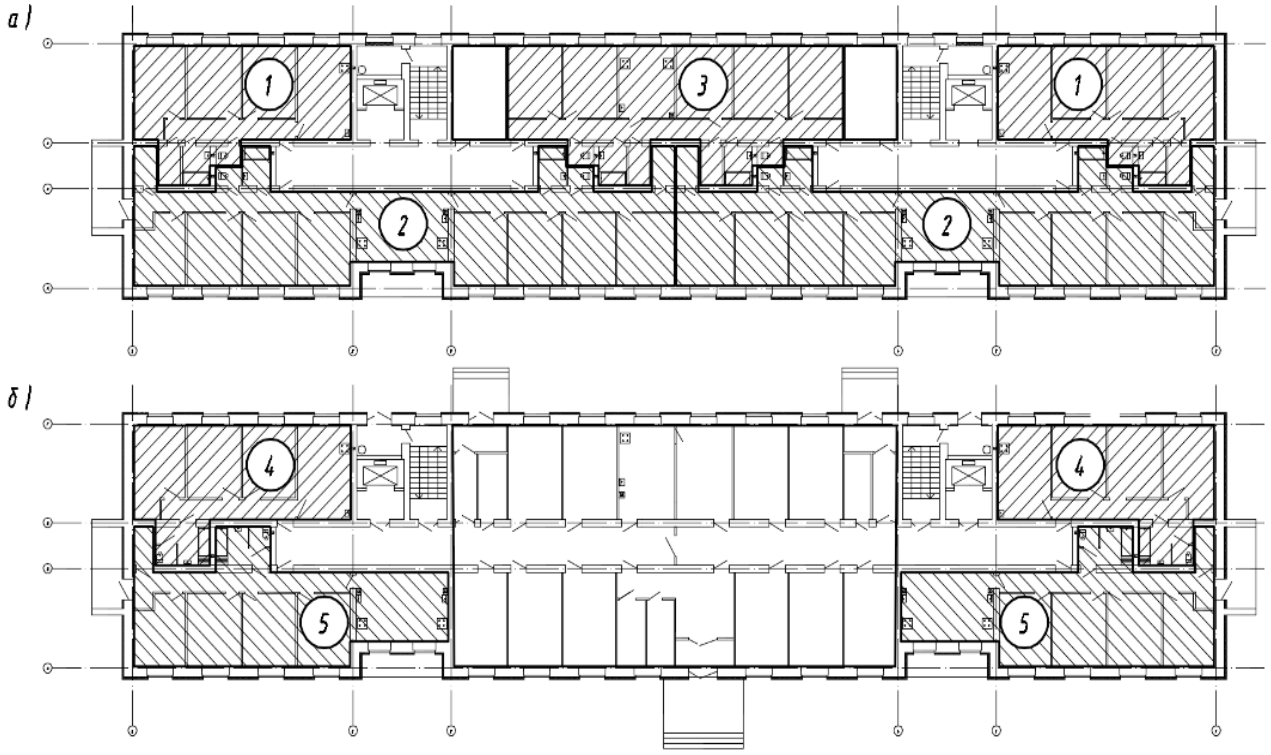


Рис. 2. План этажа общежития после реконструкции с обозначением секций: а) типовой этаж; б) первый этаж

На типовом этаже предусмотрено 5 секций, в каждой из которых по 3 (секция № 1), 5 (секция № 3) или 8 (секция № 2) комнат. Общая площадь секции № 1 составляет 85,3 м^2, секции № 2 – 196 м^2, секции № 3 – 136,9 м^2. На рисунке 2б изображён план первого этажа общежития после реконструкции, на котором выделены секции 4 и 5 (для малоподвижных групп населения), а также помещения общественного назначения.

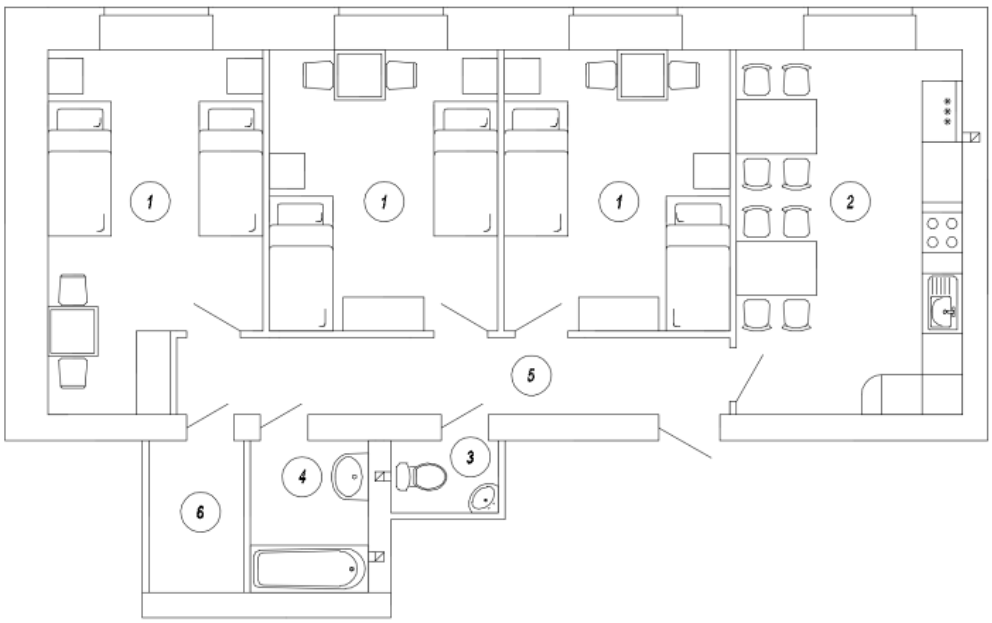


Рис. 3. Секция № 1 общежития: 1 – жилая комната, 2 – кухня, 3 – санузел, 4 – ванная, 5 – коридор, 6 – кладовая

В работе более подробно рассматривается секция № 1 (рис. 3). Каждая комната может вмещать 2 человека, площадь которых варьируется от 14,0 м^2 до 15,4 м^2. Общая кухня площадью 18,27 м^2 может использоваться жителями трёх комнат. В секции расположены санузел, ванная и кладовая. В каждой комнате есть две одноместные кровати, две тумбы, шкаф, стол и стулья.

Помещения для малоподвижных групп населения предусмотрены на первом этаже общежития, фрагмент которого представлен на рисунке 4, на нём показаны:

- секции для малоподвижных групп населения (в том числе колясочников): секция № 4, площадью 83 м^2, и секция № 5, площадью 110 м^2;
- лифтовая шахта и лифтовой холл, общей площадью 10,3 м^2;
- мусоросборная камера, площадью 4,7 м^2;
- лестница.

Главными отличиями секции для малоподвижных групп населения от секций на типовых этажах являются габариты санузлов и ширина дверных проёмов. Также в санузлах имеются поручни и подставки, а при выходе из общежития устраиваются пандусы.

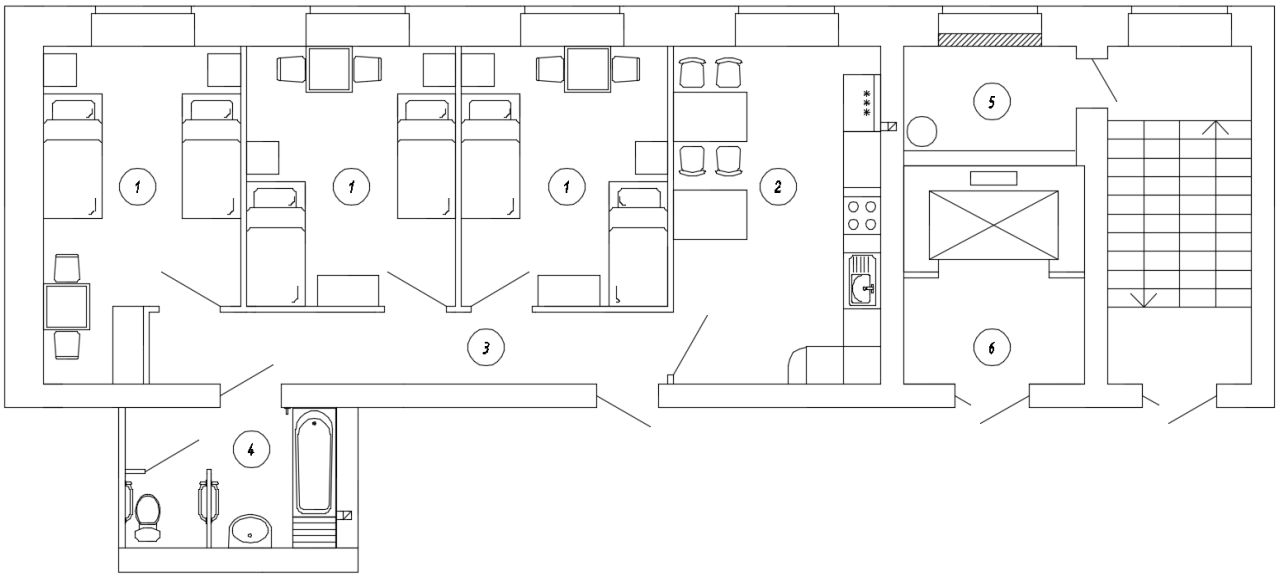


Рис. 4. Фрагмент плана первого этажа:
1 – жилая комната для малоподвижных групп населения, 2 – кухня,
3 – коридор, 4 – совмещенный санузел, 5 – мусоропровод, 6 – лифтовой холл

В результате проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

- за счёт надстройки этажей количество жилых комнат в общежитии после реконструкции повышается с 130 до 176;
- в связи с увеличением площади помещений общественного назначения возрастает уровень комфорта в общежитии;
- в результате реконструкции жилые комнаты на первом этаже будут адаптированы для малоподвижных групп населения;
- устройство лифта и мусоропровода повысит качество жизни людей, проживающих в общежитии.

1. СП 379.1325800.2018. Свод правил. Общежития и хостелы. Правила проектирования: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 5.06.2018 г. № 333/пр. – Введ. 6.12. 2018 г. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 39 с.

2. ГОСТ Р 55322-2012. Услуги населению. Общие требования к малым средствам размещения для постоянного проживания. – Введ. 01.01.2014. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 12 с.

3. Казакова, И. С. Реконструкция зданий и сооружений: учебное пособие / И. С. Казакова. – Вологда : ВоГТУ, 2011. – 106 с.

РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ВСТРОЕННЫХ ДЕТСКИХ САДОВ

В.М. Климова
Научный руководитель ***О.В. Пахнева****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Нехватка детских дошкольных учреждений в настоящее время является актуальной проблемой для нашей страны. Детские сады, встроенные в жилые здания с огороженной территорией и с самостоятельным входом для детей и родителей, являются возможным решением данной проблемы.

При проектировании детского сада такого типа, помимо создания комфортных условий внутри здания и отдельной входной группы снаружи здания, важно предусмотреть индивидуальную детскую площадку на территории непосредственно примыкающей к зданию.

Детская площадка – одна из основных локаций пребывания ребенка в детском саду, поэтому важно сделать так, чтобы она была интересной, красивой, безопасной и соответствующей возрасту ребенка.

Цель работы: спроектировать типовые детские площадки для использования при реконструкции первых этажей зданий под детские сады.

Задачи: изучить нормативные требования к детским площадкам и оборудованию; предложить варианты расположения, формы малых архитектурных форм и озеленения.

Согласно требованиям [1] рекомендуемая площадь для групповых площадок детских дошкольных учреждений должна составлять на одного ребенка не менее 7 м^2 для детей младенческого и раннего возраста (до 3-х лет) и не менее 9 м^2 для детей дошкольного возраста (от 3 до 7 лет).

Игровое оборудование должно соответствовать возрасту детей и быть изготовлено из материалов, не оказывающих вредного воздействия на человека. Обеспечение безопасности детских площадок должно выполняться согласно ГОСТ Р 52169-2012 [2].

Групповые площадки могут проектироваться как изолированными друг от друга, так и объединяться по 2–3 в игровые пространства. Оборудование площадок должно учитывать возрастные особенности деятельности детей.

Исходя из требований рекомендуемых площадей для зон игровой территории нами были спроектированы варианты игровых площадок для детей до 3-х лет и площадки для детей от 3 до 7 лет.

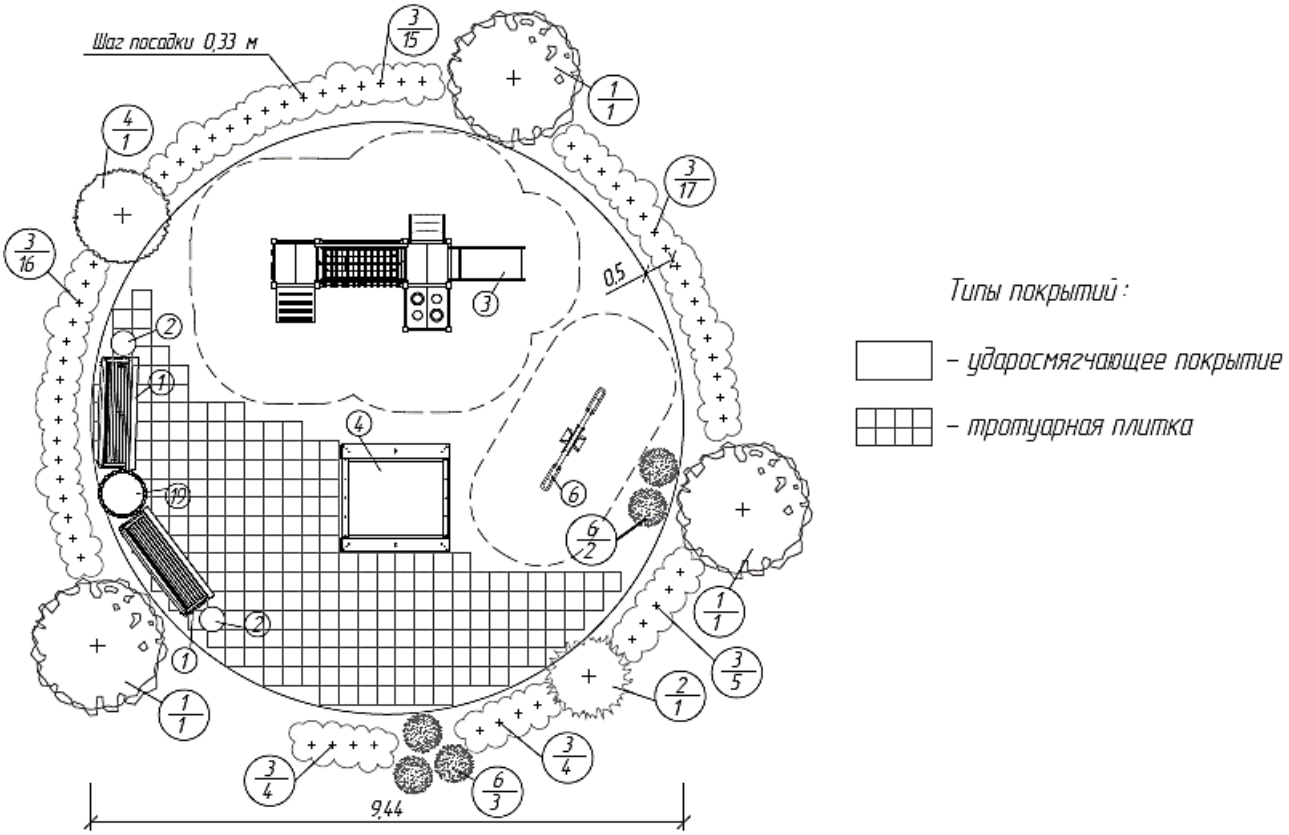


Рис. 1. Пример разработанной детской площадки для детей до 3-х лет
Малые архитектурные формы: 1 – скамья; 2 – урна для мусора;
3 – игровой комплекс; 4 – песочница; 6 – качалка; 19 – цветочница.
Озеленение: 1 – липа мелколистная/береза обыкновенная;
2 – пузыреплодник желтолистный/клен гиннала/рябина обыкновенная;
3 – кизильник блестящий; 4 – дерен белоокаймленный; 6 – спирея Little princess

В целях безопасности детей важно предусматривать ударосмягчающие покрытия, в нашей работе мы рекомендуем использовать такие мягкие покрытия, как песок, теннисит и покрытие мастерфрайбр. Характеристики покрытий приведены в таблице.

Таблица

Свойства рекомендуемых мягких покрытий

Покрытие	Описание	Толщина покрытия
Песок	Наиболее популярный и распространённый вариант покрытия для детской игровой зоны. Пропускает воду, в случае необходимости есть возможность выполнить подсыпку материала, не требует особого ухода.	Минимальная толщина слоя 200 мм
Теннисит	Изготавливается из кирпичной крошки с добавлением различных минеральных добавок. Покрытие прочное, пластичное, пропускает воду.	Не менее 50 мм
Мастер-фрайбр	Покрытие состоит из резиновой крошки, имеют продолжительный срок эксплуатации, нескользкие, не требуют особого ухода.	Толщина от 20 мм, а в зонах безопасности – 40–100 мм

Для зоны входа и скамей, то есть там, где необходимо устройство твердых покрытий, мы рекомендуем применять покрытие из тротуарной плитки: она практична, долговечна, не выделяет при нагревании вредных веществ, швы между плиткой пропускают воду, имеет множество размеров, форм, расцветок и фактур.

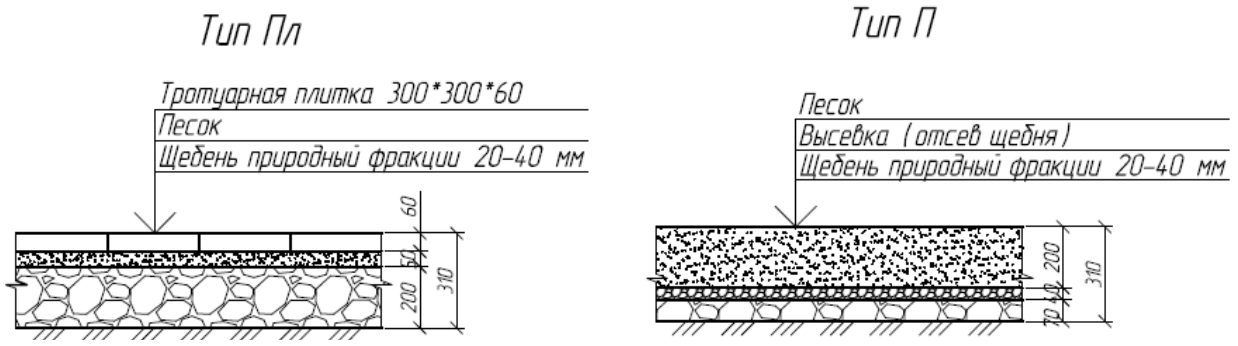


Рис. 2. Типы покрытий, рекомендуемых для детских площадок

При проектировании детских площадок и выборе игрового оборудования мы использовали каталоги финской компании LAPPSET. Для увеличения разнообразия, оборудование на каждой отдельной площадке, по возможности, было принято разным (рис. 1). Также активно использовались игровые комплексы: они компактно совмещают разнообразное игровое оборудование и тем самым экономят пространство на детской площадке.

На твердых покрытиях расположены скамейки и урны для мусора, на некоторых площадках присутствуют цветочницы – все эти элементы также были взяты из каталогов компании LAPPSET (рис. 1).

При планировании детской площадки для размещения оборудования учитывались зоны приземления [2] (рис. 3), они отмечены пунктирной линией вокруг каждого элемента оборудования на рисунке 1.

Зоны приземления отмеряются от той точки оборудования, стоя на которой пользователь находится на высоте более 600 мм над землей. Зоны приземления игровых элементов, находящихся рядом, могут перекрываться.

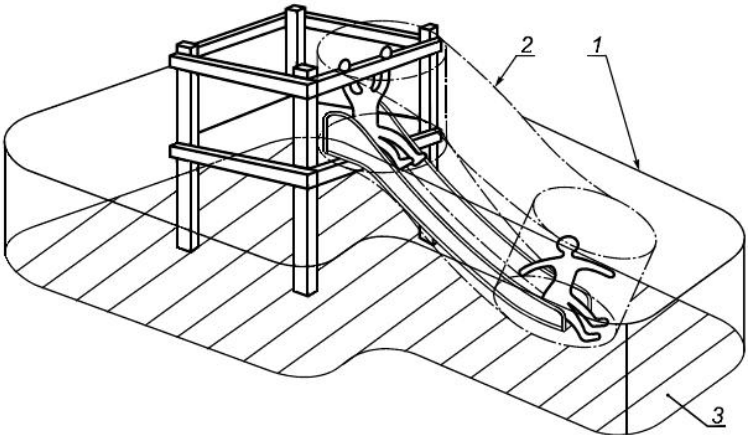


Рис. 3. Зоны игрового оборудования:
1 – зона падения; 2 – зона безопасности; 3 – зона приземления

Зеленые насаждения являются одними из важнейших элементов благоустройства территории детских садов. Озеленение обладает многими положительными свойствами: поглощает углекислоту, обогащает воздух кислородом; выделяет фитонициды, уничтожающие болезнетворные микробы; служит средством защиты от пыли, загрязнений атмосферного воздуха; также защищают от шума, снижают силу ветра, регулируют тепловой режим, создают комфортные затененные участки.

Территорию детского сада рекомендуется озеленять из расчета 50 % площади территории, свободной от застройки [1].

Зеленые насаждения удобно использовать для разделения групповых площадок друг от друга и отделения групповых площадок от хозяйственной зоны.

Озеленение деревьями и кустарниками проводят с учетом климатических условий, а также на территории детских дошкольных учреждений не проводится посадка плодоносящих деревьев и кустарников, ядовитых и колючих растений.

В детском дошкольном учреждении производятся посадки живых изгородей. Они служат для ограждения детского сада, а также для разделения детских площадок разных групп.

На рисунке 1 наглядно видно расположение элементов озеленения, подобранный ассортимент включает в себя такие виды растений, как кизильник блестящий, липа мелколистная, береза обыкновенная, дерен белоокаймленный, рябина обыкновенная и др.

Схемы детских площадок разрабатывались квадратной, прямоугольной, круглой и многоугольной формы. Площадь игровых площадок определена и имеет значение не менее чем для 10 детей, соответственно 70 м^2 – для детей до 3-х лет и 90 м^2 – для детей старше 3-х лет.

Для каждой разработанной игровой площадки сформированы вариантные ведомости озеленения, малых архитектурных форм и покрытий.

Разработанные варианты детских площадок достаточно компактны, учитывают требования безопасности и озеленения, могут применяться как в детских садах, встроенных в жилые здания, так и для территории жилой застройки. Вариативность форм площадок позволяет подобрать наиболее оптимальный вариант игровой площадки с учетом территории, на которой она будет располагаться.

1. СанПиН 2.4.1.3049-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 15.05.2013 № 26 (с изм. 27.08.2015). – Введ. 20.09.2015. – Москва : Минюст России, 2015. – 60 с.

2. ГОСТ Р 52169-2012. Оборудование и покрытие детских игровых площадок. Безопасность конструкций и методы испытаний. Общие требования: утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 23.11.2012 № 1148-ст. – Введ. 01.07.2013. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 45 с.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА УЧАСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА

Е.В. Климова
Научный руководитель ***Е.А. Шестакова,*** *канд. техн. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Проведенные в различных регионах России исследования свидетельствуют о значительном загрязнении воздуха населенных мест. Существенную роль в формировании загрязнения атмосферного воздуха играют выбросы примесей, образующихся в процессе сгорания топлива. При этом особую остроту приобретает загрязнение воздуха свинцом, кадмием, бенз(а)пиреном и другими химическими веществами.

В современном городе бесспорное лидерство в деле ухудшения экологической ситуации за автомобильным транспортом.

В статье рассматривается влияние скорости автомобилей на количество токсичных выбросов. Ремонт или реконструкция некоторых участков дорог будет способствовать оптимальной скорости движения автотранспортных потоков, что приведет к снижению токсичных выбросов и ликвидации экологического беспорядка.

Экологическая безопасность автомобильной дороги устанавливается с использованием набора экологически значимых показателей и их оценочных измерителей, определяющих характеристики и свойства дороги как источника воздействия на природную и социальную среду, а также компонентов окружающей среды, на которые оказывает воздействие автомобильная дорога.

В ходе проведения диагностики транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог устанавливаются их действительные и нормативные значения воздействия автомобильной дороги на окружающую среду.

Экологическую безопасность (опасность) автомобильной дороги характеризуют отклонения значений измерителей от базовых (фоновых или нормативных).

Экологическая безопасность автодороги считается приемлемой или обеспеченной, если значения каждого из рассматриваемых измерителей воздействия дороги на окружающую среду в заданный период времени меньше предельно допустимых или находятся в пределах фона.

Если значения некоторых измерителей превышают нормативные, предельно допустимые или фоновые, то оценивается уровень экологической безопасности (опасности) автомобильной дороги с использованием критерия экологической безопасности, определяемого согласно ВСН 8-89 [2], по формуле

$$P = \frac{S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \ldots + S_n\alpha_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n}, \text{ балл} \qquad (1)$$

где α_1, α_2, …, α_n – коэффициенты весомости (значимости) i-го измерителя воздействия на окружающую среду на этапах жизненного цикла дороги;

S_1 , S_2 , …, S_n – значение степени соответствия отдельных измерителей воздействия на окружающую среду природоохранным или другим нормативным требованиям, балл.

Данный критерий может использоваться не только для оценки уровня экологической безопасности участка автомобильной дороги (за период жизненного цикла), но и для оценки целесообразности использования той или иной конструкции, технологической схемы или материала на отдельных этапах жизненного цикла дороги.

Значимость (весомость) основных измерителей воздействия автомобильной дороги на окружающую среду на разных этапах жизненного цикла дороги при оценке её уровня экологической безопасности устанавливается экспертным путем с учетом чувствительности отдельных компонентов окружающей среды к дорожно-транспортным воздействиям.

Значение степени соответствия отдельных измерителей воздействия на окружающую среду природоохранным требованиям (нормативам) S_1 в формуле 1 оценивается по 3-балльной шкале в зависимости от попадания конкретных (измеренных, расчетных или установленных иным путем) значений измерителей в заданные диапазоны значений.

Оценка «3 балла» присваивается, если значение i-го измерителя меньше нормативного или находится в пределах фона, или «лучше», чем у объекта, принятого за базу, т.е. полностью отвечает требованию экологической безопасности.

Оценка «2 балла» присваивается, если значение i-го измерителя равно или несколько больше нормативного или фонового (в пределах допустимой погрешности, когда не происходит необратимых изменений параметров окружающей среды, свойств экосистем на придорожной территории), или такое же, как у объекта, принятого за базу, т.е. отвечает (в пределах допуска) требованию экологической безопасности (не хуже базового).

Оценка «1 балл» присваивается, если значение i-го измерителя значительно превышает нормативное или фоновое, или «хуже», чем у объекта, принятого за базу, т.е. не отвечает требованию экологической безопасности. В этом случае могут произойти необратимые изменения параметров окружающей среды.

Если значения критерия экологической безопасности P более 2,5, то уровень экологической безопасности участка автомобильной дороги является достаточным и эксплуатация объекта разрешается без ограничений.

При P=1,51–2,5 уровень экологической безопасности участка автомобильной дороги недостаточен, но может быть восстановлен при сравнительно небольших затратах в короткие сроки. Эксплуатация участка дороги разрешается при осуществлении дополнительных природозащитных мероприятий по отдельным измерителям, получившим оценки «1 балл» и «2 балла».

При Р=1,0–1,5 уровень экологической безопасности автомобильной дороги является неудовлетворительным, т.е. дорога является экологически опасной. Эксплуатация участка автомобильной дороги разрешаются только при условии разработки и осуществления комплекса природозащитных мероприятий, обеспечивающих снижение воздействия дороги на окружающую среду до допустимых (нормативных или фоновых) значений.

При написании данной статьи были учтены последние научные взгляды, разработки, концепции в области обеспечения экологической безопасности.

Экологическая обстановка в городе Череповце довольно сложная. По данным из доклада « О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году», который подготовило министерство природных ресурсов и экологии, Череповец стал третьим городом в России по количеству выбросов в атмосферу. К числу основных источников загрязнения атмосферного воздуха относится автотранспорт.

В процессе эксплуатации автотранспорта в атмосферный воздух попадает большое количество загрязняющих веществ, содержащихся в отработавших газах, из которых наиболее канцерогенными являются оксид углерода, диоксиды азота и серы, сажа, альдегиды, соединения тяжелых металлов, углеводороды.

Количественная оценка экологической безопасности проводилась на участках автомобильных дорог в Индустриальном, Зашекснинском, Зареченском районах города Череповца.

Предметом исследования являются выбросы автотранспорта в Зашекснинском, Зареченском и Индустриальном районах г. Череповца. Используются результаты натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков, согласно [3], с подразделением по основным категориям автотранспортных средств: легковые; автофургоны и микроавтобусы до 3,5 тонн; грузовые от 3,5 до 12 тонн; грузовые свыше 12 тонн; автобусы свыше 3,5 тонн.

Научная новизна исследования определяется постановкой проблемы и комплексностью подхода к исследованию. Полученные результаты теоретического и прикладного характера имеют большое значение для решения ряда задач по улучшению экологической обстановки в городе Череповце.

Расчёты выбросов выполнены для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей: оксид углерода (CO); оксиды азота NOx (в пересчете на диоксид азота); углеводороды (CH); сажа; диоксид серы (SO_2); соединения свинца; формальдегид; бенз(а)пирен.

Рядом исследователей выявлена высокая корреляция между величиной транспортного потока и содержанием в воздухе пыли, органических веществ и тяжелых металлов [1].

Натурные обследования проводили в утреннее (08.00–12.00) и вечернее (16.00–19.00) время в течение 20 минут раз в час. Дополнительно определяли ряд параметров: ширина проезжей части, количество полос движения, про-

тяженность участка. После сбора данных проведен расчет выбросов движущегося автотранспорта. Все расчеты по трем участкам дорог заносили в сводную таблицу. Несмотря на разные районы города, средняя скорость автомобильного движения не превышает 30 км/ч. Такая скорость движения негативно влияет на величину токсичных выбросов. Минимальное выделение вредных веществ происходит у грузовых автомобилей при оптимальной скорости движения 50–60 км/ч, а легковых – примерно при 60 км/ч, т.е. когда наблюдается минимальный расход горючего. При реконструкции или ремонте данных участков средняя скорость автомобилей увеличится, а количество выбросов снизится.

В заключении следует сказать, что значимая роль в формировании экологической ситуации в городе Череповце принадлежит выбросам автотранспорта. После изучения теоретического материала, проведения натурных наблюдений и проделанных расчетов видно, что рассмотренные участки нуждаются в ремонте или реконструкции. В этом случае средняя скорость автомобилей достигнет оптимальной и количество опасных выбросов сократится.

1. Баринова, Л. Д., Забалканская, Л. Э. Пути снижения негативного воздействия транспортного комплекса на городскую среду // [Текст] – Транспорт: Наука. Техника. Управление. – 2012. – № 2. – С. 14–18.

2. ВСН 8-89 Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Кодекс». – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200006727

3. ГОСТ Р 56162-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов. [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Кодекс». – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200113823

4. Графкина, М. В. Экология и экологическая безопасность автомобиля: учебник / М. В. Графкина, В. А. Михайлов, К. С. Иванов. [Текст] – Москва : Форум, 2017. – 320 с.

БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ КВАРТАЛА В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

М.А. Козлова
Научный руководитель ***О.В. Пахнева,*** *ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Роли благоустройства и озеленения отводится большое внимание не только с экологической точки зрения, но и с эстетической и технической. Благоустройство населенных мест сильно влияет на жизнь человека и является одним из составляющих городской картины в целом.

Целью данной работы является осуществление проекта благоустройства квартала, расположенного на ул. Мишкольцской в южном жилом районе города Вологды, в характерном изгибе реки Шограш.

Квартал имеет 3 блокированных двухэтажных дома, с ориентированием главных фасадов на северо-запад. Такое расположение принято с учетом привязки к местности и требований инсоляции.

Территория квартала ограничена со всех сторон. С севера располагается проезжая часть ул. Мишкольцской, с юга, запада и юго-востока – река Шограш.

При благоустройстве территории данного проекта предполагается прокладка проездов на территории квартала и тротуаров для пешеходов, устройство площадок для отдыха населения, спортивных площадок, устройство хозяйственных площадок. Запроектирована парковка для жителей квартала. Сохраняются существующие взрослые деревья, планируется дополнительная посадка кустарников, деревьев, размещение цветников и газона.

Работы по благоустройству территории квартала выполняются в соответствии с [1].

Проект благоустройства территории включает в себя следующие задачи:

1) изучение теоретико-методологических основ благоустройства и озеленения;

2) изучение природно-климатических, почвенных, инсоляционных и водных условий и определение по ним соответствующего комплекса работ;

3) подбор ассортимента древесно-кустарниковой и клумбовой растительности для озеленения исследуемой территории;

На рисунке приведен план проекта благоустройства квартала с соблюдением требований по благоустройству и озеленению территорий.

Рассмотрим более детально такие работы, как:

– устройство пешеходно-транспортных путей;
– обустройство площадок;
– озеленение территории.

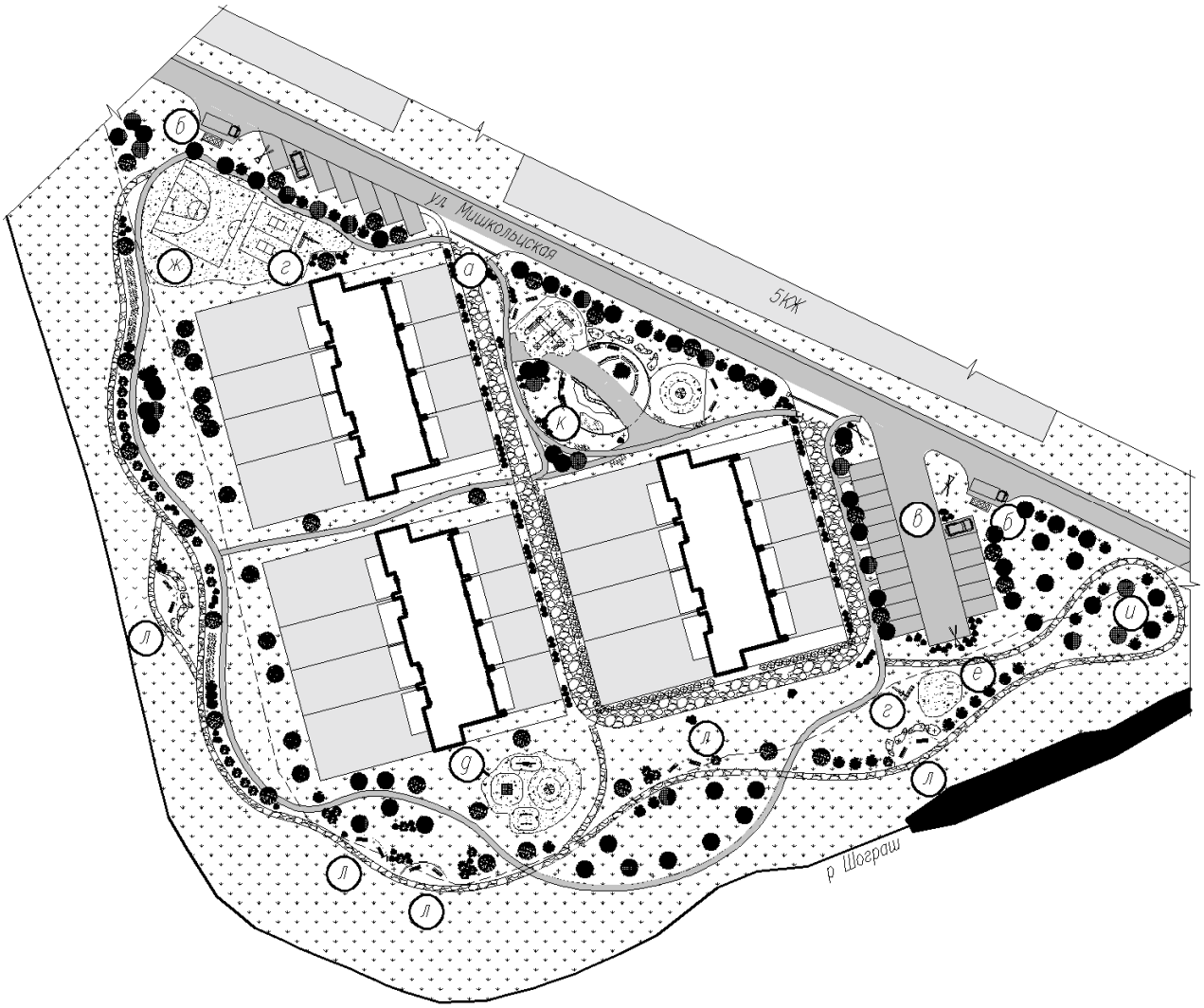


Рис. 1. План проекта благоустройства квартала:
а) пожарный проезд; б) площадка мусоросборников; в) автопарковка;
г) велопарковка; д) детская площадка; е) спортивная площадка;
ж) игровая площадка; и) зона для выгула собак; к) сквер; л) зона для отдыха

В квартале предусмотрен пожарный проезд (рис.), совмещенный с пешеходной зоной, шириной дороги 3,5 м с брусчатым покрытием. Ограничение доступа автотранспорта выполняется за счет установки шлагбаумов. Площадки мусоросборников (рис.) располагаются в двух местах квартала, поскольку необходимый радиус доступности не позволяет устройство их в одном месте, так как доступ к мусоросборникам от дальнего дома квартала будет превышать 100 м. Расположены мусоросборники вблизи основного проезда и у парковки, с проектированием дополнительных подъездов к ним. В качестве покрытия площадок предусмотрен однослойный асфальтобетон.

Тротуары, располагающиеся вдоль основной дороги к кварталу шириной 1,5 м, находятся со стороны существующей застройки. В квартале запроектированы дорожки, их ширина 1,5 м, расположенные между площадками отдыха и в предполагаемых транзитных путях населения квартала. Материал дорожек – естественный камень.

Площадки для отдыха располагаются в зоне квартала, равноудаленной от каждого из домов квартала. Покрытие площадок – плиточный бой.

Проектом благоустройства предусмотрены такие площадки, как (рис.):

– детская площадка;

– спортивная площадка;

– игровая площадка;

– зона для выгула собак;

– сквер;

– зона для отдыха.

Малые архитектурные формы выполняют как декоративные функции, так и используются утилитарно.

На площадках для отдыха в квартале расположены скамьи со спинками, рядом с которыми имеются металлические урны для мусора.

Территория квартала оснащена уличными фонарями высотой 6 м. Расположены они по основной дороге квартала, на автопарковке (рис.), на площадках для отдыха и у каждого дома квартала, с целью освещения в ночное и вечернее время суток.

На территории квартала также расположены велопарковки (рис.) с навесом.

Озеленение является важным в санитарно-гигиеническом, художественном и противопожарном отношении.

Функции озеленения:

– насыщает окружающую среду кислородом;

– защищает от ветра;

– озеленение территории является естественным фильтром, так как предохраняют территорию от пыли, шума и вредных газов;

– защищает от прямых солнечных лучей;

– регулирует пешеходные потоки.

Зеленые насаждения, представленные в данном проекте:

– кустарники (шиповник, сирень обыкновенная, роза колючейшая, дерен, японская спирея, боярышник полумягкий, смородина золотистая);

– деревья (существующая посадка: тополь, сосна обыкновенная; новая посадка: рябина обыкновенная, береза бородавчатая, сосна обыкновенная);

– многолетние растения, оформленные в цветниках;

– газон.

В проекте применяются такие посадки зеленых насаждений, как одиночная, рядовая и групповая.

Сирень, среди выбранных кустарников, самая высокая, её посадка предусматривается в местах отдыха и вдоль тротуаров у домов квартала. Также она предусматривается в зоне автопарковки. Используется сирень разных цветов для возможности комбинирования их и создания большей выразительности квартала в весеннее время.

Боярышник полумягкий используется в качестве декорирования площадок. Используется в одиночных посадках.

Роза колючейшая посажена с целью ограждения необходимых для этого мест. В качестве примера: защита газона от вытаптывания.

Японская спирея является кустарником, обладающим хорошей способностью переносить стрижку, а также она стабильно декоративна.

Сохранены существующие многолетние тополя белые, которые обладают ионизирующими свойствами.

Все применяемые деревья обладают хорошими пылезащитным свойствами.

Цветники занимают небольшую территорию, в посадке использованы многолетники, так как из них можно выполнить группы всезонного цветения и не требуется ежегодная замена цветочного материала. Цветники высажены вдоль главного фасада здания. По всей территории квартала высажен газон.

Таким образом, с ростом городов и повышением технологического уровня промышленности все более острой становится проблема благоустройства и озеленения городских территорий. Эта проблема требует тщательно взвешенных управленческих решений и создания грамотного проекта благоустройства. Также стоит отметить, что современное благоустройство и озеленение охватывает широкий круг социально-экономических, санитарно-гигиенических, инженерных и архитектурных вопросов, направленных на улучшение благосостояния региона. Городское благоустройство – это, прежде всего, работы, которые направлены на то, чтобы жителям было удобно и комфортно в своем городе, в своем доме.

1. СП 82.13330.2012. Свод правил. Благоустройство территорий: актуализированная редакция СНиП III.10.75: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минрегион России) 16.12.2016. – Введ. 17.06.2017 – Москва : Национальные стандарты, 2016. – 18 с.

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАРКОВ НА ПРИМЕРЕ ПАРКА ВАХРУШОВА В ГОРОДЕ ТОТЬМЕ

К.М. Кузин

Научный руководитель ***О.В. Пахнева****, ст. преподаватель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном мире для большинства людей город обрёл статус окружающей среды, горожане настолько привыкли к этому, что постепенно стали забывать об истинной, неподдельной связи человека с природой. Может показаться, что в таком «бешеном» ритме жизни, который поглотил все населённые пункты от мегаполиса до маленького городка, стало совсем некогда и не-

зачем взаимодействовать с естественной средой. Но даже в таком круговороте человеку требуется наличие зоны для тихого отдыха, встреч, прогулок, занятия спортом. Именно в парковых зонах должна быть создана оптимальная по своим характеристикам среда. На их территории люди могут проводить свободное время, отдыхать от городской суеты и просто наслаждаться природой. Для того чтобы подобные места были оживлёнными и жизнеспособными, они должны отвечать многим критериям (например: наполнение, пешеходная доступность, дизайн, комфорт, безопасность и др.).

Актуальность создания в городе общественных парковых пространств не должна сводиться только к благоустройству. Необходимо всесторонне исследование территории и жизни ее посетителей.

Цель работы: выделить особенности реконструкции парков на примере парка им. Ф.М. Вахрушова.

В самом начале работы был проведён тщательный анализ территории парка, который включает:

- изучение положения в планировочной структуре г. Тотьмы;
- анализ социальной активности населения: изучение реакционной нагрузки, проведение анкетирования;
- анализ транзитных путей, пролегающих через парк;
- анализ инфраструктуры парка;
- анализ зелёных насаждений.

При разработке проекта необходимо учесть, что парк – это место пересечения самых разных групп горожан, каждая из которых имеет уникальный запрос и стремится получить от своего пребывания там конкретные впечатления. Основой парков являются сами посетители, они должны определять его многофункциональную наполненность.

На основании результатов исследования были поставлены задачи по разработке проектных предложений в парке им. Ф.М. Вахрушова.

Первая задача: рационально разместить функциональные зоны и площадки на территории парка. Выделяем три зоны активности человека в парке: индивидуальный контакт с природой, массовые мероприятия и физическая активность. При любой реконструкции они должны быть не только сохранены, но и получить своё развитие, направленное на повышение посещаемости зелёных зон:

1. Индивидуальный контакт с природой предполагает использование прогулочной зоны и зоны отдыха.

2. Места для массовых мероприятий запроектированы на месте существующей детской площадки и бетонной плиты.

3. Зона физической активности – спортивная зона, которая уже существует рядом с входом со стороны улицы Володарского, и территория около неё.

Вторая задача: наладить дорожно-тропиночную сеть, которая будет связывать функциональные зоны парка, а также являться транзитным путём через его территорию.

Третья задача: наполнить парк малыми архитектурными формами, добавить искусственного освещения и разнообразить зону зелёных насаждений.

Парк им. Ф.М. Вахрушова, площадью 0,67 га, находится в южной части города, недалеко от исторического центра. Ограничен улицами Володарского, Ворошилова и Садовой. На территории парка в настоящее время находятся следующие элементы: памятник Ф.М. Вахрушову, детский игровой комплекс, уличный спортивный комплекс, бетонная площадка, оставшаяся от бывшей танцплощадки. Территория хорошо озеленена, имеет удобную транспортную и пешеходную доступность. Вокруг территории парка имеется достаточно плотное инфраструктурное наполнение, способствующее высокой посещаемости парка.

Существующая схема парка приведена на рисунке.

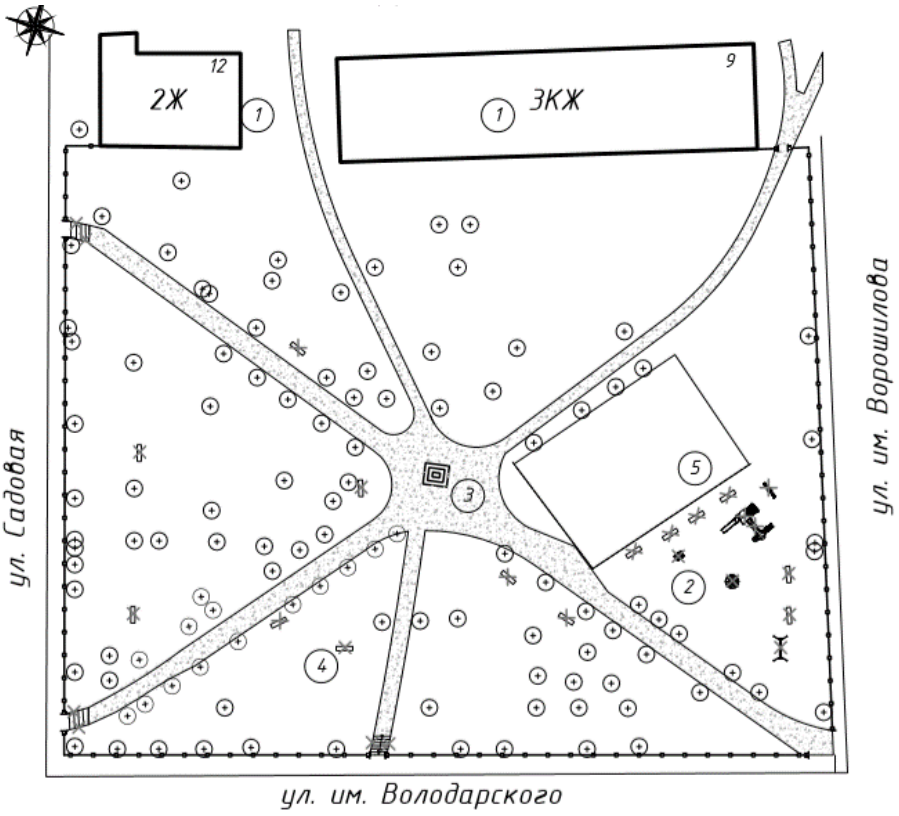


Рис. 1. Существующая схема парка

По своему существующему использованию парк им. Ф.М. Вахрушова можно назвать транзитной территорией, так как по итогам опроса населения было выяснено, что 45 % используют его как транзит для сокращения пути. Таковые территории требуют минимального благоустройства, но они должны быть комфортными и удобными для всех социальных групп, чтобы парк оставался жизнеспособным [1].

Исходя из, этого были разработаны конкретные мероприятия по благоустройству парковой территории.

Прогулочная зона предполагает устройство скамеек, а со стороны самой солнечной части парка рекомендуется установить одиночные кресла и шезлонги. На основе старой бетонной площадки будет смонтирован детский городок, выполненный из дерева по индивидуальному проекту. У входа в парк со стороны пересечения улиц Володарского и Ворошилова размещена зона для проведения массовых мероприятий. К спортивному городку добавятся новые комплекты тренажёров, в том числе ориентированные на маломобильные группы населения.

Дорожно-тропиночная сеть будет выполнена по существующим аллеям и дорожкам, по явно протоптанным направлениям проектом предусмотрена укладка покрытий из щебёночного отсева, который является хорошим дренирующим покрытием, сравнительно недорогим и вместе с тем эстетически поддерживающим внешний вид парка [2].

Важно отметить, что необходимо сохранить существующие зелёные насаждения как ценный участок зеленого каркаса города. Отмечено, что по всей площади парка не требуются дополнительные мероприятия по водопонижению, поскольку растения эффективно производят естественный дренаж на территории парка. Для создания образа всесезонного парка необходимо произвести посадку вечнозелёных растений. Также подобран ассортимент цветущих декоративных кустарников в местах длительного пребывания людей [3].

Для обеспечения нормальной видимости было принято решение использовать воздушный способ прокладки наружного освещения, состоящий из гирлянд освещения.

После воплощения в жизнь этих решений надеемся, что горожане получат уникальный в своём роде парк. Там для каждого найдётся занятие, каждому будет что-то по душе, потому что основа парка – это сами люди, они определили его функционал. На основе их мнений и пожеланий территория структурирована, наполнена различными объектами и всё для того, чтобы позволить людям свободно контактировать с природой.

1. Проектирование парков [Текст]: методические рекомендации, подготовленные к семинару по развитию общественных пространств. – Татарстан : 2015. – 64 с.

2. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*[Текст]. – Москва : Стандратинформ, 2017. – 133 с.

3. Горбачев, В. Н. Архитектурно-художественные компоненты озеленения городов [Текст] : учебное пособие для худож.-пром. вузов и архит.фак. / В.Н. Горбачев. – Москва : Высшая школа, 1983. – 207 с.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ЗДАНИЙ-ПАМЯТНИКОВ К СОВРЕМЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ С УЧЕТОМ ПРЕДМЕТА ОХРАНЫ

И.А. Лепихова
Научный руководитель ***И.В. Матвеева,*** *канд. техн. наук, доцент*
Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов

В современном мире множество зданий являются объектами культурного наследия ОКН, но в большинстве своем никак не используются. В результате ненадлежащей эксплуатации здания разрушаются под воздействием окружающей среды, подвергаются воздействию огня, ветшают и постепенно исчезают с лица земли. Значение ОКН очень велико как для общества в целом, так и для каждого человека в отдельности, их сохранение и приумножение – важная задача каждого поколения. Объекты культурного наследия являются важной составляющей культуры, которая помогает усвоить опыт мировой истории. Поэтому для сохранения исторического образа города в целом нужно включить здания-памятники в жизнь современного общества, а именно предложить новый способ их использования.

Способ приспособления здания зависит в первую очередь от первоначального типа здания, его планировки и месторасположения здания в городе, так как от этого зависит его художественное восприятие. Ю.М. Бердюгина, рассматривая критерии приспособления объектов культурного наследия, выделяет три вида работ по приспособлению зданий для современного использования: консервацию, ремонт и реставрацию [1]. Однако это разграничение является формальным, так как отнесение объекта культурного наследия к какой-либо категории происходит по преобладающему характеру работ. Основная цель проведения работ на объекте культурного наследия – это его сохранение без изменения присущих только ему особенностей, составляющих предмет охраны. Таким образом, для дальнейшего использования и сохранения здания необходимо выявить его предмет охраны и, зная его, при приспособлении выбирать способ и метод реставрации и характер приспособления.

Для выбора правильного подхода к приспособлению здания необходимо правильное понимание отличий объекта культурного наследия от памятника архитектуры. Исходя из положений ст. 3 Федерального закона от 25.06.2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) относятся объекты недвижимого имущества (включая объекты археологического наследия) и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, объектами науки и техники и иными предметами материальной культуры, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры и являющиеся свидетель-

ством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры. В то же время памятником архитектуры является недвижимый (фрагменты интерьера и экстерьера архитектурных сооружений) примечательный объект материального и духовного творчества, который имеет национальное или международное значение, но в настоящее время в действующем российском законодательстве определение «памятник архитектуры» не используется. Как уже было сказано ранее, к объектам культурного наследия относятся объекты недвижимого имущества, обладающие определенными законом характеристиками:

1) являются объектами недвижимого имущества. Согласно п. 1 ст. 130 Гражданского кодекса Российской Федерации (Часть первая) от 30.11.1994 г. № 51-ФЗ к недвижимым вещам (недвижимому имуществу, недвижимости) относятся, в частности, все, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе здания, сооружения, объекты незавершенного строительства;

2) становятся памятниками истории и культуры только при наличии связанных с ними произведений живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства; объектов науки и техники; иных предметов материальной культуры, представляющих собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры;

3) создание указанных объектов в результате каких-либо исторических событий.

Только при наличии вышеперечисленных факторов можно говорить о том, что тот или иной объект недвижимости представляет собой ОКН (в частности, памятник архитектуры).

Согласно сведениям из единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на сегодняшний день в нашей стране имеется 144 425 ОКН, из которых 524 располагаются на территории Тамбовской области. В городе Тамбове находятся 127 ОКН, одним из которых является здание Гостиного двора, имеющее важное градообразующее, архитектурное и историческое значение.

Гостиный двор построен на одной из центральных улиц города – Советской (ранее Дворцовой) в исторической части г. Тамбова, обособлен от других зданий. Здание Гостиного двора относится к объектам культурного наследия федерального значения. К настоящему моменту здание в целом имеет достаточно хорошую сохранность в связи с тем, что в течение всего двухсотлетнего периода эксплуатации использовалось в качестве объекта торгового назначения. В конце шестидесятых годов прошлого столетия здание претерпело значительную реконструкцию, в результате которой были утрачены перекрытия между первым и вторым этажом, открытая галерея в уровне 2 этажа по главному фасаду, со стороны дворового фасада на все его протяжении появилась двухэтажная пристройка в каркасно-панельном исполнении. Внешний вид исторической части здания позволяет говорить о том, что к настоящему моменту

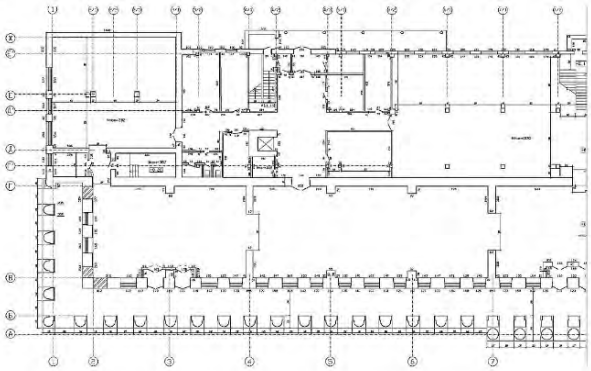
здание сохранило достаточно крупный масштаб в среде окружающей застройки, а также градостроительную роль одного из главных объектов исторического центра Тамбова.

До начала XXI в. Гостиный двор активно использовался как торговое предприятие, в нем размещался центральный универмаг г. Тамбова. В данный момент здание находится в запустении. Главная причина – несоответствие его функциональных качеств требованиям современных потребителей торговых услуг. В настоящее время в центральной части города, в непосредственной близости от Гостиного двора, построено и продолжает возводиться множество современных торговых центров, именно туда перенесены торговля и развлекательные заведения. В данный момент перед городом стоит задача в сохранении здания Гостиного двора, являющимся важным градообразующим и архитектурным объектом. Для этого необходимо определить такое функциональное назначение здания, которое позволит продлить его жизнь и эксплуатационный срок.

Обязательным условием приспособления ОКН должна быть недопустимость повреждения предмета его охраны. Необходимо обеспечить сохранение условий восприятия памятника, не допуская не только искажения его внешнего вида, но и искажения его внутреннего пространства [2].

а

б



в

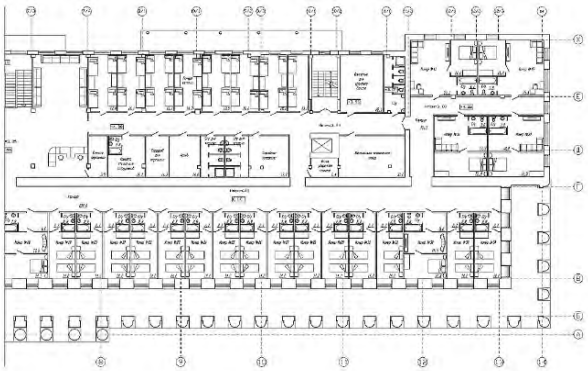


Рис. 1. а – главный фасад Гостиного двора (современное состояние);
б – фрагмент плана 1-го этажа (современное состояние);
в – вариант приспособления здания (фрагмент плана)

Приспособление ОКН предполагает не только сохранение памятника и его элементов, составляющих предмет охраны, но и внесение дополнений, не искажающих, а местами дополняющих облик памятника. Предметом охраны здания Гостиного двора в Тамбове является: архитектурно-ландшафтная композиция здания, возведённого в начале XIX века в стиле классицизма, объёмно-пространственная композиция здания, архитектурно-художественное оформление фасадов здания, а также внутренняя планировка здания. Учитывая предмет охраны, можно предложить два варианта приспособления: с полным сохранением существующей на данный момент планировки и с частичным дополнением ранее утраченными конструктивными элементами.

Одним из вариантов нового приспособления может быть здание, совмещающее в себе различные функции: гостиницу или хостел на втором этаже и предприятия питания и торговли в нижнем ярусе здания. Выгодное расположение и отсутствие в непосредственной близости зданий с подобным функциональным назначением позволит максимально эффективно использовать площадь здания и земельный участок, а также представляет удобство для потребителей и посетителей Гостиного двора. Для приспособления под задуманную функцию необходимо будет восстановить перекрытия между первым и вторым этажом, оборудовать здание необходимыми инженерными системами, обеспечивающим комфортные условия пребывания. Таким образом, чтобы приспособить под задуманную функцию необходимо будет совместить несколько видов работ, а именно ремонт и реставрацию ОКН.

Другим вариантом нового приспособления может быть выставочный зал для постоянно действующей аграрно-промышленной выставки Тамбовской области, а также других подобных мероприятий. Данный вариант приспособления позволит использовать внутреннюю планировку части здания, возведённого в начале XIX века, без внесения дополнений, сохраняя все особенности памятника в первоначальном виде, в пристроенной ранее каркасно-панельной части возможно размещение офисного пространства.

Таким образом, при определении способа приспособления ОКН необходимо выбирать такие виды работ, которые не изменят его особенностей, составляющих предмет охраны, при этом наделят его практической функцией, создадут условия для их нормальной эксплуатации и сохранения.

1. Бердюгина, Ю. М. Критерии приспособления объекта культурного наследия для современного использования / Ю. М. Бердюгина // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2018. – №1. – С. 47–51.

2. Подъяпольский, С. С. Реставрация памятников архитектуры: учебное пособие для вузов / С. С. Подъяпольский, Г. Б. Бессонов, Л. А. Беляев, Т. М. Постникова: под общей редакцией С. С. Подъяпольского.– Москва : Стройиздат, 2000. – С. 288.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕКРЕСТНО-СКЛЕЕННОЙ ПЛИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.Г. Маклаков
Научный руководитель ***Л.Э. Шашкова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Цель работы – рассмотреть звуко-, теплоизоляционные свойства перекрестно-склеенной плиты и провести сравнение с другими деревянными системами, материалами и конструкциями.

Задачи:

1. Разобрать плюсы и минусы перекрестно-склеенной плиты (ПСП).
2. Выявить теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства ПСП.
3. Проанализировать сводные данные по экономической части с аналогами.

Перекрестно-склеенная плита – это уникальный строительный материал, не имеющий аналогов среди материалов, производимых в России. ПСП – это массивная, несущая древесная плита из склеенных уложенных крест-накрест слоев, идеально подходит для воплощения любых конструкционных требований благодаря широкой вариации форм и превосходным физическим свойствам.

Перекрестно-склеенная плита обладает рядом достоинств перед аналогичными технологиями строительства:

- абсолютная натуральность и использование только хвойных пород в составе;
- малый процент усадки, малая промерзаемость и продуваемость стен и конструктивных узлов;
- различные способы комбинирования отделки внутренних, а также наружных стен без производства подготовительных работ;
- возможность строительства домов до 8 этажей (за границей пользуется спросом строительство более 8 этажей по данной технологии);
- высокая огнестойкость;
- малая проблемность при реализации любого архитектурного стиля;
- разводка сетей и отделка выполняется на заводе по желанию заказчика с помощью высокоточных станков ЧПУ;
- абсолютная экологичность, даже в клеевых системах;
- высокое сопротивление сейсмическим явлениям;
- низкая теплопроводность (0,13 Вт/мК) и высокая удельная теплоемкость (2,10 кДж/кг);
- высокий показатель звукоизоляции по сравнению с аналогами;
- возможность выбора заказчиком финального вида отделки плит;

- точность размеров и статическая прочность плит за счет перекрестного сечения;
- сокращение времени и трудозатрат на возведение конструкции за счет возможности создания больших размеров у плиты, а также отсутствия необходимости в отделке.

Недостатки:

- по сравнению с другими строительными материалами, стоимость ПСП панелей значительно выше;
- дополнительное утепление строения будет необходимо, особенно в регионах с суровым климатом.

Достаточно большие габариты перекрестно-склеенной плиты являются как минусом, так и плюсом данной продукции. С одной стороны, нам необходимо арендовать кран для совершения монтажных работ, с другой стороны, добиться быстроты возведения. Отлаженный монтаж позволяет сократить сроки возведения, уменьшить затраты на оплату рабочей силы. Быстрота монтажа достигается путем точной подготовки каждого элемента в заводских условиях, а также все крепёжные элементы заранее произведены с соответствием всем размерам.

Перекрестно склеенная плита производится из пиломатериалов хвойных пород: ель, сосна российского происхождения и сибирская лиственница. Хотя возможны и различные вариации по послойному применению древесины.

Плита ПСП имеет лучший коэффициент теплопроводности (0,085–0,13 λ, Вт/(м·°С)) из всех применяемых сегодня конструкционных материалов. Также материал имеет высокую удельную теплоемкость (2,10 кДж/кг).

Звук распространяется по направлению волокон. Длинные волны успешно огибают препятствия и на коротких расстояниях хорошо распространяют звук. Так и в массивном бревне, и в клееном брусе звук распространяется по аналогии, поэтому, несмотря на великолепные свойства древесины, как материала, вопрос звукоизоляции для деревянных домов стоял всегда. В плите ПСП каждый следующий слой досок располагается перпендикулярно предыдущему, тем самым останавливает, ослабляет и изменяет направление движения звука, улучшая звукоизолирующие свойства древесины на порядок.

Таблица 1

Сравнительный характеристики древесных материалов [1]

Материал	Плотность, кг/м	Теплопроводность, Вт/Мк	Е0 , МПа	R_c^0, МПа	R_p^0, МПа	R_u^0, МПа
Цельная древесина	500	0,15	10000	14–16	10	14–16
LVL	550	0,1	12000	21	20,5	26
ПСП	480	0,13	11000	21	14	24

Сводные данные по экономической части с аналогами приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Сравнение стоимости м^2 по полу

Строительная система	Стоимость м2 по полу
Каркасная система	20 566 рублей
Рубленный дом	30 903 рубля
Клееный брус	28 847 рублей
Перекрестно склеенная плита	27 346 рублей

Таблица 3

Расчет себестоимости ПСП
(100 м^3 производится за неделю)

Наименование затрат, включаемых в себистоимость	Стоимость, руб.
Сырье, материалы для производства ПСП: - доски - клей ЭВА - клей PVAC	 762 300 4 011 201
Затраты на оплату труда (включая НДФЛ - 13% и страховые отчисления - 30%; 5 чел. х 15000 руб./ 4 недели х 1,43)	26 813
Амортизация основных средств: - основного оборудования (24,5 млн. руб. / 15 лет / 52 недели) - инструмента	 31 410 573
Расходы на электроэнергию	68
Итого	825 376
Прочие расходы (5%)	41 269
Всего	866 645

Таким образом, применение перекрестно-склеенных плит является очень важной и малоисследованной темой в строительстве, согласно экономическим показателям, а также большому количеству достоинств данных плит и малым кругом недостатков, считаю необходимым усиленное изучение данной технологии.

1. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80.

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

Е.В. Назарова
Научный руководитель ***И.В. Матвеева****, канд. техн. наук, доцент*
Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов

В настоящее время главной проблемой для городского жилищно-коммунального хозяйства РФ является проблема энергосбережения.

Согласно данным Росстата [1], среди многоквартирных домов по общей площади жилых помещений преобладают здания, построенные из кирпича (38 %), второе место занимают крупнопанельные здания (25 %).

Жилой фонд в Тамбове составляет 1962 домов, общей площадью более 5,6 млн м^2. Анализ данных Управления топливно-энергетического комплекса и ЖКХ на 2018 год по г. Тамбову [2] показал, что наибольший интерес с точки зрения капитального ремонта представляют жилые здания индустриального периода постройки со сроком службы более 30 лет. Значительную долю таких зданий составляют панельные здания (12,9 %). Остаточный срок службы таких зданий составляет 50–75 лет. При этом все они были построены по старым теплотехническим нормам и, следовательно, их конструкции имеют недостаточную тепловую защиту.

Учитывая эти факторы, возникает необходимость проведения работ по капитальному ремонту жилых крупнопанельных зданий индустриального периода строительства с одновременным повышением их тепловой защиты и энергетической эффективности.

Среди типовых серий массового строительства, применяемых в городе Тамбове, наиболее распространена серия 1-464 в панельном исполнении.

В основу конструктивного решения зданий типовой серии 1-464, построенных в Тамбове, положена перекрестно-стеновая система с малым шагом поперечных стен (2,6 и 3,2 м), с опиранием панелей перекрытий сплошного сечения толщиной 100 мм по контуру. Наружные стены выполнены из однослойных керамзитобетонных панелей толщиной 300 мм, внутренние несущие стены – из железобетонных панелей толщиной 120 мм. Конструктивное решение крыши выполнялось в двух вариантах: совмещенная невентилируемая и совмещенная вентилируемая с рулонной мягкой кровлей.

Согласно современным теплотехническим нормам, ограждающие конструкции подобных зданий имеют недостаточный уровень тепловой защиты, что в целом неблагоприятно сказывается на микроклимате внутренних помещений и состоянии ограждающих конструкций. Кроме того, основным дефектом, проявляющимся при эксплуатации панельных зданий, является разрушение межпанельных швов, в результате чего возрастает воздухопроницаемость наружных стен. Для решения подобных проблем существуют различные спо-

собы повышения энергоэффективности наружных стеновых ограждающих конструкций.

Рассмотрим способы утепления пятиэтажных панельных многоквартирных домов первых массовых серий, а именно типовой серии 1-464, на основе действующих технических решений утепления наружных ограждений домов первых массовых серий [3].

В настоящее время существует два способа устройства дополнительной теплоизоляция наружных стен: с наружной и внутренней стороны стены.

Состав работ по внутреннему утеплению включает в себя монтаж утеплителя на стену одновременно с фиксацией тарельчатыми дюбелями и клеевыми составами. За утеплителем идет пароизоляционная пленка. Завершает процесс обшивка гипсокартоном. Теплоизоляцию размещают изнутри в нескольких случаях: если к наружной поверхности затруднен доступ или необходимо сохранить внешний облик здания, а также если есть необходимость наблюдения за появлением и развитием различных наружных деформаций.

Наружную теплоизоляцию, применяемую в настоящее время, можно разделить на две основные группы. К первой группе относится система фасадных конструкций из теплоизоляционных материалов на основе устройства наружных штукатурных слоев («мокрая штукатурка»). Состав работ включает в себя прикрепление утеплителя к поверхности стены клеем и дюбелями и нанесение на него защитно-отделочного покрытия из полимерного или полимерцементного состава, армированного одним или двумя слоями стеклосетки. У систем этой группы передача нагрузки от атмосферных воздействий и от веса защитно-отделочного покрытия на стену осуществляется через утеплитель. Ко второй группе относится система утепления с устройством защитных слоев на относе («вентилируемый фасад»). Она предусматривает использование облицовочных элементов, которые крепятся к крепежному каркасу из специальных прокатных профилей. При такой конструкции между теплоизоляцией и защитным слоем образуется воздушный зазор, вентилируемый наружным воздухом.

Для оценки эффективности применения различных способов повышения теплозащиты наружных стен панельных зданий серии 1-464 был выполнен расчет температурных полей наружных стеновых ограждающих конструкций с помощью программы «Расчет двухмерных температурных полей элементов оболочки зданий», разработанной в Тамбовском государственном техническом университете [4].

Расчет температурных полей в программе производился при следующих параметрах:

- район строительства – г. Тамбов;
- расчетная температура наружного воздуха (температура наиболее холодной пятидневки) минус 28 °С, относительная влажность наружного воздуха 80 %;

– температура внутреннего воздуха плюс 20 °С, относительная влажность внутреннего воздуха 55 %;

– температура точки росы плюс 10,7 °С.

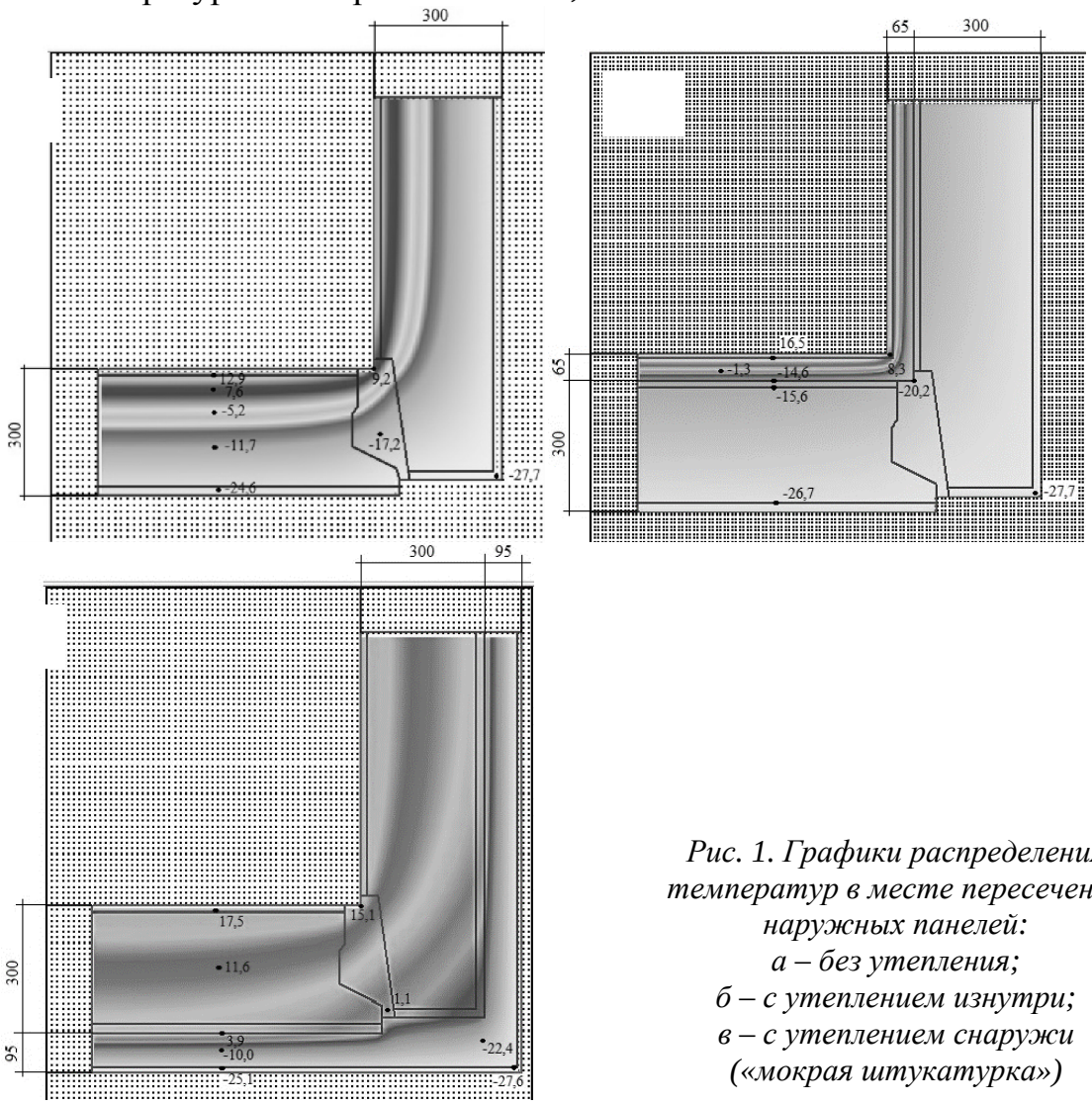


Рис. 1. Графики распределения температур в месте пересечения наружных панелей:
а – без утепления;
б – с утеплением изнутри;
в – с утеплением снаружи («мокрая штукатурка»)

В качестве расчетного узла был выбран узел углового пересечения наружных стеновых панелей.

В связи с тем, что система типа «вентилируемый фасад» имеет значительный вес и крепления элементов подсистемы могут нарушить целостность арматурного каркаса панелей, этот вид наружного утепления не рассматривается. При расчете температурных полей здания с учетом повышения тепловой защиты с использованием «мокрого» способа утепления температурные включения в виде тарельчатых дюбелей-«зонтиков» не учитываются. В качестве утепляющего слоя в случае утепления изнутри принимался экструдированный пенополистирол плотностью 35 кг/м^3 толщиной 50 мм. При размещении утеплителя снаружи использовалась минераловатная плита из каменного волокна плотностью 100 кг/м^3 толщиной 80 мм. Результаты расчета температурных полей приведены на графиках (рис.).

При размещении утеплителя внутри помещения (рис. б) температура внутренней поверхности наружной стены существенно повышается (на 3–4 °С по сравнению с неутепленной конструкцией (рис. а)). Резкое повышение температуры в утеплителе подтверждает тот факт, что плоскость возможной конденсации влаги смещается в утеплитель, вероятность выпадения конденсата в углах возрастает. На графике видно, что температура в углу ниже температуры точки росы на 1,5 °С. Таким образом, подобный способ повышения тепловой защиты наружных стен допустим только в случае необходимости утепления отдельных помещений и при условии увеличения толщины утепления в месте пересечения наружных стен.

Наибольший эффект утепления дает наружное утепление по системе «мокрая штукатурка» (рис. в). Температура внутренней поверхности значительно выше температуры точки росы (на 6,8 °С), наблюдается более однородное распределение температур в толще конструкции, в том числе и на угловом участке. Таким образом, выполнение работ по повышению тепловой защиты наружных панельных стен привело к повышению температуры их поверхности в среднем на 3–5 °С, то есть проведенные работы по утеплению являются эффективным способом тепловой защиты здания в целом.

В данной статье рассмотрен только один вариант образования «мостиков холода» в панельных зданиях. Сложными узлами с точки зрения устройства теплоизоляции являются также места сопряжения наружных стен с внутренними железобетонными панелями, места опирания ж/б плит перекрытия и плит балконов на наружные стены и т.п. Поэтому для исключения возможности образования конденсата на поверхностях стен, ухудшения санитарно-гигиенических условий необходимо тщательно проектировать конструкции для повышения тепловой защиты с использованием метода расчета температурных полей в зонах теплопроводных включений.

Работы по наружному утеплению необходимо проводить совместно с ремонтом межпанельных швов для исключения повышенной воздухопроницаемости, а также с установкой оборудования автоматизированного управления системой отопления здания. В этом случае будет достигнут максимальный эффект энергосбережения.

1. Жилищное хозяйство в России. 2016: Стат. сб./ Росстат. – 2016. – 63 с.

2. Программа капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Тамбова и Тамбовской области, на период 2014-2043 гг. № 1359: программа – Утв. 2013-25-11. – 38 с.

3. Технические решения утепления наружных ограждений домов первых массовых серий : альбом. – Москва : Госстроя России , 1998. – 162 с.

4. Антонов, А. И. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Расчет двухмерных температурных полей элементов оболочки зданий / А. И. Антонов, А. М. Макаров. – 2015617424; заявлено 25.05.2015; опубл. 09.07.2015. – 1 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕКРЁСТКА УЛИЧНОЙ ДОРОЖНОЙ СЕТИ Г. ВОЛОГДЫ

Ю.Л. Рогозина
Научный руководитель ***С.А. Мясникова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одна из актуальных проблем городского строительства – развитие качеств городской среды. Эти качества включают в себя обеспеченность социальными объектами и транспортную доступность. В условиях существующей городской застройки для решения этой проблемы необходимо усовершенствование уличной дорожной сети.

Основной задачей исследовательской работы является анализ уличной дорожной сети г. Вологды на отдельном перекрёстке и близлежащих к нему улицах.

Целью работы является выделение направлений развития транспортной инфраструктуры и организации транспортного обслуживания населения, обеспечение безопасности пешеходов и автомобилистов.

Для исследования выбрано нерегулируемое пересечение (ул. Герцена – съезд на ул. Козлёнскую г. Вологды), представленное на рисунке 1.

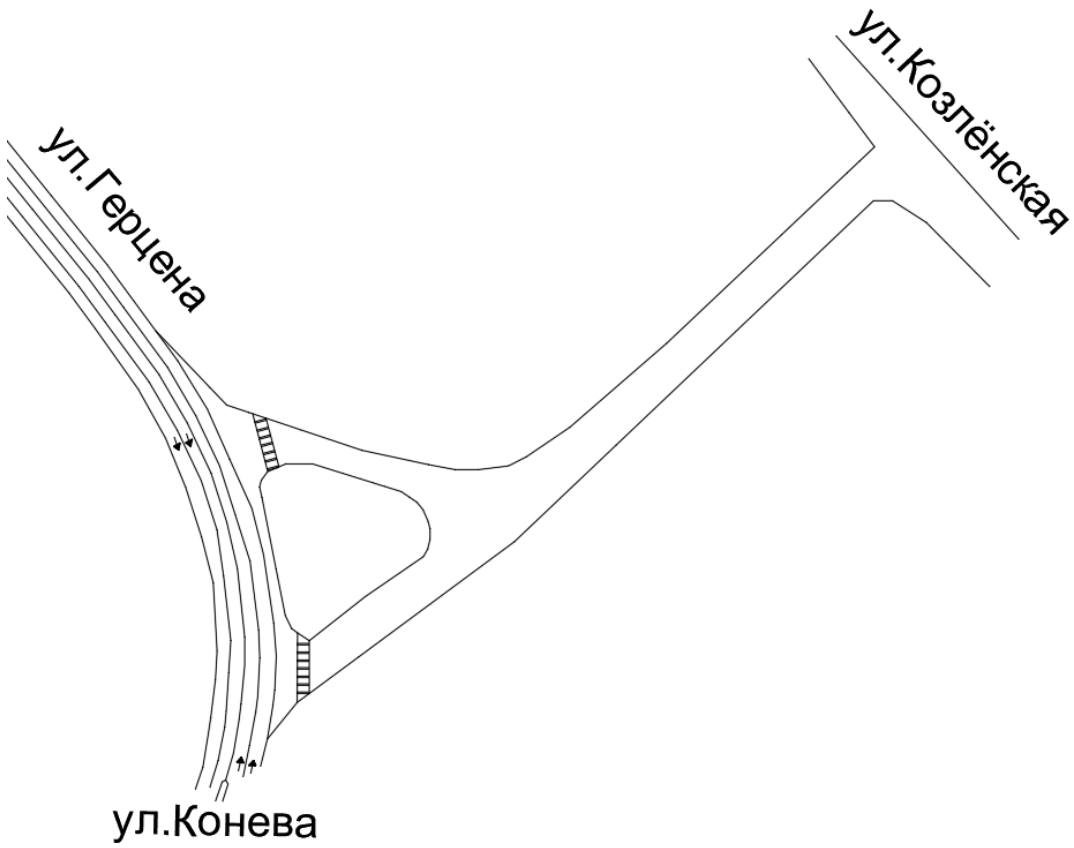


Рис. 1. Схема пересечения

Первоначально была определена приведённая к легковому автомобилю интенсивность движения на перекрёстках улиц: Конева – Можайского, Козлёнская – Левичева, Герцена – Левичева, Герцена – Рабочая.

На основе проведённого исследования и анализа условий движения на пересечении ул. Герцена – съезд на ул. Козлёнскую получены следующие результаты:

1. С улицы Конева в сторону центра движутся 863 авт./час. Из них 46 % сразу же сворачивают на право в сторону ул. Козлёнской. При двухполосном движении возникает затор в правой полосе из-за большого количества поворачивающих автомобилей и наличия на повороте нерегулируемого пешеходного перехода.

2. Из центра по ул. Герцена при подъезде к рассматриваемому перекрёсту движутся 1938 авт./час. В составе этого потока находятся 615 авт./час, которые повернули на ул. Герцена с ул. Левичева. Из данных 615 автомобилей 13 % – это движущиеся с улицы Козлёнской от перекрёстка ул. Козлёнской – Советского проспекта. Это означает, что почти 255 автомобилей в час проезжают дополнительно 1100 метров для выезда на ул. Конева. Некоторые водители, чтобы не проезжать дополнительно это расстояние, совершают разворот на перекрёстке ул. Рабочей – Герцена, чем затрудняют движение.

3. На перекрёстке ул. Герцена – ул. Рабочей со стороны центра налево поворачивают 205 авт./час. Эти автомобили занимают одну полосу из двух имеющихся и значительно уменьшают пропускную способность (на 43%).

4. С ул. Козлёнскаяой на ул. Герцена потоком просачивания на право поворачивают 104 авт./час.

5. На подъезде к перекрёстку ул. Герцена – Рабочей имеется автобусная остановка без специально выделенной полосы. При большом потоке автобусов получается, что одна полоса движения большую часть времени заблокирована автобусом. Это мешает движению и уменьшает пропускную способность.

Таким образом, для улучшения транспортной системы города Вологды требуется изменить схему движения на пересечении ул. Герцена – съезд на ул. Козлёнскую. Новая схема движения представляет собой проезжую часть с разделительной полосой по ул. Герцена (две полосы движения в сторону центра и три полосы в сторону ул. Конева) и представлена на рисунке 2. Преимущества выбранной схемы пересечения:

1. С улицы Конева при въезде на ул. Герцена имеются две полосы движения в каждую сторону и разделительная полоса, заканчивающаяся сразу после двухуровневой развязки с железнодорожным транспортом. Если продлить и уширить эту разделительную полосу, то можно будет устроить левый поворот с ул. Герцена на ул. Козлёнскую и с ул. Козлёнской на ул. Герцена. При этом можно будет запретить поворот на лево с ул. Герцена на ул. Рабочую, что увеличит пропускную способность последнего перекрёстка.

2. Для удобства поворота налево со стороны центра можно сделать уширение до трёх полос движения на подходе к перекрёстку. Переходно-

скоростная полоса позволит сместиться поворачивающим автомобилям на дополнительную полосу и не затруднять движение основного потока автомобилей. Такое уширение позволит сделать движение безопасным.

3. Для обеспечения безопасности пешеходов необходимо перенести пешеходные переходы от начала пересечения минимум на 20 метров. Такое расположение позволит автомобилям съехать с главной дороги на второстепенную и не затруднять движение в основном направлении, при этом безопасно пропуская пешеходов.

4. При движении с ул. Конева требуется уширение на подходе к перекрёстку для правоповоротного потока автомобилей для удобства съезда с основного направления.

5. Необходимо сделать карман для остановки автобусов на подходе к перекрёстку ул. Герцена – Рабочей для исключения заторов на исследуемом перекрёстке.

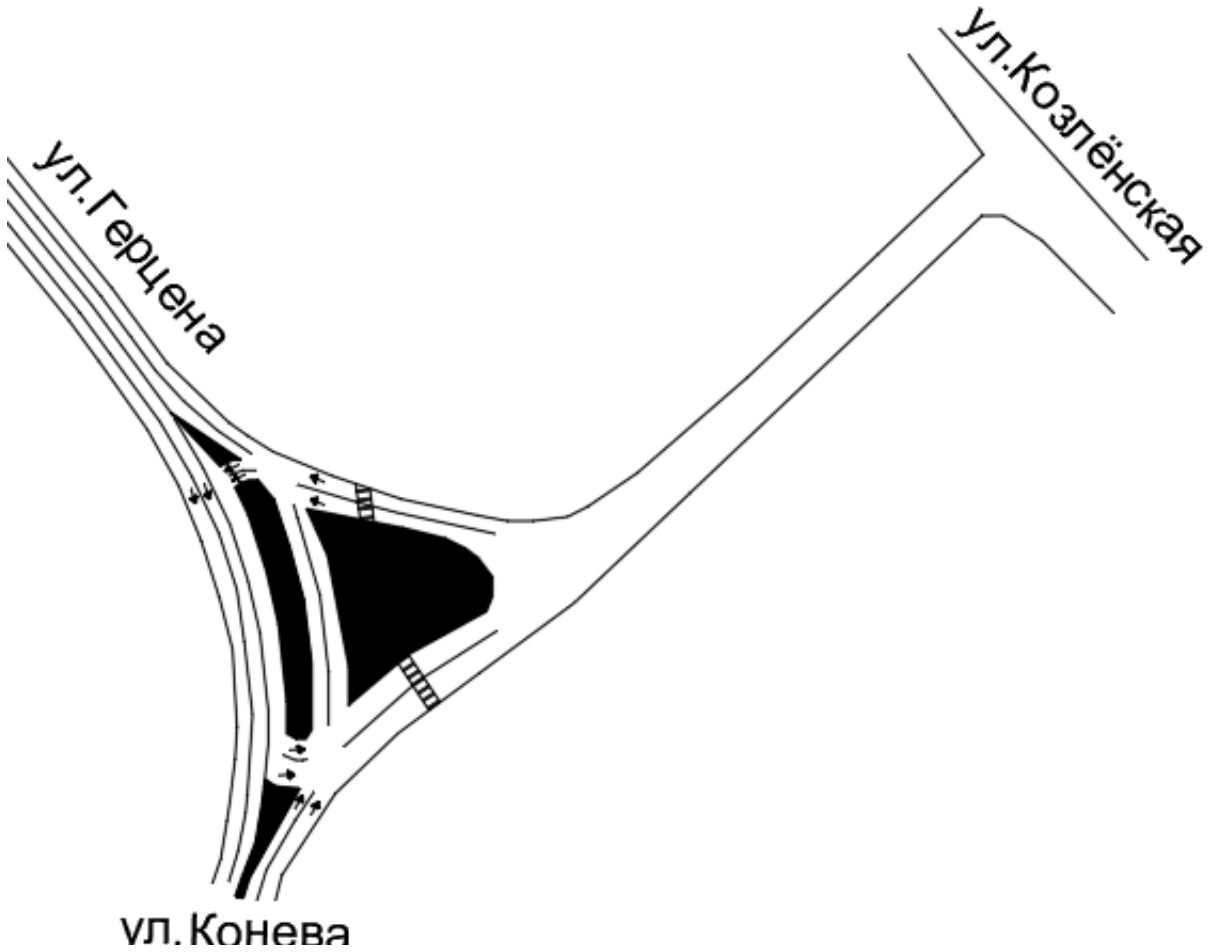


Рис. 2. Предлагаемая схема пересечения

Разработанная схема позволит:

- сделать движение более удобным и безопасным;
- уменьшит время движения автомобилей с перекрёстка улиц Козлёнской – Советского проспекта в сторону ул. Конева путём сокращения пути на 1,1 км;
- разгрузит перекрёсток ул. Козлёнской – Левичева;

- разгрузит участок ул. Левичева от ул. Козлёнской до ул. Герцена, на который в час пик невозможно проехать из-за постоянного затора;

- при появлении поворота налево с ул. Герцена на выбранном перекрёстке уменьшится количество левоповоротного потока автомобилей на ул. Рабочую;

- торговый комплекс на ул. Герцена, 124 станет более доступным для населения.

1. СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населённых пунктов. Правила градостроительного проектирования» – Москва : «Стандартинформ», 2019. – 64 с.

2. ГОСТ 33475-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования» − Москва : «Стандартинформ», 2016. – 14 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ С КОНСОЛЬНЫМИ И ПОДВЕШЕННЫМИ ЭТАЖАМИ

И.В. Свитлик, С.Э. Буланов

Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Стремительное развитие высотного строительства в России ставит вопрос расширения и углубления нормативной базы, находящейся в стадии формирования новых и доработки уже сформированных документов. Часть вопросов высотного строительства остаётся дискутируемой, требует пристального изучения, цифровизации и актуализации данных. Одним из них является вопрос выбора наиболее экономически выгодной конструктивной системы в зависимости от этажности и высоты здания. В научной литературе по высотным зданиям имеются инфографики зависимости выбора конструктивных схем в зависимости от необходимой высоты здания. Обоснования расчетом этих концепций с применением САПР не приводится, что ставит под сомнение достоверность этих данных.

При исследовании были поставлены следующие цели:

- выявить из двух менее металлоёмкую ствольную конструкцию из стальных элементов для здания с высотой 180 м и размером в плане 27,6 × 27,6 м;
- сравнить выбранный вариант с данными инфографиков из [1, 2].

В ходе исследования были решены задачи по заданию расчетной схемы в САПР «SCAD» v. 21.1 и корректному приложению к схеме, сбору и сочетанию нагрузок по [3]. Были определены перемещения и расчётные усилия в элементах конструктивной схемы, а также выполнен подбор и оптимизация

сечений элементов по [4, 5]. В результате определён расход стали для ствольной конструктивной схемы высотного здания.

По классификации конструктивных схем из [1] для моделирования были выбраны: ствольная система с подвешенными этажами, ствольная система с консольными этажами-аутригерами. Конструктивные схемы были составлены под жилое здание в Нижнем Новгороде с размером в плане 27,6 х 27,6 метра, высотой 50 этажей, высотой этажа 3,6 метра. Сетка колонн 6 х 6 метров с дополнительным шагом 4,8 метра. Ствол является ядром жесткости и выполняет функцию лестнично-лифтового узла, выполненного из стальных колонн, связей по ним и бетонных ограждающих конструкций толщиной 200 миллиметров. Аутригеры выполнены как защемленные в ядре фермы высотой 3,6 метра. Во внутреннем объеме зданиям установлены дополнительные колонны-стойки для монтажа ригелей под перекрытия.

Перекрытия в здании выполнены из сталебетона толщиной 150 миллиметров. Перекрытия опираются на стальные ригели. В ствольной конструкции с подвешенными этажами колонны-подвески работают на растяжение, в качестве поддерживающих аутригер конструкций используются растяжки от ядра здания. В конструкции с консольными этажами колонны-стойки воспринимают сжимающие усилия, аутригер поддерживают подпорки.

Использование выбранных конструктивных схем позволяет возводить здания в стеснённых, а также сложных геологических условиях, освобождает низ здания от наружных колонн. Помимо этого в зданиях создаются условия для хорошей инсоляции ввиду отсутствия связей по оболочке здания. Главной проблемой, возникающей при возведении подобных зданий, является необходимость нивелирования прогибов ростверка.

Для анализа вариантов одновременного действия различных нагрузок для каждой схемы были составлены их основные сочетания согласно [3].

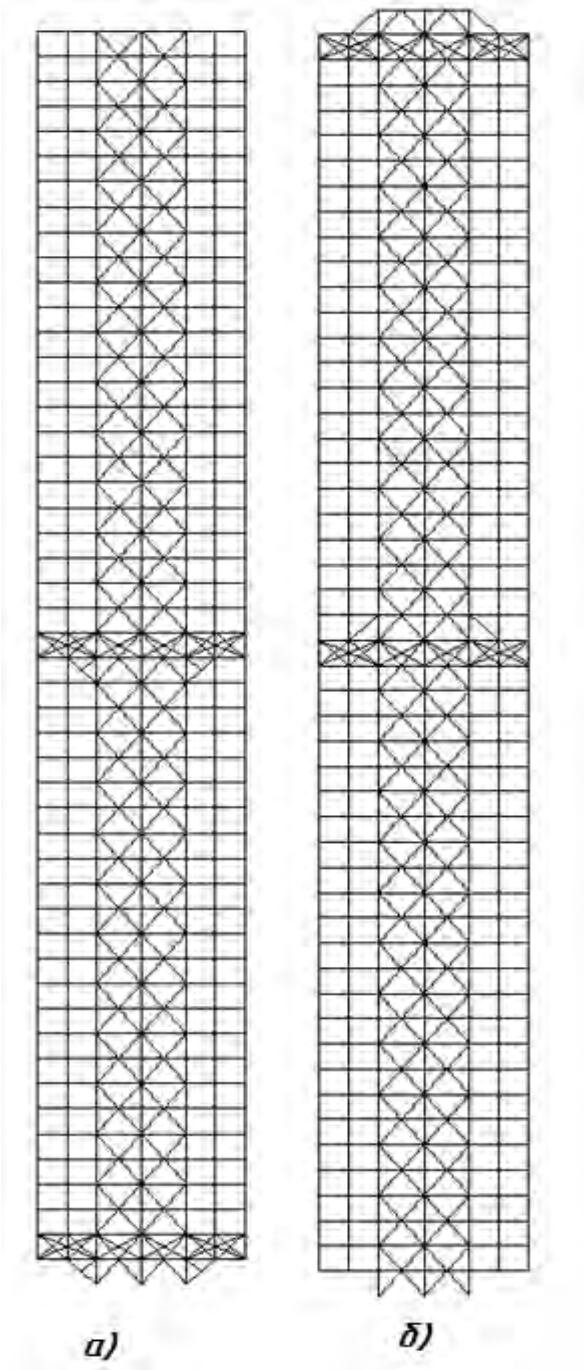


Рис. 1. Продольный разрез здания с этажами: а – консольными, б – подвешенными

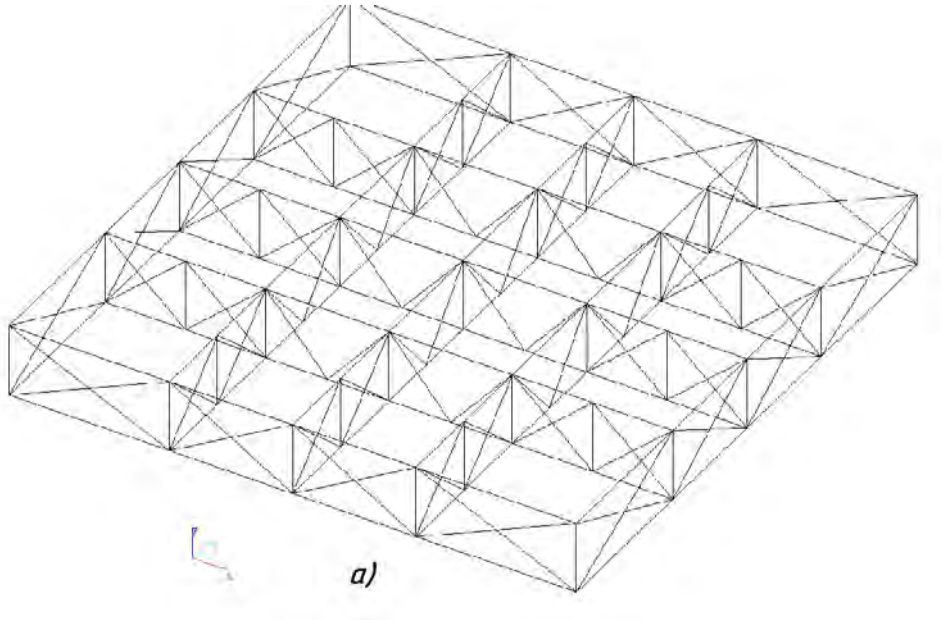


Рис. 2. Конструкция аутригерного этажа

Расчет усилий и определение перемещений в САПР «SCAD» v. 21.1 были выполнены многофронтальным методом Слоана. Результаты расчёта сверялись с максимально допустимым перемещением по таблице Д. 4 [3], равным 360 миллиметров, вертикальными предельными прогибами элементов конструкций по таблице Д. 1 [2], 2·l/200, где l – длина консольной балки, и ускорение по ф. В.12 [3], равным 0,08 метр/секунда^2. Ускорения в уровнях верхнего этажа составили 0,079 метр/секунда^2 и 0,071 метр/секунда^2 для консольных и подвешенных этажей соответственно. Результаты расчёта по перемещениям представлены на рисунке 3.

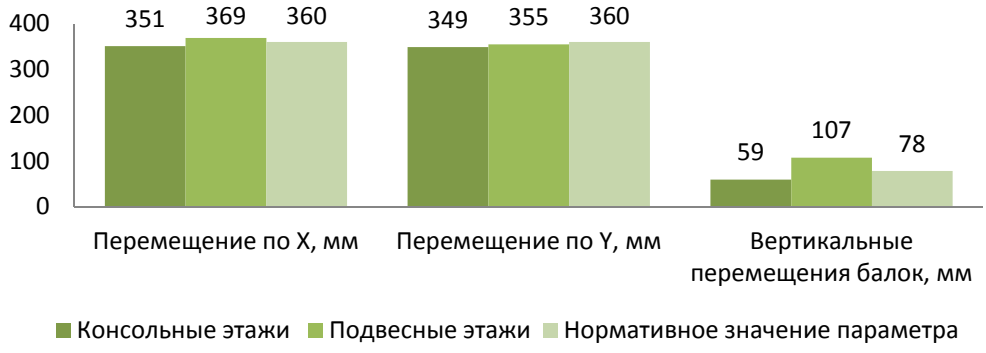


Рис. 3. Результаты расчёта САПР «SCAD» v21.1

В постпроцессоре SCAD «Сталь» были подобраны сечения проката стальных элементов для восприятия нагрузки. Для удобства полученные сечения были унифицированы и объединены в группы по 10 этажей. Результатом подбора сечений являются калькуляции тоннажа стали для каждой схемы, приведенные на рисунке 4.

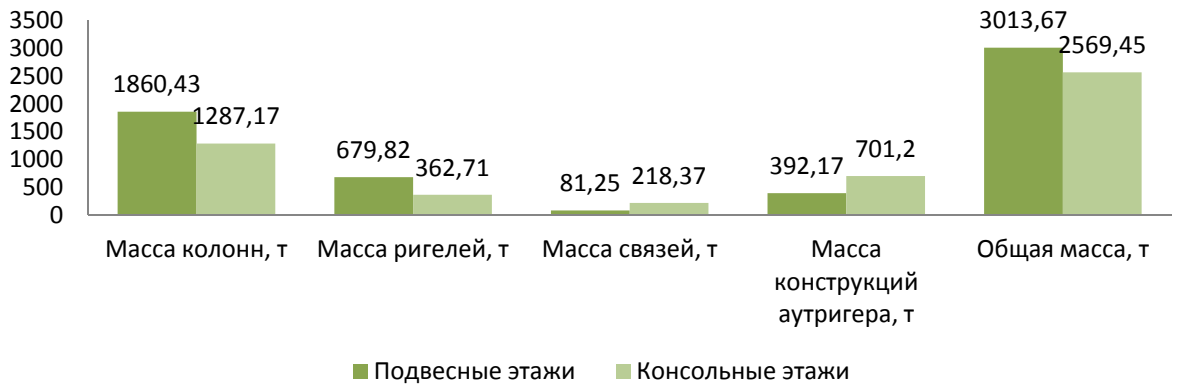


Рис. 4. Калькуляция стали для выбранных систем

Рекомендуемые схемы для высоты здания от 180 метров по [1, 2] приводятся в таблице.

Таблица

Сравнение с рекомендациями из источников

Источник	Минимальна подходящая по высоте схема	Подтверждается исследованием	Примечание
[1]	Каркасная система с решётчатыми поясами	Частично	С каркасной конструктивной схемой совпадают пояса жёсткости
[2]	Фахверковое или стеновое ядро со стойками каркаса	Частично	Вместо поясов жёсткости рассматриваются ядро и каркас

Из исследования можно сделать следующие выводы:

1. Система с консольными этажами выгоднее системы с подвешенными этажами на 17,3 % по расходу стали при данной высоте, компоновке и геометрии здания.

2. Выявлены две главные проблемы в конструировании зданий с подвешенными этажами: основная масса конструкций расположена в верхней половине здания, а также с ростом нагрузки увеличиваются деформации в подвесках.

3. На реально существующих зданиях и нашей модели выявлен оптимальный размер ядра для зданий с консольными и подвешенными этажами: S ядра = (0.18÷0,3)·S этажа.

4. Величину консольного вылета рекомендуется принимать не более 10 м.

Для углубления данного исследования необходимо решить ряд вопросов:

1. Рассмотреть другие варианты консолей: предварительно напряжённые пояса, пояса переменного сечения.

2. Выполнить аналогичные расчеты по оболочковой, каркасной и смешанным типам конструктивной схемы для этого же здания. Сравнить схемы разных типов между собой.

3. Смоделировать грунты основания, фундамент и выяснить, как это повлияет на работу конструкций и требуемые затраты стали.

4. Провести расчёт на сейсмические нагрузки величиной в 7 баллов по шкале MSK-64.

1. Шуллер, В. Конструкции высотных зданий / В. Шуллер // – Москва : Стройиздат, 1979. – 248 с.

2. Энгель, Х. Несущие системы / Х. Энгель // – Москва : Астрель, 2007. – 344 с.

3. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*: утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) 03.12.201 №891/пр. – Введ. 04.06.2017. – Москва : Минстрой России, 2016. – 104 с.

4. ГОСТ Р 57837-2017 Двутавры стальные горячекатанные с параллельными гранями полок. Сортамент. – Введ. 01-01-1986. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 5 с.

5. ГОСТ 32931-2015 Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия. – Введ. 01-09-2016. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 81 с.

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КЕССОННОЙ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ

И.Р. Абдулькадерова
Научный руководитель ***Н.С. Новожилова****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Основной задачей исследования является изучение работы кессонной плиты перекрытия со стальными листами, введенными в ее ребра, в сравнении с обычной кессонной плитой (при отсутствии стальных листов) при приложении нагрузок по ограниченным площадям на приопорных участках плиты.

Термином «кессон» называют «ящикообразное углубление в своде или балочном покрытии» [1]. В кессонных перекрытиях значительная экономия бетона и арматуры в сравнении со сплошными плитами достигается путем удаления бетона из растянутой зоны. В этой зоне сохраняются лишь ребра с расположенной в них растянутой арматурой [2]. Все это ведет к снижению нагрузки на опоры здания и к уменьшению массы самого сооружения.

Однако при приложении больших нагрузок по ограниченным площадям встает вопрос о повышении жесткости и надежности такой конструкции. Для снижения напряжений, возникающих в обычной кессонной плите, был рассмотрен вариант применения стальных листов, вводимых в ребра плиты.

Таблица 1

Геометрические характеристики кессонной плиты

Параметры	Значения
Геометрия плана (м)	8×8
Толщина полки (мм)	80
Сечение ребер (шаг 1 м) bxh (мм)	200×200

Расчет кессонной плиты был произведен в программном комплексе SCAD++. Были приложены равномерно распределенные постоянные, кратковременная нагрузки на всю поверхность плиты перекрытия, а также длительная нагрузка, составляющая 4 т/м^2, в приопорных зонах на ограниченных участках площадью 2×2 м (рис. 1). Требуемое армирование плиты было получено путем моделирования перекрытия пластинчатыми и стержневыми элементами (посредством введения в ребра жестких вставок, благодаря которым схема соответствует реальной работе конструкции).

Для более точного получения результатов напряжений в плите, оба варианта расчетной схемы (с листами и без них) были созданы объемными

8-узловыми конечными элементами (тип 36). Требуемая арматура вводилась стержневыми элементами (тип 5), а стальные листы толщиной 6 мм и высотой 120 мм – пластинчатыми элементами (тип 44). Таким образом, объемные расчетные схемы отразили реальную картину напряженно-деформированного состояния плит перекрытий [3].

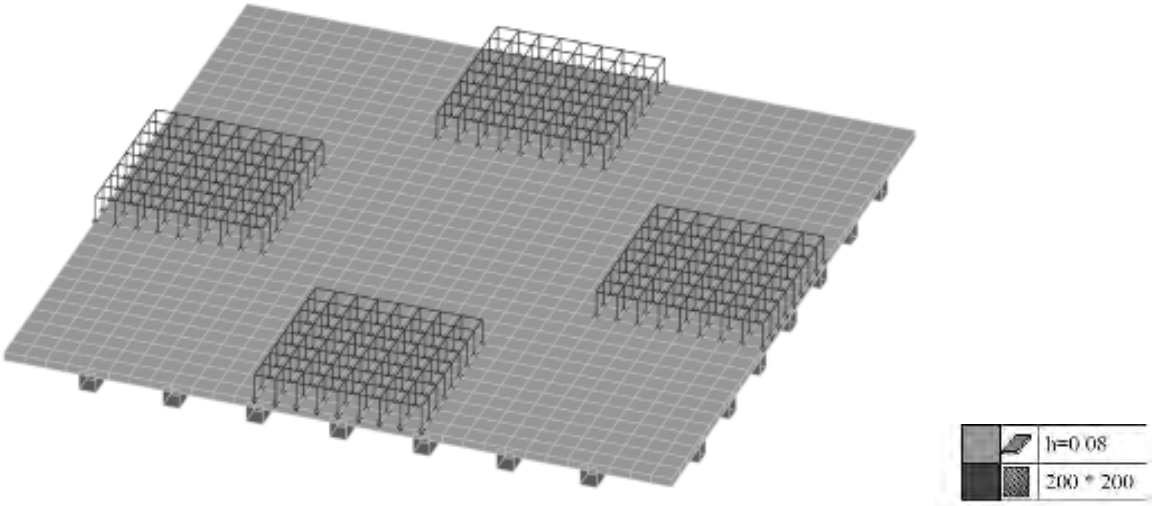


Рис. 1. Расположение длительной нагрузки, приложенной к расчетной схеме кессонной плиты, созданной плоскими элементами

По результатам расчета обычной кессонной плиты, содержащей по 7 ребер в двух направлениях, расположенных с шагом 1 м, и заданной плоскими элементами, получено следующее армирование плиты: в полке требуется одна сетка d8 с шагом 200 мм (у опор усиление стержнями d12 с шагом 200 мм), в ребрах в пролете требуется по 2d10 в верхней и нижней зонах, а у опор требуется по 2d16 в верхней зоне и по 2d10 в нижней зоне. Расчетная схема сталежелезобетонной кессонной плиты представлена на рисунке 2.

а) б)

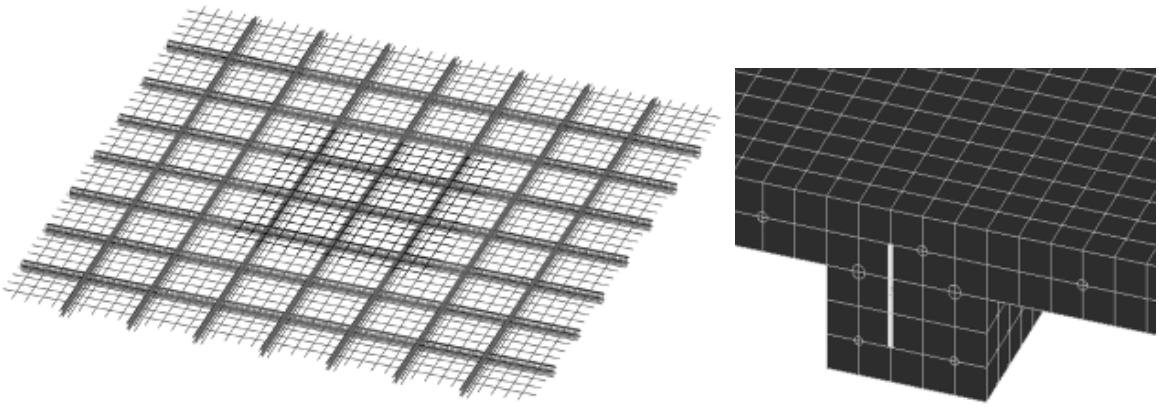


Рис. 2. Расчетная схема сталежелезобетонной кессонной плиты, созданная объемными элементами: а – схема расположения арматурных стержней и стальных листов, б – фрагмент плиты

По результатам расчетов был проведен сравнительный анализ двух схем: обычной кессонной плиты (без стальных листов) и сталежелезобетонной кес-

сонной плиты (со стальными листами). Для наглядности данного анализа были выбраны одни и те же номера 8-узловых конечных элементов двух плит, результаты напряжений которых сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Нормальные напряжения, возникающие в кессонных плитах

Тип плиты	Элементы плиты	N_x, т/м^2 (в центре плиты)	N_y, т/м^2 (в опорной зоне)
Без стальных листов	ребра	643	-1759
	полка	-268	553
Со стальными листами	ребра	608	-1667
	полка	-267	553

Из таблицы 2 видно, что с введением стальных листов в плиту перекрытия происходит уменьшение нормальных напряжений в ребрах конструкции. Напряжения же в полке практически не изменяются. Причиной является то, что именно ребра служат основной несущей конструкцией перекрытия, а полка распределяет на них нагрузку.

Исходя из полученных результатов, можно уменьшить армирование ребер, т.е. использовать в ребрах конструкции арматурные стержни меньшего диаметра. Таким образом, заменяем в ребрах плиты арматурные стержни диаметром 10 мм на арматурные стержни диаметром 8 мм, а в опорных зонах вместо 2d16 вводим стержни 2d12. По результатам расчета плиты с такими диаметрами стержней в ребрах нормальные напряжения в полке практически не изменились, а напряжения в ребрах стали равны: в центральной части 617 т/м^2, в опорной зоне -1691 т/м^2 (при рассмотрении таких же элементов, которые выбирались для создания таблицы 2). Т.е. полученные значения нормальных напряжений не превышают значения нормальных напряжений, возникающих в плите без стальных листов.

а) б)

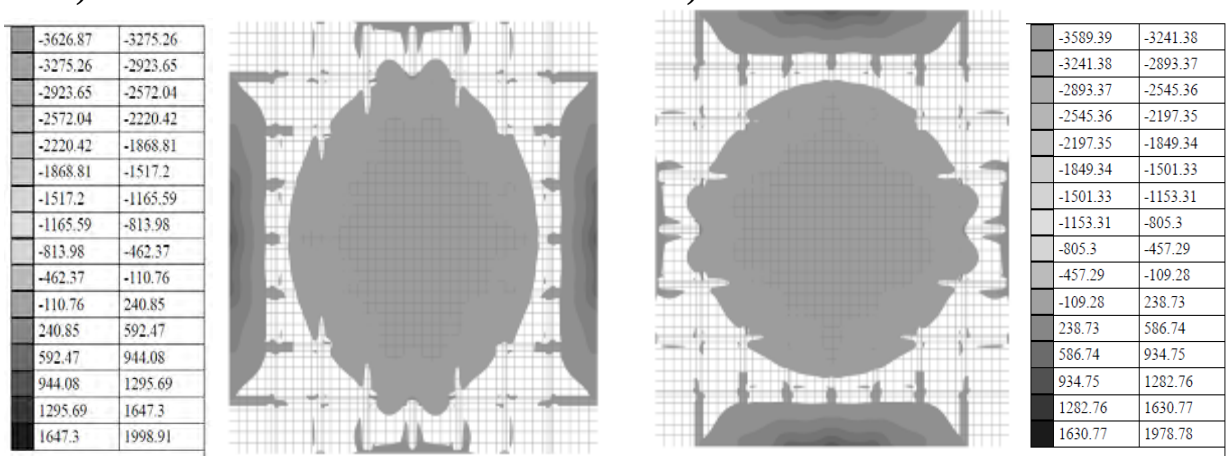
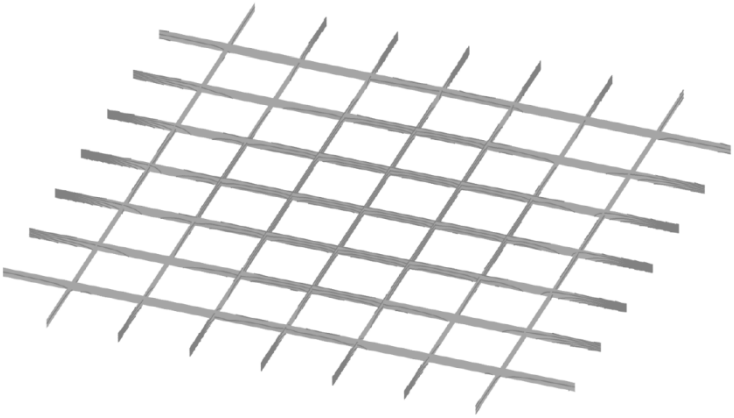


Рис. 3. Поля напряжений сталежелезобетонной кессонной плиты перекрытия с облегченным армированием ребер: а – нормальные напряжения N_x, б – нормальные напряжения N_y

Напряжения в стальных листах являются допустимыми, т.к. не превышают расчетного сопротивления стали (С245) Ry =24500 т/м^2.



-14513.64	-13243.97
-13243.97	-11974.3
-11974.3	-10704.64
-10704.64	-9434.97
-9434.97	-8165.3
-8165.3	-6895.64
-6895.64	-5625.97
-5625.97	-4356.3
-4356.3	-3086.63
-3086.63	-1816.97
-1816.97	-547.3
-547.3	722.37
722.37	1992.03
1992.03	3261.7
3261.7	4531.37
4531.37	5801.03

Рис. 4. Поля напряжений в стальных листах N_x

Таким образом, при действии длительной нагрузки по ограниченным площадям на приопорных участках и при введении стальных листов в ребра кессонной плиты перекрытия можно уменьшить расход арматурной стали в ребрах плиты. При этом стальные листы не могут потерять устойчивость, так как располагаются в теле бетона [3].

Следовательно, при действии длительных нагрузок по ограниченным площадям на приопорных участках кессонной плиты перекрытия, конструкция с введением вертикально расположенных в ребрах стальных листов работает более эффективно, чем без них. Дальнейшее исследование будет направлено на выявление зон приложения нагрузки на плиту, где стальные листы наиболее существенно влияют на несущую способность конструкции не только при действии изгибающих моментов, но и поперечных сил.

1. Лоскутов, И.С. Монолитные железобетонные кессонные перекрытия: учеб. пособие / И.С. Лоскутов. – Москва, 2015. – 72 с.

2. Сагадеев, Р.А. Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий: учеб. пособие / Р.А. Сагадеев. – Москва: ГОУ ДПО ГАСИС, 2008. – 35 с.

3. Пекин, Д.А. Плитная сталежелезобетонная конструкция / Д.А. Пекин. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – С. 440.

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ БЕТОНЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

А.В. Баранов, Ю.Л. Лисейцев, Р.А. Тимохин
Научный руководитель ***Р.С. Федюк****, канд. техн. наук, доцент*
Дальневосточный федеральный университет
г. Владивосток

Современные города насыщены множеством мобильных и стационарных источников шума: транспорт, оборудование промышленных предприятий, локальные источники шума на территории жилой застройки [1]. Акустический комфорт является компонентом городского комфорта, важность которого признается, в частности, врачами, и становится все более важной задачей, как для гражданского строительства, так и для городского планирования. Поэтому борьба с окружающим шумом является актуальной в современном обществе не только из-за недавнего признания шума как серьезной опасности для здоровья, но и потому, что уровень и качество жизни становятся все более важными [2].

Целью данной статьи является разработка ячеистых бетонов с улучшенными звукопоглощающими характеристиками. Для достижения цели важным было создание оптимальной открыто-поровой структуры. Это связано с физическими процессами прохождения звука через систему пор изоляционного материала. В ходе трения звуковых волн о стенки пор, акустическая энергия преобразуется в тепловую, тем самым снижая уровень проходящего через ограждающую конструкцию звука.

Проектировались 3 класса образцов по ГОСТ 25485: теплоизоляционные (составы 1-4), конструкционно-теплоизоляционные (составы 5-8) и конструкционные (составы 9-12). Теплоизоляционные составы содержали вермикулитовый заполнитель, конструкционно-теплоизоляционные – и вермикулит, и кварцевый песок, а конструкционные – только кварцевый песок. При этом замещение портландцемента золой-уноса осуществлялось на уровне 40% (составы 1, 5, 9) и 50% (остальные составы). Соответственно, учитывая повышенную водопотребность золы, водовяжущее отношение для первого замещения было 0,4, а для второго – 0,45. Составы 1-3, 5-7 и 9-11 использовались для изготовления пенобетона, а составы 4, 8 и 12 – газобетона. Дисперсное армирование полипропиленовой фиброй применялось для составов 3, 4, 7, 8, 11, 12.

Пенобетонные смеси приготавливались следующим образом [3-5]. Сначала золу, цемент и заполнитель перемешивали в лабораторном миксере в течение 10 минут. Затем воду и суперпластификатор постепенно добавляли в сухую смесь при продолжающемся перемешивании. Как только смесь стала жидкой и начала демонстрировать адекватную консистенцию, в смеситель добавляли полипропиленовую фибру (если есть в составе) и предварительно приготовленную пену, и перемешивали в течение еще пяти минут для равно-

мерного распределения волокон. Затем смесь выливали в формы без производства уплотнения. Отлитые образцы были покрыты пластиковыми листами и находились при комнатной температуре в течение 24 часов до извлечения. Затем образцы отверждались до возраста 28 суток в лабораторных условиях.

Приготовление газобетонной смеси осуществлялось следующим образом [6-9]. Исходные компоненты загружали в смеситель и перемешивали 10 минут, а затем вводили газообразователь. Алюминиевый порошок вступает в реакцию с цементным раствором, обладающим свойствами щелочи, и в ходе этого химического процесса образуются соли (алюминаты) кальция и газообразный водород, обеспечивающий формирование пор. Температура воды 45ºС. Заливка смеси осуществлялась в заранее подготовленную форму (очищенную и смазанную) размером 400×400×400 мм. Объем заливаемой смеси принимался с учетом вспучивания на 1/3. После заливки газобетонной массы начиналось её интенсивное вспучивание, которое продолжалось 10–15 минут. Во избежание возможного оседания массива и для обеспечения набора им пластической прочности форма помещалась в камеру тепловой выдержки при температуре 40-60 °С.

Автоклавировная обработка газобетона осуществлялась в специальном аппарате под давлением в 1,2 МПа и при температуре водяного пара в 190ºС. Осуществлялся процесс в 3 этапа:

1. В автоклав подавали пар до тех пор, пока температура пара и изделия по всей толщине не станет одинаковой.

2. На второй стадии происходили химические реакции – взаимодействие гидроксида кальция и диоксида кремния с получением двухосновных гидросиликатов. Этот процесс сопровождался стремительным набором прочности. Здесь важным являлось обеспечить постоянство температуры и давления.

3. Снижение температуры и давления – при этом стремительно испарялась вода, что могло привести к появлению трещин в изделиях. Чтобы минимизировать риск, прибегали к ступенчатому понижению давления.

Режим автоклавной обработки при избыточном давлении насыщенного пара 1,2 МПа и температуре 190ºС составляет 12 часов, в том числе:

- загрузка и выгрузка – 1 час;
- продувка и подъём давления – 2 часа;
- изотермический прогрев при t = 190ºС – 6 часов;
- снижение давления – 2 часа;
- вакуумирование – 1 час.

Отсос воды из бетонной смеси вермикулитовыми заполнителями в период приготовления и укладки вызывает относительно быстрое ее загустевание, что делает смесь жесткой и трудноукладываемой [10-11]. Это специфическое свойство усиливается и шероховатой, развитой поверхностью пористого заполнителя. Создание равноподвижных смесей достигалось за счет варьирования количеством воды затворения и суперпластификатора.

Для определения исследуемых показателей из блоков размером 400×400×400 мм выпиливались плитки в виде прямоугольного параллелепи-

педа размерами 200×200×30 мм. Исследования образцов размером 200×200×30 мм проводились на лабораторной установке БЖ2М. Источником шума служил функциональный генератор сигналов ФГ-100. Измерения осуществлялись с помощью измерителя шума и вибрации ВШВ 003 М3 с диапазоном частот измерения звукового давления (октавных полос) от 2 до 8000 Гц.

По результатам исследования коэффициента звукопоглощения разработанных составов построен график в зависимости от частот (рис. 1). Прослеживающая общая тенденция для всех составов заключается в наличии двух пиков: первый, ярко выраженный при частоте 500 Гц, второй, менее выраженный, при частоте 4000 Гц, отмечается только для теплоизоляционных составов плотностью 300-600 кг/м^3.

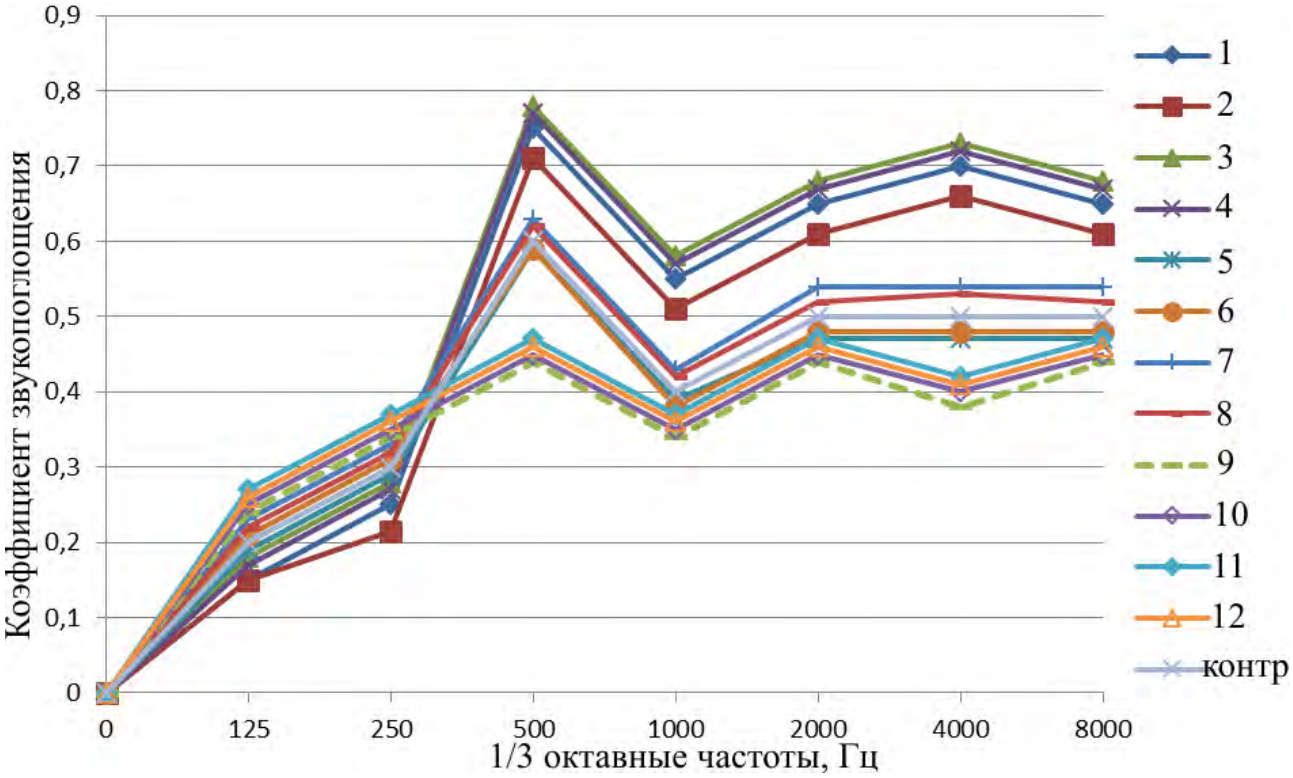


Рис. 1. Результаты коэффициентов звукопоглощения разработанных составов

Как видно из рис. 1, коэффициент звукопоглощения строительного материала не является постоянной величиной, а варьируется в зависимости от частоты. Наиболее эффективными в защите от звуковых волн средних и высоких частот являются легкие изоляционные бетоны, особенно с применение вермикулита в качестве заполнителя (вермикулит является пористым заполнителем). Однако для низких и инфразвуковых частот наблюдается обратная тенденция: в данном случае степень звукопоглощения повышается с массивностью конструкции. Вообще, защита от низких частот достаточно сложно, ведь на низких частотах механизм поглощения теряет свою эффективность в том случае, когда толщина защитного слоя становится тоньше четверти длины звуковой волны для 250 Гц это 0,34 м.

Таким образом, разработанные низкоплотные составы имеют коэффициенты звукопоглощения, достигающие значений 0,71-0,78, что на 25% выше

контрольного состава и до 40% выше конструкционных бетонов большей плотности. Для дальнейших исследований рекомендуется изучить защиту от низких и инфразвуковых волн.

1. Дашицыренов, Д.Д. Эффективный пенобетон на основе эффузивных пород / Д. Д. Дашицыренов, М. Е. Заяханов, Л. А. Урханова // Строительные материалы. – 2007. – № 4. – С. 50–51.

2. Fediuk R.S., Lesovik V.S., Svintsov A.P., Mochalov A.V., Kulichkov S.V., Stoyushko N.Y., Gladkova N.A., Timokhin R.A. Self-compacting concrete using pretreatmented rice husk ash // Инженерно-строительный журнал. – 2018. – № 3 (79). – С. 66-76.

3. Fediuk R., Mochalov A., Timokhin R. Review of methods for activation of binder and concrete mixes // AIMS Materials Science. – 2018. – Т. 5. – № 5. – С. 916-931.

4. Федюк Р.С., Мочалов А.В. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. – 2018. – № 2 (51). – С. 2-10.

5. Сумин А.В., Строкова В.В., Нелюбова В.В., Еременко С.А. Пеногазобетон с наноструктурированным модификатором // Строительные материалы. – 2016. – № 1–2. – С. 70–75.

6. Лисейцев, Ю.Л. Фибробетоны на основе щелочеактивированных вяжущих // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 230-234.

7. Баженов Ю.М., Федюк Р.С., Лесовик В.С. Обзор современных высокоэффективных бетонов // Наукоемкие технологии и инновации Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. – С. 45-49.

8. Fediuk R., Timokhin R., Mochalov A., Otsokov K., Lashina I. Performance properties of high-density impermeable cementitious paste // Journal of Materials in Civil Engineering. – 2019. – Т. 31. – № 4. – С. 4-13.

9. Свинцов А.П., Шамбина С.Л., Федюк Р.С. Влияние маслянистых жидкостей на деформативные свойства бетона // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2019. – Т. 10. – № 1. – С. 100-112.

10. Мочалов А.В., Федюк Р.С., Иванов А.С., Ханхабаев Л.Р., Телешев А.А., Глаголев С.Н. Повышение непроницаемости бетонов // Теоретические основы создания эффективных композитов. Сборник материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. – 2018. – С. 191-199.

11. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Feduk R.S. Nature similar technologies in construction industry // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2018. – Т. 14. – № 4. – С. 98-108.

КОНСТРУКЦИОННО-ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ ЗОЛОШЛАКОБЕТОН С ПОВЫШЕННЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

С.М. Бексолтанов
Научный руководитель ***В.Т. Станевич****, канд. техн. наук, профессор*
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
г. Павлодар, Казахстан

В Павлодарской области одной из самых важных задач утилизации промышленных отходов является утилизация золошлаковых отходов энергетических станций Экибастузского, Аксусского и Павлодарского районов. Например, Экибастузские ГРЭС до начала 2000-х годов затаривали склады захоронения золошлаковых отходов в нераздельном виде – в виде золошлаковой смеси. На сегодняшний день там внедрено разделение золошлаковых отходов и готовы к утилизации три вида отходов:

– топливный шлак (зернистый материал с крупностью зёрен от 0,16 мм до 20 мм, изредка встречаются более крупные зёрна);

– зола-унос (высокодисперсный материал);

– золошлаковая смесь (механическая смесь золы и шлака непостоянного состава).

Топливный шлак широко используется при отсыпке местных подъездных и проселочных дорог. Его несомненным достоинством является наличие остеклованной аморфной поверхности, которая при определенных условиях может выступать в качестве кристаллообразующей подложки в твердеющем шлакобетоне.

Наиболее распространенным материалом и максимально полно утилизируемым является зола-унос, которая хорошо изучена и рекомендована производственникам в качестве минеральной добавки для композиционных вяжущих на цементной основе. Также золу-унос используют в качестве минерального наполнителя при производстве строительных бетонов и растворов и при производстве асфальтобетонов. Известны варианты утилизации золы-унос при производстве силикатных и керамических изделий [1, с. 44, 515].

Наиболее широко золошлаковые смеси использовались в 2018–2019 гг. при строительстве участка автомагистрали «Экибастуз-Шидерты». Следует отметить, что золошлаковая смесь поступала для возведения земляного полотна в качестве одного из слоев конструктива.

Более широкому применению золошлаковых смесей в качестве компонентов бетонных смесей мешает непостоянство зернового состава в различных местах отвалов. Одним из нерешенных приоритетных направлений (6 блок «Улучшение теплозащиты зданий и сооружений» программы [2, с. 4] стал поиск путей утилизации золошлаковых отходов при изготовлении теплоэффективных ограждающих конструкций.

Цель работы – исследовать возможность совместного использования золошлаковых смесей жидкого гидроудаления Экибастузской ГРЭС-1 и дробленого шлакового песка в качестве основного компонента конструкционно-теплоизоляционного золошлакобетона плотностью 1200-1600 кг/м^3, соответствующих марке по плотности D1200-D1600.

В качестве исследуемого материала была выбрана золошлаковая смесь гидрозолоудаления Экибастузской ГРЭС-1 (далее – ЗШС). Средняя плотность зерен, определенная по методике ГОСТ 8269 находится в пределах 2,32-2,44 г/см^3. Было принято решение рассеивать ЗШС после изучения гранулометрического состава, значения фракций которого приведены в таблице 1.

Таблица 1

Гранулометрический состав ЗШС

Остатки на сите	№ сита								Проход через сито № 016
	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частный	0,4	6,4	9,1	23,4	28,1	16,0	8,6	3,3	4,9
Полный	0,4	6,8	15,9	39,3	67,4	83,4	91,8	95,1	100

Из таблицы 1 видно, что содержание смеси фракций 2,5-20 мм составляет до 40% всего объема ЗШС. После удаления фракций свыше 5 мм гранулометрический состав мелкозернистой части ЗШС представлен в таблице 2. Дополнительно была определена насыпная плотность каждой фракции ЗШС

Таблица 2

Гранулометрический состав мелкозернистой части ЗШС

Остатки на сите	№ сита					Проход через сито № 016
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частный	33,7	22,1	21,6	12,6	4,9	5,1
Полный	33,7	55,8	77,4	90,0	94,9	100
Насыпная плотность фракции, кг/м3	1270	1155	1190	1230	1340	-

Как видим из таблицы 2, гранулометрический состав золы изменился в сторону утончения фракций. Модуль крупности составил 3,52, что несколько превышает требования ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия», однако было принято решение использовать его в качестве части заполнителя мелкозернистого конструкционно-теплоизоляционного золошлакобетона.

В качестве активного минерального модификатора применяли тончайшую фракцию золы гидроудаления с насыпной плотностью 840-865 кг/м^3, удельная поверхность которой превышала цементную и составила не менее 3550 см^2/г.

В качестве вяжущего во всех испытаниях использовали портландцемент марки ПЦ 400 Д0 производства АО «Central Asia Cement» г. Актау, Карагандинская область.

Для достижения наибольшего роста теплофизических свойств подобранных составов смеси модифицировали воздухововлекающей добавкой Microair 200 (далее – МА200), которую вводили в количестве 0,3% от массы цемента, что превышает рекомендуемый производителем расход в 15-30 раз. Подбор состава золошлакобетонных смесей производили по методике, предложенной в исследовании [3, с. 13-14]. На первом этапе исследования сравнивали с керамзитовым песком-заполнителем фракции 0-5 мм, расходы на изготовление которого в 3-4 раза превышают затраты на подготовку дробленого песка. Составы золошлакобетонных смесей (1-3 на шлаковом песке, 4-6 на керамзитовом песке) приведены в таблице 3.

Таблица 3

Составы конструкционно-теплоизоляционного золошлакобетона и показатели прочности и плотности

№ п/п	Класс бетона	Расход материалов на 1м^3, кг						Плотность, кг/м^3	Прочность на сжатие, МПа
		Цемент	Вода	Зола	Дроб. шлаковый песок	Керам. песок	МА200		
1	В3,5	220	400	416	125	-	0,66	1215	5,3
2	В5	225	330	309	283	-	0,68	1295	7,9
3	В7,5	235	275	212	423	-	0,71	1540	9,6
4	В3,5	240	390	380	-	170	0,72	1280	6,1
5	В5	250	350	285	-	245	0,75	1365	8,4
6	В7,5	265	330	200	-	355	0,80	1520	11,2

Плотность и прочность определяли в состоянии естественной влажности после твердения в нормальных условиях на образцах-кубах 150*150*150 мм. Как видно из результатов таблицы 3 прочность на сжатие образцов на дробленом шлаковом песке от фракции ЗШС 2,5-20 мм сопоставима с прочностью на традиционном песке. Для всех разработанных составов удалось добиться прочности выше 1 МПа в диапазоне 1200-1600 кг/м^3, что согласно ГОСТ 25820-2014 «Бетоны легкие. Технические условия» позволяет отнести их к группе конструкционно-теплоизоляционных. Все испытанные составы выдержали испытание на морозостойкость. Согласно положению п. 5.2 ГОСТ 25820 теплоизоляционно-конструкционные бетоны должны иметь прочность на одноосное сжатие не менее 1 МПа, марку по морозостойкости не менее F25 (F50 для бетона надземных конструкций, подвергаемых атмосферным воздействиям окружающей среды при расчетной отрицательной температуре наружного воздуха в холодный период от минус 5 °С до минус 40 °С), марка по плотности должна быть не ниже D500. Также бетон должен удовлетворять требованиям проекта в части обеспечения заданного уровня теплоограждающих свойств.

Вторым этапом исследования стала оценка теплофизической характеристики легкого бетона на шлаковых компонентах. Оценивали его теплопроводность в абсолютно сухом состоянии после набора им марочной прочности. Исследование проводили на образцах плитках 150*150*30 мм.

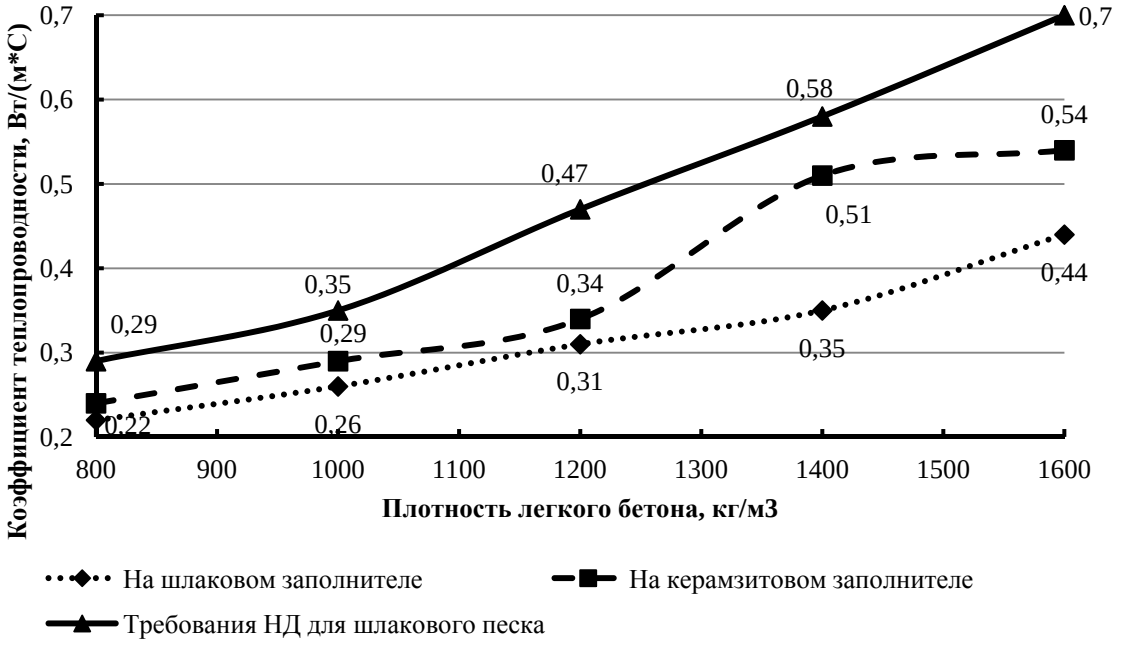


Рис. 1. Зависимость теплопроводности золошлакобетона от его средней плотности в сухом состоянии

Как видно из рисунка 1 все разработанные составы соответствуют ГОСТ 25820 в части обеспечения нормируемого уровня коэффициента теплопроводности в абсолютно сухом состоянии, что позволяет рекомендовать разработанные составы для производственной апробации.

В результате проведенных исследований разработаны составы конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов (золошлакобетоны), основными компонентами которых кроме портландцементного вяжущего выступают отходы гидрозолоудаления и топливного шлака Экибастузской ГРЭС-1. По своим физико-механическим и теплофизическим характеристикам составы на полностью шлаковых компонентах не уступают составам с применением более дорого и менее технологичного (до 90% керамзитового песка, представленного фракцией 1,25-5 мм) керамзитового песка.

1. Waste materials used in concrete manufacturing / ed. by S. Chandra. – U.S.A.: Noyes Publications, 1997. – 677 p.

2. Постановление Правительства Республики Казахстан от сентября 2010 года № 1004 «Программа по развитию строительной индустрии и производства строительных материалов в Республике Казахстан на 2010–2014 годы». – 56 с.

3. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Риженко И.Н. Расчет составов активированных золошлакобетонов // Строительные материалы. – Москва. – 2013. – № 4. – С. 12-14.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБОЛОЧКОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

С.Э. Буланов, И.В. Свитлик
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Высотное строительство в России выходит на мировой уровень. Появляются уникальные и комплексно сложные проекты: «Лахта-центр» в г. Санкт-Петербурге, комплекс высотных зданий «Москва-сити» в г. Москве, башня «Исеть» и БЦ «Высоцкий» в г. Екатеринбурге. Нормативная база для разработки подобных проектов на данный момент находится в стадии формирования новых и доработки недавно сформированных документов. В следствие этого, часть вопросов высотного строительства остаётся дискутируемой и требует пристального внимания. Среди них остро стоит вопрос выбора оптимальной конструктивной системы здания в зависимости от его высоты. В доступной литературе приводят инфографики зависимости выбора конструктивных решений от требуемой высоты здания, однако в свободном доступе нет достаточного расчётного обоснования этих концепций с применением САПР.

Целями данного исследования являются:

1. Определение из двух вариантов наименьшей по металлоёмкости оболочковой стальной конструкции для здания высотой 180 метров с размерами в плане 27,6 × 27,6 метра.

2. Сравнение полученных данных с предлагаемыми в источниках [1, 2] конструктивными схемами для данной высоты здания.

Для достижения поставленных целей были решены следующие задачи:

1. Корректное формирование расчетной схемы в САПР «SCAD» v21.1.

2. Сбор нагрузок и формирование сочетаний согласно требованиям [3].

3. Определение расчетных усилий в колоннах, ригелях, связях.

4. Подбор и оптимизация сечений элементов по [4] для колонн, ригелей, [5] для связей.

5. Калькуляция тоннажа стали для возведение конструкции.

Конструктивные схемы здания для моделирования и сравнения выбирались по классификациям Х. Энгеля [2] и В. Шулера [1]. По данным классификациям моделировались оболочка-рама и решетчатая оболочка. При этом необходимо отметить, что схемы моделировались не в «чистом виде»: архитектурно-планировочное решение невозможно без ядра жесткости в виде лестнично - лифтового узла.

Для применения конструктивной схемы было выбрано жилое здание с размерами в плане 27,6 × 27,6 метра, высотой 50 этажей при высоте этажа 3,6 метра. Шаг колонн по периметру 6 метров, дополнительный шаг 4,8 метра.

Лестнично-лифтовый узел является ядром жесткости здания. Он выполнен из стальных колонн двутаврового сечения, связей из квадратных труб по ним и бетонных ограждений толщиной 200 мм. Оболочка и ядро соединяются для совместной работы ригелями и дисками перекрытий в решетчатой оболочке, в рамной вводятся дополнительные портальные связи.

Во внутреннем объеме зданиям установлены дополнительные колонны-стойки для монтажа ригелей под перекрытия. Перекрытия в здании выполнены из сталебетона по стальным ригелям. Толщина перекрытий 150 мм. Смоделированные схемы зданий приведены на рисунках 1, 2. При сборе статических нагрузок на здание учитывались следующие факторы: собственный вес стальных конструкций, постоянная нагрузка от перекрытий/покрытий и ограждающих конструкций, длительные и кратковременные доли нагрузок на перекрытия, полезная нагрузка на техническом этаже и чердаке, снеговая нагрузка по 4 снеговому району (г. Нижний Новгород).

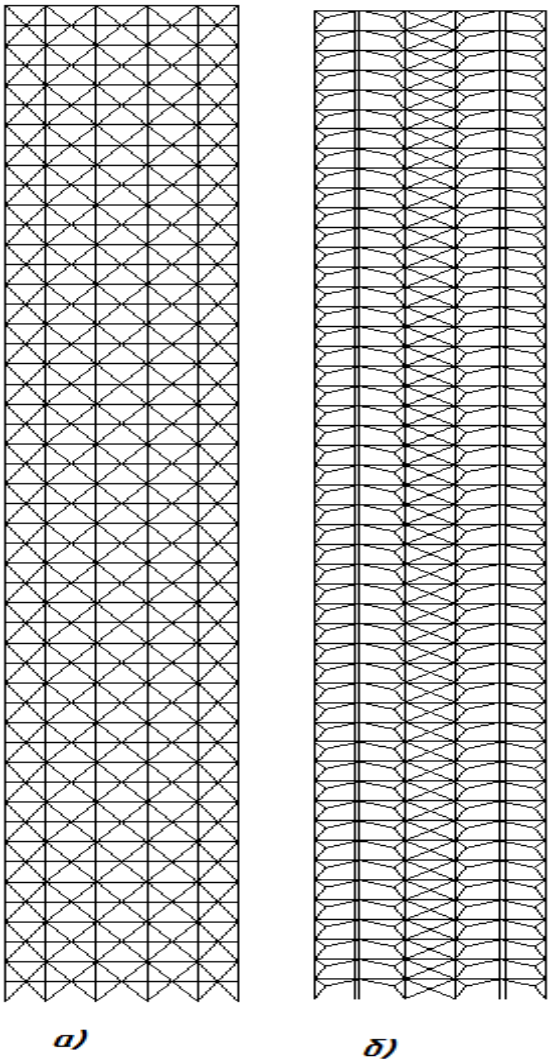


Рис. 1. Продольный разрез здания:
а – решетчатой оболочки,
б – оболочки-рамы

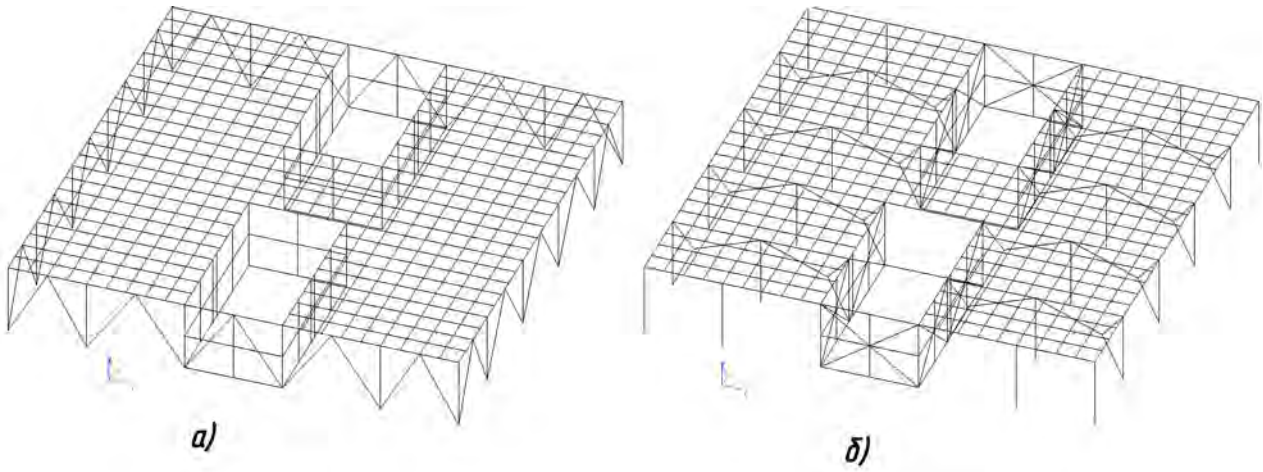


Рис. 2. Конструкция типового этажа:
а – решетчатой оболочки; б – оболочки-рамы

Также учитывалось динамическое воздействие: пульсационная составляющая ветровой нагрузки по 1 ветровому району. Было составлено 2 сочетания из статических и динамических воздействий: ветровое воздействие с пульсационной составляющей по оси здания X и по оси У

Расчеты усилий и перемещений в САПР «SCAD» v21.1 выполнялся многофронтальным методом Слоана. Результаты расчёта сверялись с допусками по перемещениям и ускорениям. Максимальное допустимое значение перемещений здания установлено согласно [3] табл. Д.4 и составляет 360 миллиметров. Максимально допустимое значение ускорения по [3] ф. В.12 составляет 0,08 м/с^2. Результат расчёта по максимальным усилиям, перемещениям и ускорениям для схем представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчёта в САПР «SCAD» v21.1

	Перемещение по X, мм	Перемещение по Y, мм	Момент, Т*м	Продольная сила, Т	Поперечная сила, Т	Ускорение, м/с^2
Решетчатая оболочка	294,1	178,5	43,25	946,71	110,28	0,073
Оболочка-рама	358,83	251,4	127,63	1098,8	312	0,067
Нормативное значение параметра	360	360	-	-	-	0,08

После расчета в постпроцессоре «Сталь» был осуществлен подбор сечений проката стальных элементов, разделенных на группы унификации для оптимизации расчёта и облегчения возведения здания. Профили колонн и ригелей выбирались по ГОСТ Р 57837-2017 [4], связи по ГОСТ 32931-2015 [5]. По результатам подобранных сечений была составлена калькуляция металлопроката, необходимого для сборки схем. Результат представлен в таблице 2.

Таблица 2

Калькуляция стали для исследуемых схем

Конструктивная схема	Масса колонн, тонн	Масса ригели, тонн	Масса связей, тонн	Общая масса, тонн
Оболочка-рама	853, 430	548, 561	2331, 22	3733, 21
Решетчатая оболочка	595, 426	527, 524	878, 681	2001, 61

Рекомендуемые схемы для высоты здания от 180 метров в [1] и [2] приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение с предложенными в [1] и [2] конструктивными схемами

Источ-ник	Минимальная подходящая по высоте схема	Подтверждается исследованием	Примечание
[1]	Безраскосная решетчатая оболочка	Частично	Решетчатая оболочка с колоннами и диагональными связями рекомендуется при 100 этажах.
[2]	Фахверковое или стеновое ядро со стойками каркаса	Нет	Оболочка-рама приводится в уплотненном виде (т.н. оболочковая система из балок Виренделя) для высоты 400 метров. Решетчатые оболочки с диагональными элементами не предлагаются.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Наименее металлоёмкой является решетчатая оболочка из колонн и диагональных связей. Она выгоднее оболочки-рамы на 46,38% по расходу стали при данной высоте, компоновке и геометрии здания.

2. Результаты исследования лишь частично согласовываются с предложенным в [1] инфографиком и не согласовываются с данными [2]

3. При конструировании и расчете оболочки – рамы с шагом колонн 6 метров выявлена невозможность её применения в «чистом» виде без каркаса и портального соединения с ядром жесткости.

4. Использование стальной оболочки – рамы рекомендуется исключительно с уплотненным шагом колонн 1.5 - 3 м.

Для углубления и уточнения данных данного исследования необходимо будет решить ряд новых вопросов:

1. Моделирование и расчёт оболочки – рамы по установленной в выводе конструктивной схеме с уплотненным шагом колонн.

2. По аналогичному алгоритму сравнить со ствольной, каркасной, другим оболочковым и смешанным типам конструктивной схемы для этого же здания.

3. Смоделировать грунты основания, фундамент и выяснить, как это повлияет на работу конструкций и требуемые затраты стали.

4. Провести расчёт на сейсмические нагрузки величиной в 7 баллов по шкале MSK-64 и принять оптимальный способ сейсмозащиты.

1. Шуллер В. Конструкции высотных зданий / В. Шуллер. – Москва: Стройиздат, 1979. – 248 с.

2. Энгель Х. Несущие системы / Х. Энгель. – Москва: Астрель, 2007 – 344 с.

3. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*: утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) 03.12.201 № 891/пр. – Введ. 04.06.2017. – Москва: Минстрой России, 2016. – 104 с.

4. ГОСТ Р 57837-2017 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия (с Поправкой) – Введ. 01-05-2018. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 50 с.

5. ГОСТ 32931-2015 Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия. – Введ. 01-09-2016. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 81 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГИПАРОВ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ ЗАГРУЖЕНИИ

А.А. Василенко

Научный руководитель ***Н.С. Новожилова****, канд. техн. наук, доцент*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

г. Санкт-Петербург

Среди многочисленных современных пространственных систем наиболее примечательными по праву считаются оболочки, которые являются выражением кардинальной идеи архитектурной конструкции. Основной задачей архитектуры всегда являлось установление взаимосвязи между формой и архитектурным назначением здания или сооружения. Исходя из архитектурного назначения здания или сооружения, а также размеров пролетов, выбирают схему пространственного покрытия. Благодаря пространственным конструкциям, здания и сооружения приобретают архитектурную выразительность, а также существенно снижается нагрузка от собственного веса, что является важным фактором при проектировании железобетонных конструкций.

В настоящее время все большее внимание уделяется индивидуальности объекта. Оболочки могут придать зданию уникальный, выразительный и запоминающийся внешний вид. Широкое применение получили оболочки как положительной Гауссовой кривизны, так и отрицательной Гауссовой кривизны. Наиболее распространены оболочки отрицательной гауссовой кривизны, очерченные по поверхности гиперболического параболоида. Такие оболочки получили название «Гипары».

Целью данной работы является исследование напряженно-деформированного состояния гиперболической оболочки на квадратном контуре при различном расположении главных кривизн поверхности: 1 вариант – направление кривизн совпадает с направлением сторон контура (гиперболический параболоид, рис. 1.1); 2 вариант – направление кривизн совпадает с направлением диагоналей (однолепестковый гипар, рис. 1.2) [1]. В данной работе определялось наиболее рациональное расположение главных кривизн поверхности рассматриваемых вариантов оболочек в случае образования зон повышенных снегоотложений на правой половине оболочки.

Нагрузки, принятые при расчете оболочек:

– собственный вес конструкции;

– равномерно распределенная снеговая нагрузки для III климатического района с учетом зон повышенных снегоотложений.

Сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния при помощи программного комплекса SCAD.

В программном комплексе были заданы две оболочки на квадратных планах размерами 40х40 м. Геометрические характеристики исследуемых оболочек приведены в таблице 1.

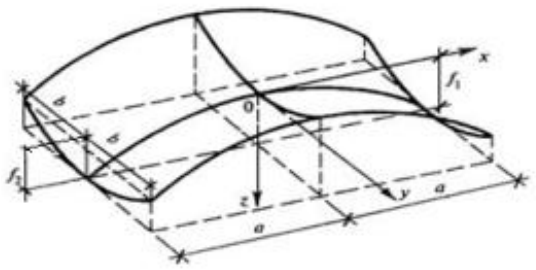
Таблица 1

Геометрические характеристики оболочек

Параметры	Гиперболический параболоид	Однолепестковый гипар
Геометрия плана (м)	40×40	40×40
Стрела подъема (провеса) f_1 (м)	4	4
Стрела подъема(провеса) f_2 (м)	4	4
Функции плоскости оболочки	$z=-4{,}0\left(\frac{x}{20}\right)^2-4{,}0\left(\frac{y}{20}\right)^2;$	$z=\left(-\frac{8}{1600}\right)xy+\frac{4}{40}x+\frac{4}{40}y;$
Толщина оболочки (мм)	60	60

На рис. 1 представлено схематичное расположение оболочек с заданным центром начала координат.

1)



2)

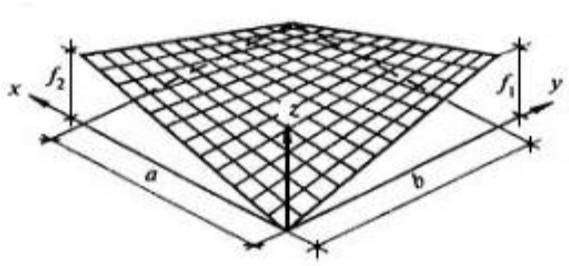


Рис. 1. Схемы оболочек с заданным центром начала координат и с направлением осей: 1) гиперболический параболоид; 2) однолепестковый гипар

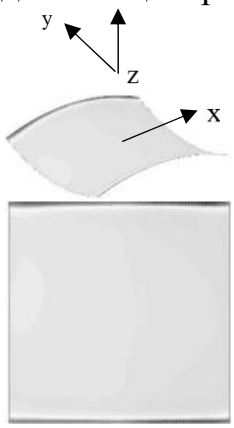
Гиперболический параболоид рис. 1.1 представляет собой оболочку со сторонами *2a* и *2b*, заданными параболами. Выпуклая парабола имеет стрелу подъема *f1* и полупролеты *a*. Вогнутая парабола имеет стрелу провеса *f2* и полупролеты *b*. В расчетной схеме гиперболический параболоид имеет шарнирное закрепление по всему периметру.

Поверхность однолепесткового гипара рис. 1.2 можно получить движением прямой (образующей), которая пересекает две скрещивающиеся прямые (направляющие). В сечении поверхности гипара лежат параболы, одни из которых расположены выпуклостью вниз, а другие выпуклостью вверх.

Расчет оболочек произведен методом конечных элементов.

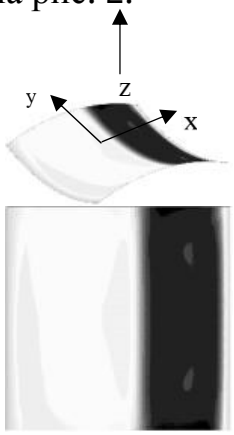
1. Полученные результаты расчета гиперболического параболоида с началом координат в центре оболочки представлены на рис. 2.

1)



-210,18	-193,16
-193,16	-176,14
-176,14	-159,12
-159,12	-142,1
-142,1	-125,08
-125,08	-108,07
-108,07	-91,05
-91,05	-74,03
-74,03	-57,01
-57,01	-39,99
-39,99	-22,97
-22,97	-5,95
-5,95	11,06
11,06	28,08
28,08	45,1
45,1	62,12

2)



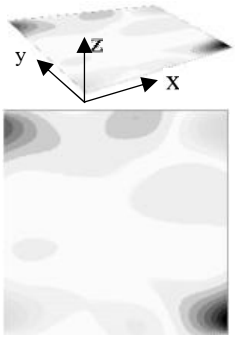
-41,45	-23,22
-23,22	-4,99
-4,99	13,24
13,24	31,48
31,48	49,71
49,71	67,94
67,94	86,17
86,17	104,41
104,41	122,64
122,64	140,87
140,87	159,1
159,1	177,34
177,34	195,57
195,57	213,8
213,8	232,03
232,03	250,27

Рис. 2. Поля напряжений гиперболического параболоида с заданным центром начала координат: 1) напряжения σx; 2) напряжения σ_y

На левой половине оболочки вдоль положительной кривизны по *x* возникают напряжения сжатия *σx*, которые изменяются в диапазоне от 5,95 т/м^2 до 125,08 т/м^2 (рис. 2.1), а вдоль отрицательной кривизны по *y* возникают напряжения растяжения *σy*, которые изменяются в диапазоне от 13,24 т/м^2 до 159,1 т/м^2 (рис. 2.2). На правой половине оболочки, в месте зоны повышенных снегоотложений, возникают наибольшие напряжения: вдоль положительной кривизны по *x*, возникают напряжения сжатия *σx*, которые изменяются в диапазоне от 125,08 т/м^2 до 210,18 т/м^2 (рис. 2.1), а вдоль отрицательной кривизны по *y*, возникают напряжения растяжения *σy*, которые изменяются в диапазоне от 159,1 т/м^2 до 250,27 т/м^2.

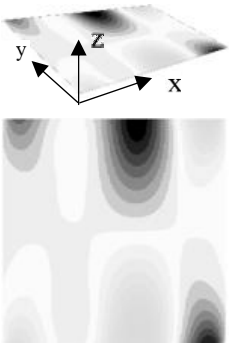
2. Полученные результаты расчета однолепесткового гипара с началом координат в точке опущенного угла при аналогичном загружении представлены на рис. 3.

1)



-512,53	-447,53
-447,53	-382,53
-382,53	-317,53
-317,53	-252,53
-252,53	-187,52
-187,52	-122,52
-122,52	-57,52
-57,52	7,48
7,48	72,48
72,48	137,48
137,48	202,48
202,48	267,48
267,48	332,48
332,48	397,48
397,48	462,48
462,48	527,48

2)



-615,23	-538,6
-538,6	-461,96
-461,96	-385,32
-385,32	-308,68
-308,68	-232,04
-232,04	-155,41
-155,41	-78,77
-78,77	-2,13
-2,13	74,51
74,51	151,15
151,15	227,79
227,79	304,42
304,42	381,06
381,06	457,7
457,7	534,34
534,34	610,98

Рис. 3. Поля напряжений однолепесткового гипара с заданным центром начала координат в точке опущенного угла: 1) напряжения σx, 2) напряжения σ_y

В средней части оболочки на пересечении положительной и отрицательной кривизн оболочки возникают напряжения сжатия σ_x и σ_y с максимальным значением напряжения 78,77 т/м^2. В приподнятых углах гипара возникают напряжения растяжения как по оси *x* так и по *y* с максимальным значением на-

пряжения 610,98 т/м^2. В опущенных углах гипара возникают напряжения сжатия как по оси x так и по y с максимальным значением напряжения 615,23 т/м^2.

Проанализировав полученные результаты напряжений оболочек, можно сделать следующий вывод, что в гипарах, в которых направление кривизн совпадает с направлением сторон контура (гиперболический параболоид) возникают наименьшие напряжения, чем в гипарах, у которых направление кривизн совпадает с направлением диагоналей (однолепестковый гипар). Вдоль оси x напряжения сжатия меньше на 302,35 т/м^2; напряжения растяжения меньше на 465,36 т/м^2. Вдоль оси y напряжение сжатия меньше на 573,78 т/м^2, напряжения растяжения меньше на 360,71 т/м^2.

Следовательно, для покрытия здания с размерами в плане 40×40 при стреле подъема 4 м наиболее рационально использовать гиперболический параболоид с главными кривизнами, расположенными параллельно сторонам контура. Однако, при увеличении стрелы подъема однолепесткового гипара, напряжения в нем, вероятно, будут снижаться. Это позволит приблизить работу однолепесткового гипара к гиперболическому параболоиду.

Дальнейшее исследование будет направлено на анализ напряженно-деформированных состояний гиперболического параболоида и однолепесткового гипара при изменении геометрических параметров при несимметричном загружении с учетом зон повышенных снеговых отложений.

1. СП 52-117-2008 Свод правил. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. – Введ. 2008-08-15. – Москва: ОАО «НИЦ “Строительство”», с измен., 2010. – 27 с.: ил.

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ АРМАТУРЫ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Т.К. Галочкина, Т.Е. Кузьминская
Научный руководитель ***Н.В. Михалевич****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Массовая эксплуатация железобетона в России началась после 1945 года, то есть в настоящее время составляет более 70 лет, поэтому накопление опыта по данному вопросу носит актуальный характер на современном этапе, так как срок эксплуатации объектов приближается к минимальному нормативному сроку эксплуатации, который составляет 100 лет [1]. Основным рабочим элементом комплексного материала железобетона в растянутой зоне является арматура, воспринимающая растягивающие напряжения и оценка ее прочности при обследовании обеспечит правильный выбор категории технического со-

стояния конструкции, а также степень возможности ее дальнейшей эксплуатации. Обследование железобетонных конструкций проводится в два этапа: визуальный и инструментальный.

При инструментальном обследовании определяют [2]:

- прочность и водонепроницаемость бетона;
- количество арматуры, ее площадь и профиль;
- толщину защитного слоя бетона;
- степень и глубину коррозии бетона (карбонизация, сульфатизация, проникание хлоридов и т.д.);
- наклоны, перекосы и сдвиги элементов конструкций;
- деформации основания;
- осадки, крены, прогибы и кривизну фундаментов.

Таким образом при обследовании железобетонных конструкций необходимо выявить расположение арматурных стержней, их количество, диаметр, класс или марку стали по необходимости, толщину защитного слоя, а также качество сцепления арматуры с бетоном. Нарушение сцепления арматуры с бетоном за счет коррозии можно установить постукиванием поверхности бетона (при этом прослушиваются пустоты), что достаточно просто выполнить по месту расположения конструкции.

Наиболее простым способом определения прочности арматуры является ее визуальная оценка по профилю. Прочность арматуры при отсутствии необходимой документации можно ориентировочно визуально определить по ее профилю, но только для арматуры класса А240 (гладкая), А300 (винт) и А400 (елочка), для арматуры повышенной прочности такая методика не подходит,так как профиль аналогичен А400. При ориентировочном определении прочности арматуры по рисунку профиля стержней количество участков, в которых определяется профиль стержней одного и того же диаметра в однотипных конструкциях, должно быть не менее пяти. Число конструкций, в которых определяются диаметр, количество и расположение арматуры, принимается не менее трех [3].

За последние годы появились новые конструкционные стали для армирования железобетонных конструкций с различным профилем:

- А 500 СП по ТУ 14-1-5526-2006 с четырехсторонним серповидным профилем, рисунок 1:

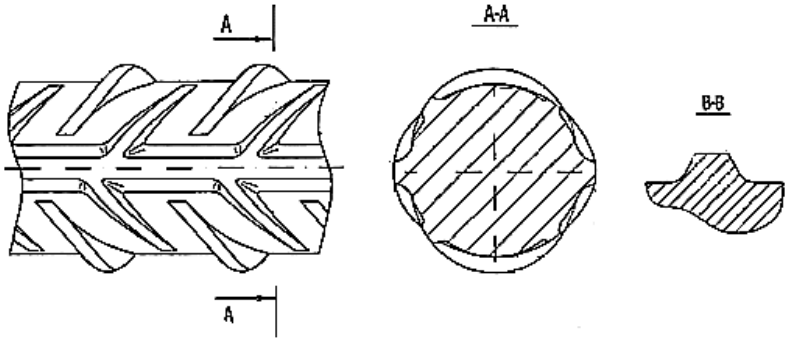


Рис. 1. Внешний вид профилей арматуры А500СП

- В 500 СП по ГОСТ Р 52544-2006, рисунок 2:

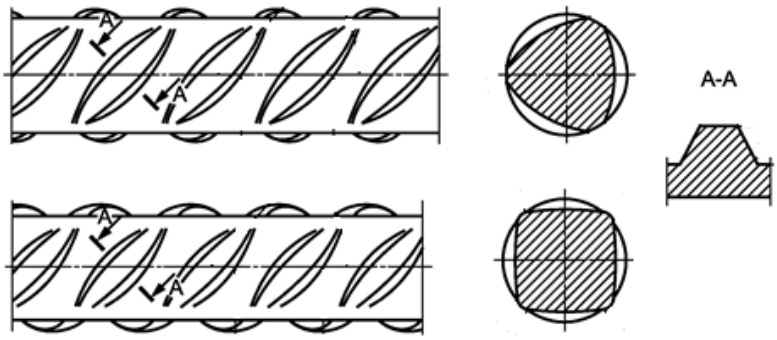


Рис. 2. Внешний вид профилей арматуры В500СП

- Ат 400 ÷ Ат 1200 по ГОСТ 10884-94, рисунок 3:

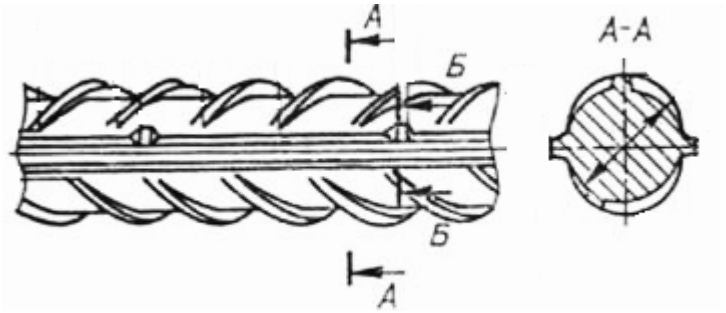


Рис. 3. Внешний вид профиля арматуры Ат400…Ат-1200

При обследовании объектов, построенных в более ранний период, использование новых профилей не носит массового характера, а при обследовании эксплуатируемых конструкции практически не встречается.

Для определения прочности арматуры обязателен отбор пробы определенной длины, что сопровождается нарушением целостности защитного слоя и арматуры и требует усиления обследуемой конструкции, что достаточно дорогостоящее мероприятие.

Арматурные стали одной марки или класса имеют в действовавших в разные годы нормативных документах разные величины нормативных и расчетных сопротивлений. П0ри обследовании необходимо определять годы проектирования и постройки здания или сооружения, а значения нормативных и расчетных характеристик механических свойств принимать с учетом действующих в период постройки норм (Н и ТУ123-55, СНиП II-21-75, СНиП II-13.1-62, СНиП II-21-75 до 1986 года; СНиП 2.03.01-01 с 1986 года по 2005 год, по 2012 год в соответствии с СП 52-101-2003, в настоящее время по СП 63,13330.2012)

При обследовании в 2005 году железобетонных балок склада в г. Череповец, построенного в 1976 году, была определена прочность арматуры методом отбора пробы и визуально. Сборные железобетонные балки в осях 1-19 изготовлены в условиях строительной площадки с использованием деревянной

опалубки, балки в осях 20-40 изготовлены в заводских условиях. При обследовании балок были выявлены следующие дефекты: армирования:

- рабочая арматура балок покрытия в осях 1-19 по данным обследования смещена на 80 мм от проектного положения;

- визуально арматура относится к классу А-III с $R_a^н$ = 4000 кгс/см^2, а R_a = 3400 кгс/см^2. Обследование проводилось в 2005 году, когда действовали нормы проектирования [5], где R_{sn} =4000 кгс/см^2, а R_s =3650 кгс/см^2.

По нормам от 2004 года [6] для арматуры класса А 400(А-III), Rs,n = =400 МПа (4000 кгс/см^2), а Rs =355 МПа (3550 кгс/см^2).

В настоящее время действует СП 63.133330.2012, в котором $R_{s,n}$ = =400 МПа, а R_s =350 МПа (3500 кгс/см^2).

Анализируя нормативные и расчетные характеристики прочности арматуры необходимо отметить, что нормативные параметры прочности арматуры остаются без изменения, а расчетные имеют колебания в сторону увеличения от 3 до 7,5% по сравнению с годом постройки (рисунок 4).Экспериментальные результаты прочности арматуры колебались $\sigma_{s,n}$ = 354÷370 МПа, что с учетом обработки результатов данных дало $R_{s,n}$ = 350 МПа, а R_s =300 МПа [7].

По требованиям ГОСТ 12004 длина образцов для стержней диаметром менее 20 мм должна определяться как

$$l = 2a+200 \text{ мм}, \qquad (2)$$

где a – длина стержня, необходимая для захвата разрывной машиной.

Испытания проводились на 7 образцах диаметром 18 мм, поверхностная коррозия отсутствовала.

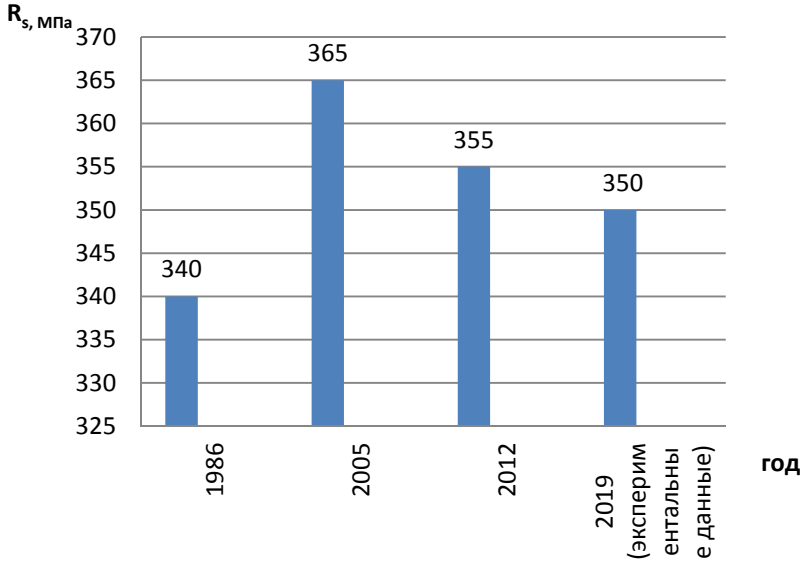


Рис. 4. Сравнительный анализ расчетной прочности арматуры

Выводы по работе:

- железобетонные конструкции, запроектированные до 1986 года, рассчитаны по более низким расчетным прочностным показателям, норма расхожде-

ния составляет около 3%, что с учетом вводимых коэффициентов надежности практически не отражается на несущей способности;

- испытания образцов арматуры показали, что фактическая расчетная прочность арматуры составляет R_s =300 мПа, что ниже на 11% от проектной на момент строительства и на 14% от норм дествующих в настоящее время;

- для более точного определения прочности арматуры рекомендуется не только визуальная оценка ,но и экспериментальная.

1. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

2. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

3. ВСН 57.88 р. Положения по техническому обследованию зданий.

4. СНиП II-21-75. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой России. – Москва: ГУП ЦПП, 1975. – 108 с.

5. СНиП 2.03.01-01. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой России. – Москва: ГУП ЦПП, 2000. – 76 с.

6. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры (одобрен постановлением Госстроя РФ от 25.12.2003 г. №215). – Москва: Госстрой. – 2004.

7. Михалевич Н.В., Плотникова О.С. Определение прочности арматуры при обследовании железобетонных конструкции // Вестник Вологодского государственного университета. – 2019. – № 1(3). – С. 69-72.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ САМОНАПРЯЖЕННОГО БЕТОНА В ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

А.В. Дмитриева

Научный руководитель ***Н.С. Новожилова,*** *канд. техн. наук, доцент*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

г. Санкт-Петербург

Применение предварительно напряженных железобетонных конструкций способствует улучшению их работы по трещиностойкости и прогибам. Существует три вида создания напряжения в арматуре: натяжение арматуры на упоры, натяжение арматуры на бетон и создание напряжение в арматуре за счёт самонапряжения бетона. Последняя технология создания напряжения в арматуре менее распространенная, но имеет массу положительных свойств.

Использование самонапряженного бетона позволяет получить напряженную конструкцию на строительной площадке без дополнительных устройств и оборудования. Это происходит в результате появления растягивающих усилий

в самом бетоне (выполненного с применением расширяющихся цементов), появляющихся в процессе его твердения. При достижении необходимой прочности, достаточной для сцепления с арматурой, при дальнейшем твердении происходит напряжение арматуры. А арматура, в свою очередь, стремясь сократиться, обжимает бетон. Таким образом, получается предварительно напряженная строительная конструкция. Одним из главных показателей является минимальная усадка при твердении. В современном строительстве все чаще такой бетон находит свое применение, его называют бетоном XXI века [1].

Целью исследования является оценка рациональности использования самонапряженного бетона в монолитном строительстве.

Для начала изучения его свойств было произведено сравнение обычного бетона на портландцементе и бетона с добавлением специальной расширяющей добавки (сульфатоалюминатная добавка). Класс бетона был принят В40. Сравнительный результат приведен в таблице 1.

Как видно из таблицы, напрягающий цемент (НЦ) выигрывает по ряду характеристик в сравнении с обычным бетоном. Благодаря особенностям своей структуры, он является более водонепроницаемым, обладает высокой морозостойкостью и большей устойчивостью к воздействию агрессивных сред, что существенно снижает эксплуатационные затраты. Эти показатели являются следствием уплотнения структуры цементного камня в условиях всестороннего сжатия, возникающего в результате самонапряжения.

Сравним работу конструкций из обычного и самонапряженного бетона на примере одинаковых изгибаемых балочных элементов при расчете по предельному состоянию второй группы: на образование и раскрытие трещин. В первом случае будем рассматривать балку, выполненную из бетона класса В30, армированную обычной ненапрягаемой арматурой А500 диаметром 12 мм. Во втором случае рассмотрим работу балки из бетона класса В30 с маркой по самонапряжению Sp1 и арматурой диаметром 12 мм класса А500. Рабочее сечение балки составляет А=16 см^2.

Таблица 1

Сравнительные характеристики бетона на портландцементе и напрягающего бетона

Вяжущее	Класс бетона	Расход		Водопоглощение, %	Прочность, МПа	Водопроницаемость, W	Морозостойкость, F
		ПЦ	НЦ				
Бетон на портландцементе (ПЦ)	В40	400	-	5,1	41	9	200
Бетон на ПЦ + расширяющая добавка (НЦ)	В40	375	35	4,2	45	20	500

Определим для первого случая изгибающий момент, воспринимаемый нормальным сечением элемента при образовании трещин, определяемый по формуле пункта 8.1 [2].

Расчет для второго случая момент с учетом сил обжатия находится по формуле из пункта 7 [3]:

$$M_{crc} = 1.2R_{bt,ser}W_{pl} \pm \sigma_{sp}A(r \pm e_0), \quad (1)$$

где 1.2 – коэффициент условий работы бетона на растяжение, учитывающий увеличенную прочность бетона на НЦ при растяжении;

$R_{bt,ser}$ – сопротивления бетона осевому растяжению;

W_{pl} – пластический момент сопротивления сечения;

A – площадь сечения железобетонного элемента;

r – эксцентриситет усилий предварительного обжатия относительно растянутой (наименее сжатой арматуры) [3];

e_0 – эксцентриситет усилия обжатия относительно центра тяжести приведенного сечения;

σ_{bp} – напряжение обжатия бетона в процессе самонапряжения конструкции в зависимости от марки бетона по самонапряжению, коэффициента и характера армирования конструкции определяется по формуле 1 из [3]

$$\sigma_{bp} = R_{bs}k_{\mu}k_{s}k_{e}\ , \quad (2)$$

где R_{bs} – величина расчетного самонапряжения напрягающего бетона, принимаемая в зависимости от марки бетона по самонапряжению, принимаемого по табл. 4.1 [3];

kμ – коэффициент, определяемый в зависимости от суммарного коэффициента армирования для рассматриваемого направления по формуле

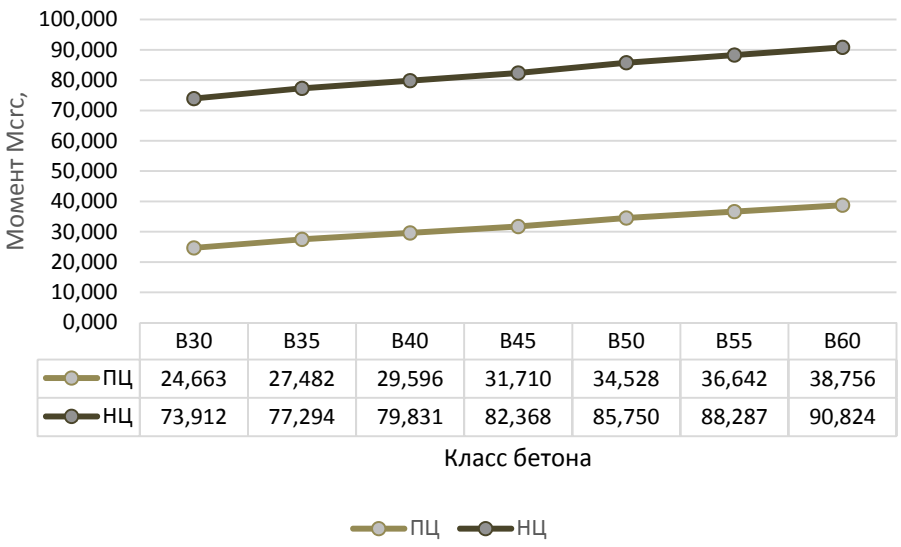
$$k_{\mu} = \sqrt{\frac{1{,}57(\mu+\mu')}{0.0057+\mu+\mu')}}\ , \quad (3)$$

где μ, μ′ – коэффициенты армирования арматуры соответственно S и S';

ks – коэффициент, принимаемый при определенном расположении арматуры в бетоне (одно-, двух- и трехосное армирование) по пункту 6.1.1 [3];

ke – коэффициент, определяемый в зависимости от эксцентриситета армирования сечения es, определяемый по формуле 4 пункта 6.1 [3].

Результат расчетов показан на рис. 1. Как видно из графика, момент раскрытия трещин у элементов на самонапряженном бетоне больше, чем у обычного бетона.



	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
ПЦ	24,663	27,482	29,596	31,710	34,528	36,642	38,756
НЦ	73,912	77,294	79,831	82,368	85,750	88,287	90,824

Рис. 1. Сравнительные характеристики обычного бетона и бетона на НЦ

Подводя итог, можно сказать, что на основании предварительных результатов исследовательской работы, а также проведенного анализа литературных источников, вопросы применения напрягающих цементов в современном строительстве являются актуальными и нуждаются в дальнейшем изучении. По результатам расчетов видно, что

- использование конструкций на напряженном бетоне является более рациональным в конструкциях, требующих повышенных показателей по трещиностойкости, морозостойкости и водонепроницаемости;
- применение самонапряженного бетона становится выгодней при использовании в большепролетных зданиях за счет повышенной прочности данного бетона на осевое растяжение [3];
- воздействие усилия напряжения бетона на арматуру становится более существенным при двухосном и трехосном армировании [4];

Применение самонапряженного бетона в монолитном строительстве требует дальнейшего изучения и разработки. В дальнейших исследованиях будет рассмотрено влияние величины пролета конструкции на рациональность применения самонапряженного бетона.

1. Михайлов В.В. Предварительно-напряженные железобетонные конструкции. (Теория, расчет и подбор сечений) [Текст]: учеб. для студентов вузов / В.В. Михайлов. – Москва: Стройиздат, 1978 – 383 с.

2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями № 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL.: http://docs.cntd.ru/document/1200095246 – СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями № 1, 2, 3).

3. Руководство по проектированию монолитных водонепроницаемых конструкций из напрягающего бетона. Методическое пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL.: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293748/4293748204.htm – Методическое пособие. Руководство по проектированию монолитных водонепроницаемых конструкций из напрягающего бетона.

4. Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.01-84) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL.: http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854020.htm – Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ АУТРИГЕРОВ В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ

Ю.А. Дресвянина

Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность данного исследования состоит в том, что существует тенденция развития высотного строительства в России, и за последние 10 лет было построено более 40 высотных зданий. Поэтому возникает необходимость в проектировании устойчивых конструкций. С этой целью было проведено исследование повышения устойчивости высотных зданий и размещения аутригерных конструкций по высоте здания.

Цель работы – разработка устойчивого конструктивного решения 60-этажного офисного здания.

Задачами проекта являются:

1. Оценка перемещений и усилий при использовании в здании различных видов конструкций.

2. Выбор эффективного и экономичного варианта аутригерной конструкции.

3. Выбор наилучшего размещения аутригерных этажей по высоте здания.

4. Оценка устойчивости здания с учетом прогрессирующего обрушения.

Объектом исследования является 60-этажное офисное здание в г. Москве с каркасно-ствольной конструктивной схемой, высотой 228 м и размерами в плане 42 × 42 м. Высота этажа – 3,8 м. План типового этажа представлен на рисунке 1.

Аутригеры – это дополнительные пояса жесткости, расположенные в уровне одного или нескольких этажей здания, выполняемые в виде ферм металлических или бетонных или сплошных поясов из бетона.

Расчет производился с помощью вычислительного комплекса SCAD 21.1, при этом были учтены следующие нагрузки: ветровая, собственный вес кон-

струкций, снеговая, нагрузка от людей, мебели, перегородок и наружной ограждающей конструкции, рассчитанные по действующему нормативному документу [1]. Были рассмотрены 2 варианта конструкций аутригеров: фермы перекрестные из стали С440 коробчатого сечения и сплошные железобетонные аутригеры толщиной 300 мм. Схемы конструкций представлены на рисунке 2 и 3.

Максимальные горизонтальные перемещения верхних точек здания не должны превышать величины $l/500$, где l – высота здания, м.

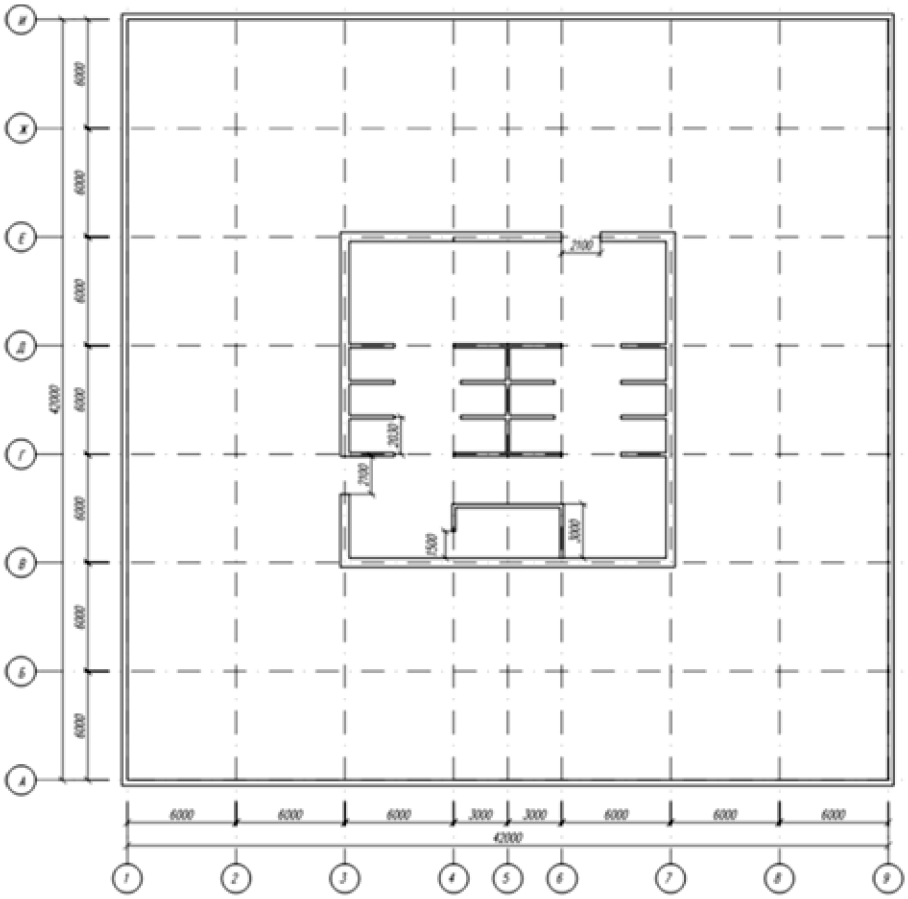


Рис. 1. План типового этажа

В результате исследования максимальные перемещения по оси Y при устройстве перекрестных ферм составили 157 мм, а перемещения при сплошном аутригере – 149 мм. В здании без дополнительных поясов жесткости перемещения по оси Y достигли 195 мм. Анализируя полученные результаты, делаем вывод, что перемещения в здании с устройством перекрестной фермы в уровне одного этажа по сравнению со зданием без аутригеров уменьшились на 19%, а при сплошном – на 23%. Во всех рассмотренных вариантах перемещения не превысили допустимое значение. При подсчете затрат на материал аутригеров различной конструкции было получено, что устройство сплошного аутригера будет дешевле, чем устройство перекрестной фермы, в 2 раза.

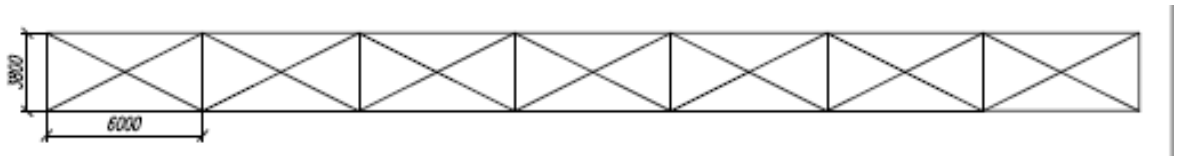


Рис. 2. Схема фермы-аутригера

Устройство аутригеров в здании должно совпадать с размещением технических этажей, которые в общественных зданиях располагаются по высоте с шагом не более 75 м. Для рассматриваемого здания оптимальным будет расположение аутригеров на отметках 72,2 м (20 этаж), 144,4 м (39 этаж) и на отметке 224,2 м (60 этаж). Устройство дополнительного аутригера в исследуемом здании на отметке 34,2 м (10 этаж) приведет к уменьшению горизонтальных перемещений здания.

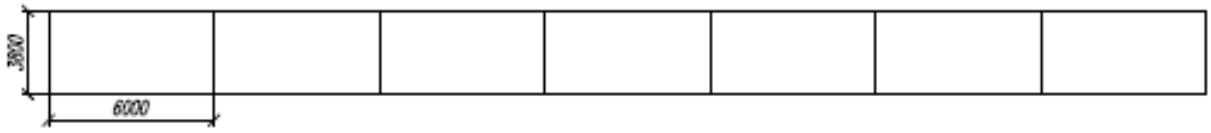


Рис. 3. Схема сплошного аутригера

К прогрессирующему обрушению относятся ситуации, когда разрушение или повреждение какой-либо малой части конструкции ведет к полному или почти полному разрушению всей конструкции. Аварийные ситуации могут быть вызваны как деятельностью человека, так и природными явлениями.

Для проведения расчета необходимо выполнить:

1) статический и динамический расчеты с целью определения напряженно-деформированного состояния конструкции в нормальных условиях эксплуатации;

2) выбор расчетных сочетаний усилий (РСУ);

3) подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций с учетом первого и второго (трещиностойкость) предельных состояний;

4) проверка и подбор прокатных сечений элементов стальных конструкций.

Для анализа устойчивости здания без аутригера с учетом прогрессирующего обрушения была удалена 1 несущая колонна на 1 этаже. Выбор удаляемой конструкции осуществлялся на основе требований действующего свода правил [2]. В качестве удаляемой из расчетной схемы конструкции была выбрана наиболее нагруженная колонна первого этажа.

В SCAD 21.1 результаты расчета анализируются при помощи коэффициента использования k_{max}, который равен 1 для работающих элементов, меньше 1 – для вышедших из строя, и находящийся около 1 – элементы попавшие в интервал неопределенности, т.е. таких, которые, по мнению расчетчика, с одинаковой вероятностью могут быть отнесены и к выбывшим из строя, и к работающим.

В результате моделируемой ситуации в исследуемом объекте без дополнительных жестких конструкций три колонны с равной вероятностью могут

разрушиться либо остаться целыми ($k_{max} \approx 1$). При удалении одной несущей колонны на первом этаже здания с аутригерами конструкция сохраняет свою устойчивость ($k_{max} = 1$).

В теории конструктивное решение высотного здания без аутригеров возможно, при этом необходимо значительно увеличить поперечные сечения колонн, плит перекрытия и ядра жесткости в несколько раз. Но на практике такое решение в большинстве случаев не рассматривается, потому что это экономически не выгодно. Увеличение сечения несущих элементов приведет к значительному возрастанию собственного веса здания, что в свою очередь увеличивает давление на грунт, что отразится на усложнении проектирования фундамента и его удорожание.

Выводы:

1. Проведен анализ влияния двух различных аутригерных конструкций на перемещения и выбран сплошной как самый эффективный (снижение перемещений на 23%) и экономичный вариант (дешевле перекрестных ферм в 2 раза).

2. Подобраны и размещены 4 аутригера на 10, 20, 39 и 60 этаже здания.

3. Исследовано влияние аутригерных конструкций на устойчивость здания.

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 146 с.

2. СП 296.1325800.2017. Здания и сооружения. Особые воздействия. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 28 с.

ПРОИЗВОДСТВО СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

С.Н. Куанов

Научный руководитель ***В.Т. Станевич,*** *канд. техн. наук, профессор*

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

г. Павлодар, Казахстан

Статья посвящена вопросам использования отходов теплоэлектростанций для производства сухих строительных смесей. Цель данной работы – назначение наиболее качественных компонентов сухой строительной смеси при наименьшем расходе цемента и химических добавок.

Произведено исследование влияния тонкомолотой минеральной добавки золы-уноса ТЭЦ-2 города Павлодар, на свойства композиционного вяжущего, определялась способность содержащихся в золе кислотных оксидов вступать в химическую реакцию с гидратом окиси Са, а также влияние химических добавок. Золы и шлаки от сжигания каменных углей и антрацитов по химиче-

скому составу представлены в основном SiO_2 и Al_2O_3. Содержание CaO обычно не превышает в них 5%.

В работе использовались материалы, которые условно можно разделить на: технические – портландцемент, известь; техногенные – зола-унос; и природные – песок.

Зола-унос Павлодарской ТЭЦ-2 образуется при сжигании Экибастузского угля. Зола-уноса Павлодарской ТЭЦ-2 по химическому составу относиться к кислым (CaO ДО 10%), она удовлетворительна к требованиям ГОСТ 25485-99. Показатели приведенные в таблице 1 свидетельствуют о том, сто зола по химическому составу представлена преимущественно оксидами кремния, алюминия, железа и кальция, на долю котрых приходиться до 95% массы материала. из микрокомпонентов в золе ТЭЦ обнаружены в количестве до 0,005 медь, мышьяк, никель цинк, до 0,003% – свинец. Зола-унос взята высококремнистая с электрофильтров Павлодарской ТЭЦ-2. Физико-механические свойства золы приведены в таблице 2.

Таблица 1

Химический состав золы-уноса Павлодарской ТЭЦ-2

Химический состав	SiO_2	Al_2O_3	Fe2O3	MgO	CaO	K_2O	TiO_2	Na_2O	п.п.п
Содержание, %	61,8	26,4	4,29	0,4	2,3	0,6	0,01	0,2	4

Таблица 2

Физико-механические свойства золы-уноса

Плотность истинная , г/см^3	Плотность насыпная, кг/м^3	Пористость, %
2,43	890	63,3

Анализ исследований и практический опыт применения показывают, что при изготовлении сухих строительных смесей широко применяются зарубежные и отечественные модификаторы, позволяющие получать материалы широкого спектра применения, в частности, кладочные растворы, клеи, шпатлевки, специальные смеси [1, с. 56-63].

В качестве добавок для получения сухих смесей использовалась пластифицирующая добавка – суперпластификатор SOLITARD S3 и противоморозная добавка CALTER K30.

Исследование физико-механических свойств сухих строительных смесей проводилось на образцах-цилиндрах размерами 50×50. Получение образцов из сухих строительных смесей осуществлялось в несколько этапов: перемешивание сухих компонентов до однородной структуры; введение воды; введение комплексных добавок в сухую однородную смесь и её перемешивание; формование образцов; твердение образцов. Изготовленные образцы твердели в нормальных условиях в течение 3 и 7 и 28 суток, а затем подвергались стан-

дартным испытаниям для определения эксплуатационных характеристик сухой строительной смеси [3, с. 24].

Прочность при сжатии образцов определялась по ГОСТ 58277-2018 «Растворы строительные. Методы испытаний». В качестве испытательного оборудования для исследования прочности при сжатии образцов использовался пресс гидравлический ПГМ-100МГ4.

В таблице 3 приведены материалы и добавки входящие в состав сухой строительной смеси используемые в испытании и их пропорции.

Таблица 3

Состав сухой строительной смеси

№ партии	Состав	Количество, %					
		цемент	песок	известь	Зола-унос	добавка, гр.	
						суперпласти-фикатор S3	противо-морозная добавка К30
I	1	10	65	5	20		
	2	10	65	5	20	0,2	
	3	10	65	5	20		0,2
II	1	5	70	15	15		
	2	5	70	15	15	0,2	
	3	5	70	15	15		0,2
III	1	10	60	30			
	2	10	60	30		0,2	
	3	10	60	30			0,2
IV	1	5	65	20	10		
	2	5	65	20	10	0,2	
	3	5	65	20	10		0,2

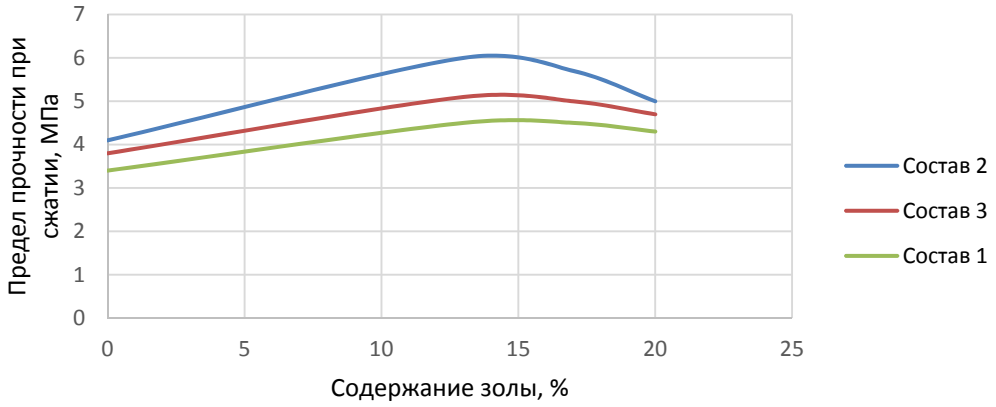
Прочностные результаты испытания приведены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние соотношения материалов и добавок на прочность сухой строительной смеси

№	Прочность в возрасте, МПа		
	3 суток	7 суток	28 суток
I-1	1,1	2,0	4,3
I-2	1,6	3,1	5,1
I-3	1,5	2,8	4,7
II-1	1,2	2,5	4,5
II-2	1,8	3,4	6,0
II-3	1,5	2,9	5,1

№	Прочность в возрасте, МПа		
	3 суток	7 суток	28 суток
III-1	1,0	2,1	3,4
III-2	1,3	2,5	4,1
III-3	1,1	2,3	3,8
IV-1	1,2	2,1	4,2
IV-2	1,7	3,2	5,6
IV-3	1,4	2,5	4,8



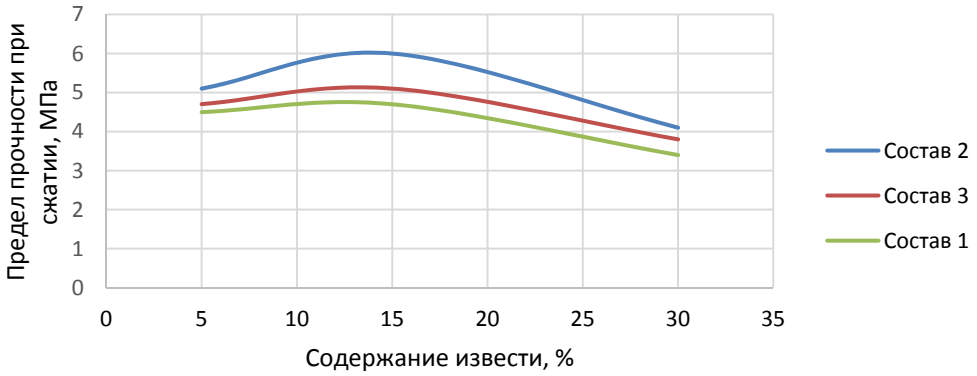


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии от состава

Полученные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы.

Введение золы, суперпластификатора и противоморозной добавки, в состав сухой строительной смеси, способствует улучшению качества штукатурного раствора.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность использования золы-унос в качестве активной минеральной добавки в составе сухих строительных смесей.

1. Демьянова, В.С. Эффективные сухие строительные смеси из местных материалов / Демьянова В.С., Калашников В.И., Дубошин. – Москва: 2000. – С. 181.

2. Гонтарь, Ю.В.Модифицированные сухие смеси для отделочных работ/ Ю.В. Гонтарь, А.И. Чалова // Строительные материалы. – 2001. – № 4. – С. 87-89.

3. ГОСТ Р 58277-2018.Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний: – Москва: Стандартинформ, 2019. – С. 41.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВОЗВЕДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПЛАНЕТЕ МАРС

О.Р. Кучин
Научный руководитель ***С.А. Соловьев****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Идея о рассмотрении подобных проблемы с последующим поиском решений пришла неслучайно. У НАСА есть опыт создания небольшого жилого блока для кратковременного пребывания человека на поверхности земного спутника- лунный модуль корабля Аполлон. Кратковременность пребывания обуславливается рядом факторов: повышенный радиационный фон, отсутствие атмосферы, экстремальными температурами. Так же нежилые модули Марса показали другой химический состав атмосферы и сильные ветра, сопровождаемые масштабными пылевыми бурями.

Долговременное пребывание человека на других объектах солнечной системы предполагает создание конструкции способной выдерживать экстремальные, несвойственные Земле, нагрузки и воздействия. Наиболее известной и относительно легко решаемой является проблема термозащиты.

Термозащита жилого модуля подразумевает не только защиту от экстремальных температур, но и грамотную терморегуляцию. Известно, что температура атмосферы Земли понижается до высоты примерно в 100 км. Однако, на высотах около 200 км температура может доходить до 630°С. На этих высотах нагрев объектов происходит за счет излучения и отсутствия защиты атмосферой.

Таблица 1

Изменение параметров атмосферы с высотой

Высота, км	Давление, кгс/см^2	Температура, °С	Концентрация частиц, см^3
0	1	+15	2.5*1018
11	0.2	-56	4.5*1018
20	5*10-2	-56	2*1018
30	10-3	-42	4*1017
46	10-4	0	3*1016
64	10-5	-33	1015
102	10-8	-60	1012
200	10-10	+630	1010
6500	10-16	103-104	103
20000 и выше	10-17	103-105	10-102

Для задач марсианской миссии наиболее подходящим является изоляция жилого блока от тепловыделяющих элементов и защита этого блока преимущественно от внешних воздействий. Такой подход может значительно облегчит транспортировку отдельных элементов и обезопасить космонавтов от аварийных ситуаций, связанных с этой транспортировкой.

Современная наука уже в состоянии обеспечить жилой модуль необходимой теплозащитой. В промышленности уже активно используется нанопористая теплоизоляция для сверхнизких температур и криогенной техники, которая представляет собой стекловолокнистый холст с распределенными в нем частицами аэрогеля диоксида кремния. Имеется пароизоляционный слой в виде алюминиевой фольги, дублированной полимерной пленкой. Такой материал имеет крайне низкую теплопроводность: теплопроводность доступных аэрогелевых материалов может доходить до λ=0.014Вт/м°С. Данный материал позволяет работать при температурах близких к абсолютному нулю (-265°С), при плотности материала 130 кг/м^3 (рис. 1). В рамках исследования было проанализировано влияние температуры на теплопроводность (рис. 3), из анализа видно, что классические материалы утеплителя резко изменяют свойства теплопроводности при экстремальных температурах.

THERMAL CONDUCTIVITY †

Tested in accordance with ASTM C177

Mean Temp. °F / °C	k BTU-in/hr-ft²-°F / mW/m-K
-200 / -129	0.096 / 14
-100 / -73.3	0.10 / 15
0 / -17.8	0.11 / 16
75 / 23.9	0.12 / 17
100 / 37.8	0.12 / 17
200 / 93.3	0.13 / 19

†Thermal conductivity measured at a compressive load of 2 psi.

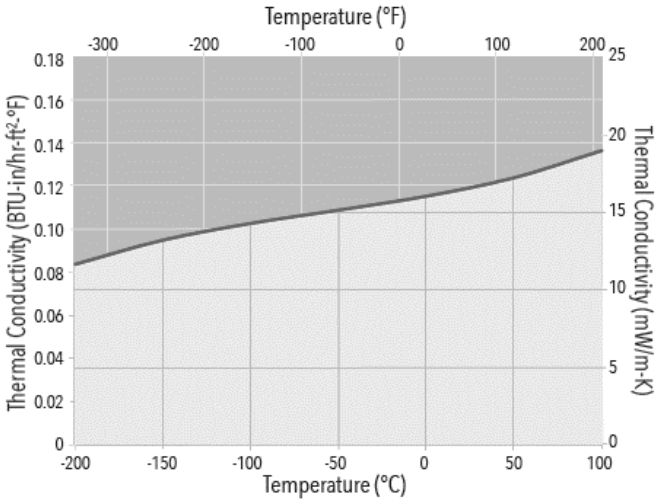


Рис. 1. График теплопроводности, предоставленный производителем аэрогелевых материалов для одного из типов продукции [1]

Подобный современный материал открывает большие возможности для освоения космоса. Кроме того, плотный аэрогелевый рулон имеет возможность механического крепления к конструкции. По информации НАСА [2], температура в атмосфере красной планеты может колебаться от +70°С до -153°С, при этом нагревание атмосферы происходит с большими перепадами из-за большой разреженности – до нескольких градусов на 1 метр высоты (рис. 2).

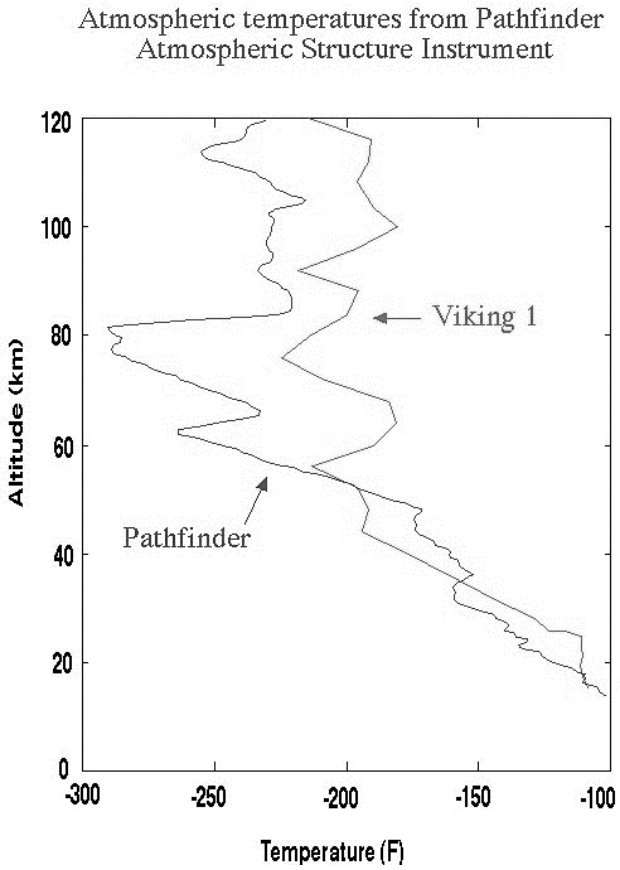


Рис. 2. График изменения температуры с высотой, по информации «Викинг-1» и «Марс Пасфайндер»

Использование таких легких и тонких материалов поможет инженерам пренебречь такими резкими перепадами по высоте. Так же, позволит использовать подобную теплозащиту и на других объектах солнечной системы. Подобная защита уже используется в марсоходах Спирит и Оппотьюнити [3] для защиты электроники от марсианского холода. Данный материал используется в виде светопроницаемых плиток, которые так же имеют свойство создавать парниковый эффект задерживая ультрафиолетовое излучение. Такой эффект можно использовать для получения жидкой, предполагаемо находящейся под поверхностью Марса замерзшей воды. Подобное исследование было представлено Британскими и Американскими [3] учеными на основании проведенных экспериментов.

Для конструкции жилого модуля наиболее важна масса аэрогелевых материалов. При использовании сверхлегких материалов можно создать достаточно легкую и прочную конструкцию для проживания первых поселенцев. Предположительно, наибольшее воздействие на человека будет оказывать радиация, для защиты от которой потребуется либо тяжелая многослойная конструкция, либо использование местного марсианского грунта для покрытия доставляемой на Марс конструкции. При использовании каркаса можно предположить сильные сжимающие и изгибающие нагрузки на материал. Аэрогель позволит выиграть несущую способность для конструкции от нагрузок теп-

лоизоляционных материалов предыдущего поколения. Стоимость такого продукта достаточно высокая – из-за ограниченности использования материала в России удалось установить примерную цену 3-4 тысячи рублей за 1 м^2. Производство на территории России осуществляет AspenAerogels.

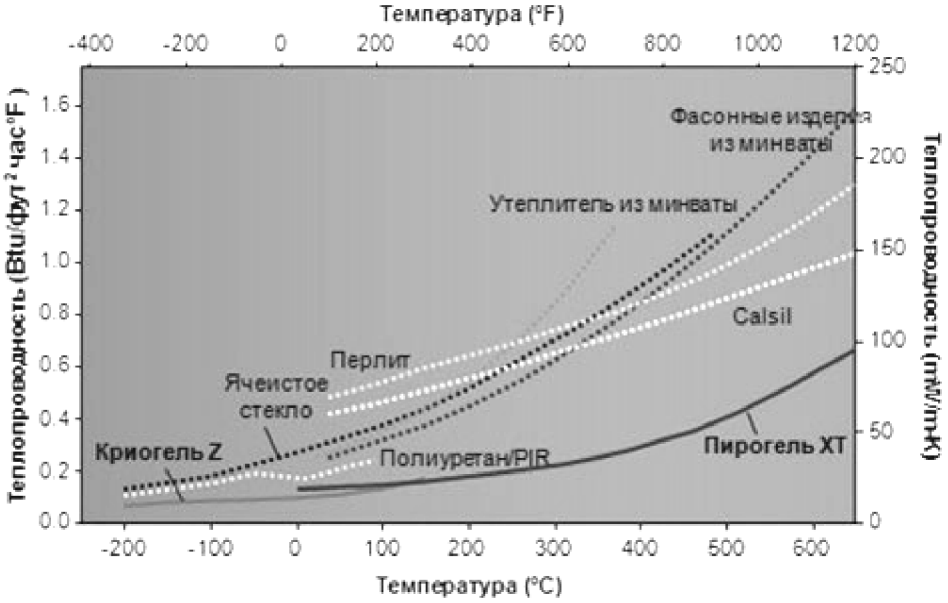


Рис. 3. Сравнение теплопроводности аэрогеля «Криогель-Z» с другими типами утеплителей

Марсианское значение ускорения свободного падения, равное 3,711м·с^2, позволит пересмотреть и значительно облегчить работу аналогичной земной конструкции. Для сравнения можно воспользоваться формулой: P=mg, где g=3.711 для Марса и g=9.8066 для Земли. Пропорционально выходит, что РЗем.≈ 2.64РМар. Следовательно, появляется возможность увеличить нагрузку аналогичную Земле в 2,64 раза. Также относительно и среднего атмосферного давления: на Земле оно составляет 1013.25 мБар, а для Марса всего 6.1 мБар, что в 16.9 раз меньше.

Таким образом, строительство на планетах земной группы и других твердых объектах солнечной системы возможно при соответствующем сегодняшнем дню уровне развития технологий. Для этого есть определённая необходимость исследований состава атмосферы и грунта, т.к. эти объекты имеют меньшую массу и атмосферу, и пересчет нагрузок выглядит легче, чем решение остальных проблем.

1. Официальный сайт «Aspen Aerogels» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.aerogel.com – Загл. с экрана.

2. Официальный сайт «NASA» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.nasa.gov – Загл. с экрана.

3. Wordsworth R., Kerber L., Cockell C. Enabling martian habitability with silica aerogel via the solid-state greenhouse effect. 2019. [Электронный ресурс]. – URL: https://arxiv.org/pdf/1907.09089.pdf. Дата обращения: 25.09.2019.

РАСЧЕТ ВИСЯЧИХ СВАЙ НА ОСАДКУ С УЧЕТОМ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ СИЛ ТРЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ

В.А. Лебедев
Научный руководитель ***В.С. Уткин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Несущая способность буронабивных висячих свай определяется по прочности материала сваи [1, 2], по несущей способности грунта основания [3] и по осадке сваи [4], т.е. по первой и второй группам предельных состояний в соответствии с нормами свода правил СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты», а также с правилами Технического кодекса Еврокода 7 «Геотехническое проектирование» (EUROCODE 7: Geotechnical design).

Предварительно отметим, что расчет сваи по несущей способности грунта основания, где по СП 24.13330.2011 приходится учитывать отрицательные (негативные) силы трения *fотр*, где имеются в виду силы трения от нагрузки в виде слоев грунта выше проектного. В статье пойдет обсуждение о других отрицательных силах трения, возникающих на нижнем конце сваи и вызванные сжимающей силой *RгрA*. Эти силы уменьшают несущую способность сваи, и их неучет приводит к занижению надежности свай, что недопустимо в расчетах любых конструкций.

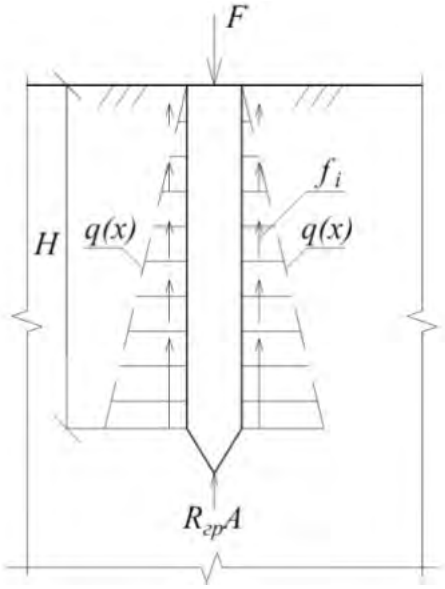


Рис. 1. Расчетная схема работы висячей сваи в однородном грунте основания при центральном сжатии по СП 24.13330.2011

В соответствии с СП 24.13330.2011 в центрально нагруженной свае при сжатии силой *F* возникают поверхностные силы трения-сцепления *f(x)*, а также реакция от грунта на нижнем конце сваи, которая принимается равной *RA*. Значения *f(x)* и *R* представлены в табл. 7.2 и 7.3 СП 24.13330.2011, как пре-

дельные. Предельная нагрузка на сваю F_d (количественная мера несущей способности сваи) по СП определяется по формуле:

$$F_d = \gamma_c\left(\gamma_{cr} RA + u\sum_{i=1}^{n}\gamma_{cf} f_i\, h_i\right). \qquad ((1)$$

На основе представленной расчетной схемы на рис. 1 работы висячей сваи и формулы (1) производится расчет висячих свай различных конструкций по несущей способности грунта основания в различных условиях работы и способах погружения свай в грунт основания.

На основе принятых расчетных схем работы висячей сваи разработаны методы расчета свай по их осадке в грунте основания. Так для буронабивных висячих свай используется формула $S = \frac{0{,}22N}{G_2 d_b} + \frac{Nl}{EA}$, где $\frac{0{,}22N}{G_2 d_b}$ – перемещение сваи как абсолютно твердого тела в грунте основания, $\frac{Nl}{EA}$ - перемещение сваи за счет деформации (укорочения) сваи от сжатия силой N. Однако эта формула не может быть применена к сваям по рис. 2, а, б. Кроме этого не учитывает отрицательных сил трения-сцепления по схеме рис. 2, в, т.к. нет перемещения сваи как абсолютно твердого тела, не учитывает того, что на нижнем конце напряжение в грунте не достигает значения R. В связи с этим нами рассмотрена новая расчетная схема работы висячей буронабивной сваи с уширением, как более прогрессивной и предлагается математическая формула для определения осадки сваи с учетом отрицательных сил трения-сцепления. Учет этой силы вызван тем, что из-за уширения нижний конец сваи сжат значительно и влияние ее существенно для возникновения отрицательных сил трения.

Нами предлагается иная работа сваи в грунте основания, иное распределение нагрузки и иные отрицательные силы трения $f_{отр.}$

На практике движение (срыв) сваи в основании фундамента не допускается и это достигается введением коэффициентов запаса в СП 24.13330.2011, значения которых теоретически необоснованны. Проведенные испытания моделей свай в лабораторных условиях без доведения до их срыва показали, что висячие сваи работают по схемам, представленным на рис. 2 (в однородном грунте) в зависимости от нагрузки F.

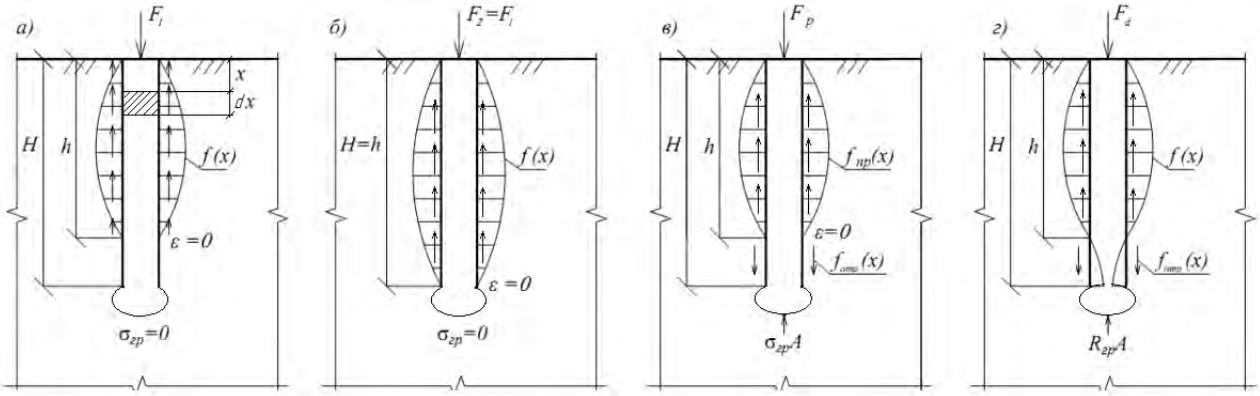


Рис. 2. Варианты работы висячей буронабивной сваи в грунте основания

$$N(x) = F - u\int_0^x f(x)dx = F - u\int_0^x \varepsilon_{max}\frac{h-x}{h}\gamma\xi_0 x\varphi dx.$$

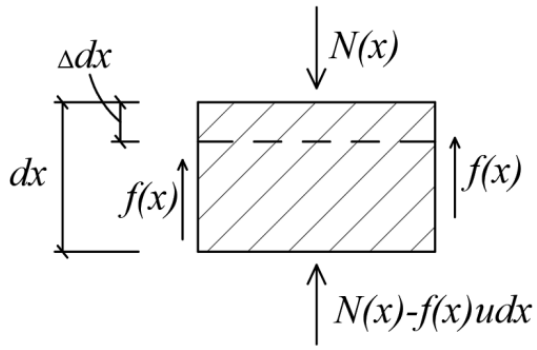


Рис. 3. Работа сил на участке сваи длиной dx

$$f(x) = \varepsilon(x)q(x)\varphi;$$

$$\varepsilon(x) = \varepsilon_{max}\frac{h-x}{h};\quad q(x) = \gamma\xi_0 x;\quad \varphi = \frac{6EA}{u\gamma\xi_0 h^2};$$

$$f(x) = \varepsilon_{max}\frac{h-x}{h}\gamma\xi_0 x\varphi;$$

$$s = \int_0^h \frac{N(x)dx}{AE_c} = \int_0^h \left(F - u\int_0^x \varepsilon_{max}\frac{h-x}{h}\gamma\xi_0 x\varphi dx\right)dx$$

для вариантов рис. 2, а, б.

$$N(x) = F - u\int_0^x \varepsilon_{max}\frac{h-x}{h}\gamma\xi_0 x\varphi dx,$$

$$\varepsilon_{max} = \frac{F}{AE_c},$$

$$\Delta dx = \frac{N(x)dx}{AE_c} \to \Delta l = \frac{Nl}{EA}$$ (так было в сопротивлении материалов),

$$\Delta dx = \frac{1}{AE_c}\left(F - u\int_0^x \varepsilon_{max}\frac{h-x}{h}\gamma\xi_0 x\varphi dx\right)dx.$$

Для схем рис 2, а, б:

$$\Delta_1 = \int_0^h \Delta dx = \int_0^h \frac{1}{AE_c}\left(F - u\int_0^x \varepsilon_{max}\frac{h-x}{h}\gamma\xi_0 x\varphi dx\right)dx.$$

На нижнем участке сваи, где действуют отрицательные силы трения, на длине сваи *H-h* по схеме рис. 3, в к Δ_1 прибавить Δ_2.

$$\Delta_2 = \int_h^H \Delta dx = \int_h^H \frac{1}{AE_c}\left(u\int_H^x \varepsilon_{max,omp}\frac{x-h}{H}\gamma\xi_0 x\varphi dx)\right)dx,$$

$$f_{omp}(x) = \varepsilon_{max,omp}\frac{x-h}{H}\gamma\xi_0 x\varphi,$$

$$s = \frac{0{,}22N}{G_2 d_2} + ?\,(\Delta_1 + \Delta_2).$$

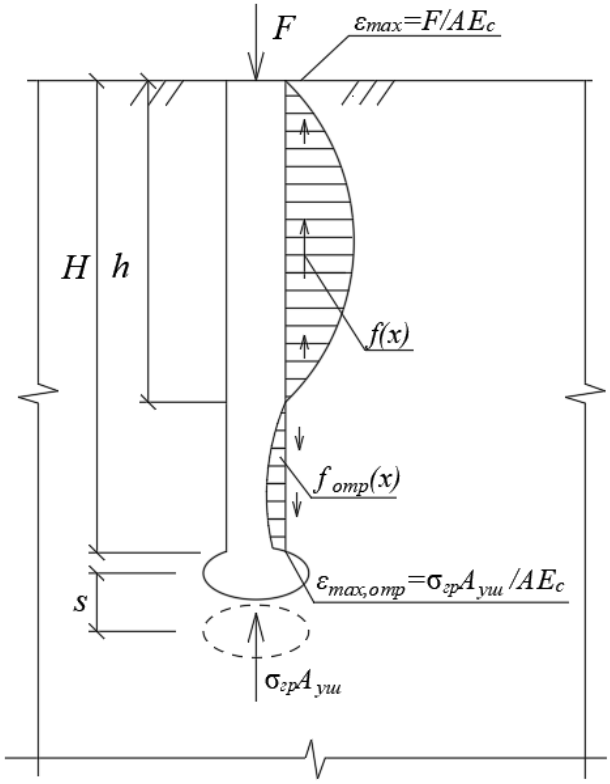


Рис. 4. Осадка сваи с уширением
с учетом отрицательных сил трения-сцепления

1. Уткин, В. С. Расчет надежности висячих железобетонных свай в грунте основания / В. С. Уткин // Строительная механика и расчет сооружений. – 2018. – № 1 (276). – С. 31-36.

2. Zhao, Y. An upper bound limit analysis of bearing capacity of a capped rigid pile on unified strength theory / Y. Zhao, C.F. Chen, C.Z. Wang // Rock and Soil Mechanics. – 2016. – 37 (6). – Pp. 1649-1656.

3. Zhijun, Zh. Determination of laxge diameter bored pile’s effective length based on mindlin’s solution / Zh. Zhijun, W. Duanduan, Zh. Lipeng, H. Weisi // Journal of Traffic and transportation Engineering. – 2015. – Issue 2 (6). – Pp. 422-428.

4. Уткин, В. С. Работа висячих свай в грунте основания и их расчет по осадке / В. С. Уткин // Вестник МГСУ. Строительство и архитектура. – 2018. – Т. 13. – Вып. 9. – С. 1125-1132.

РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОГРЕВА СЕЧЕНИЯ

А.Р. Мельник
Научный руководитель ***Ш.Э. Булгаков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Каждый год в мире, а также и в России происходить немалое количество пожаров, часть этих пожаров приходится на сооружения, выполненные из металлоконструкций. С повышением температуры теплофизические свойства противопожарных облицовок и стали изменяются, что существенно влияет на прогрев стальных элементов.

Цель исследования – провести расчет стальных конструкций для исследования закономерностей прогрева сечения в условиях экстремального огневого воздействия пожара, с использованием, в качестве огнезащитного материала, вспучивающегося покрытие.

Для выполнения расчета объектом исследования принята колонна, высотой 3,8м, имеет замкнутое коробчатое сечение из двух равнобоких уголков № 18 с толщиной полки $dx(y)$, M, равной 0,011 м, и длинной полки а = 0,18 м. Сталь марки – Ст. 5. Так же принимаем, что огнезащищенная конструкция с начального момента пожара подвергается экстремальному воздействию пламени углеводородного топлива, с температурой горения равной 1100°С. Колонна покрыта противопожарным вспучивающимся покрытием «Термобарьер». Для исследования используется алгоритм расчета огнезащищенной металлической конструкции в виде двухслойной пластины:

1. Определение теплофизических характеристик материала;

2. Расчет приведенной толщины стальной пластины для теплоизолированных стержней составного сечения:

$$\delta_{пр,x} = \delta_x \cdot \frac{b-\delta_y}{b+\delta_0} - 0{,}25 \cdot \frac{c_0 \cdot \rho_c}{c_{0,м} \cdot \rho_м} \cdot \frac{\delta_0^2}{b+\delta_0}, \quad (1)$$

где $\delta_{x(y)}$ – толщина стенки, м;

$c_{0,м}$ и c_0 – начальные значения коэффициента удельной теплоемкости металла и теплоизоляции;

3. Безразмерный параметр, определяющий отношение теплоаккумуляционной способности огнезащитного и металлического слоев:

$$N = \frac{(C+0{,}05w) \cdot \rho_c \cdot \delta_0}{C_м \cdot \rho_м \cdot \delta_{x,м}}, \quad (2)$$

где w – массовая влажность сухого материала, %;

С – средний коэффициент удельной теплоемкости сухого материала кДж/(*кг* · °С);

4. Для исследуемого момента времени рассчитывается значение F_0:

$$F_0 = \frac{a_{пр} \cdot \tau}{\delta_0^2}, \quad (3)$$

где $a_{пр}$ – приведенный средний коэффициент температуропроводности огнезащитного слоя, $м^2/ч$;

5. Для полученных значений N и F0 определяется θ – относительная избыточная температура стального стержня по рисунку 1:

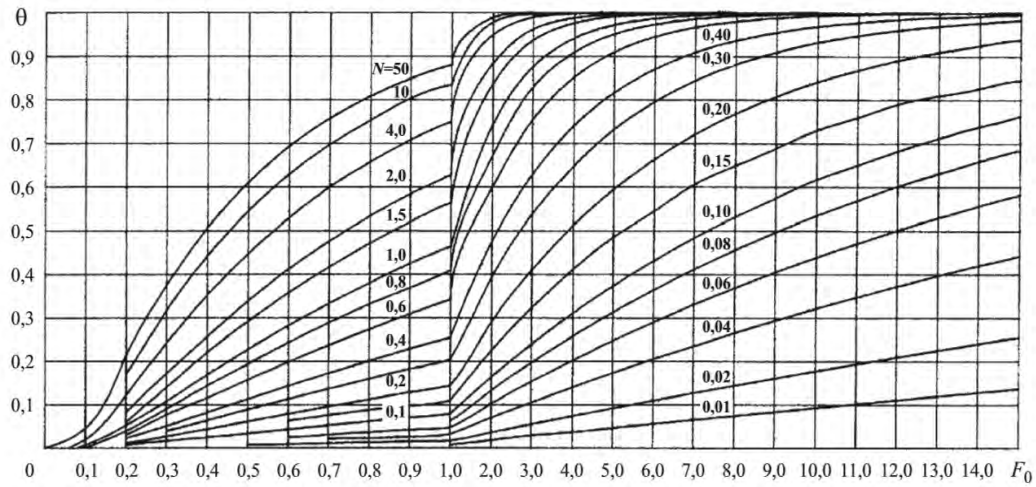


Рис. 1. График распределения относительной избыточной температуры в огнезащищенной металлической конструкции при экстремальной температуре пожара

6. Вычисляется прогрев стального стержня:

$$t_м(\tau) = t_0 + \theta(t_{в,max}(\tau) - t_0), \quad (4)$$

где $t_{в,max}$ – максимальная температура пожара;

θ – относительная избыточная температура стального стержня;

τ – время, ч;

$t_м$ – температура металла;

t_0 – начальная температура конструкции.

Противопожарное вспучивающиеся покрытие «Термобарьер» после взаимодействия с огнем имеет плотность $\rho_c = 100 \frac{кг}{м^3}$, толщину защитного слоя $\delta_0 = 0{,}05\, м$ (до взаимодействия с огнем толщина нанесенного материала составляла 0,00125 м для предела огнестойкости 45 мин), начальные значения коэффициента удельной теплоемкости теплоизоляции $c_0 = 0{,}754$ кДж/($кг \cdot$ С), массовую влажность сухого материала w = 2%. Критическая температура стального стержня равна 500°С.

Определяем приведенную толщину стальной пластины:

$$\delta_{пр,x} = 0{,}011 \cdot \frac{0{,}18-0{,}011}{0{,}18+0{,}05} - 0{,}25 \cdot \frac{0{,}754 \cdot 100}{0{,}44 \cdot 7800} \cdot \frac{(0{,}05)^2}{0{,}18+0{,}05} = 0{,}00802\, м;$$

Среднее значения теплофизических характеристик материалов:

- противопожарного покрытия (пенококса):

$\lambda_{ср} \approx 0{,}375\ Вт/(м \cdot °C)$;

$C \approx 1{,}094\ кДж/(кг \cdot °C)$;

$a_{пр} \approx 0{,}0081\ м^2/ч$;

- сталь

$C_м = 0{,}56\ кДж/(кг \cdot °C)$;

Принимаем время прогрева $\tau = 1{,}5\ ч$.

Вычисляем параметр N:

$N = \frac{(1{,}094+0{,}05*2)\cdot 100\cdot 0{,}05}{0{,}56\cdot 7800\cdot 0{,}00802} = 0{,}203.$

Вычисляем параметр F0:

$$F_0 = \frac{0{,}0081 \cdot 1{,}5}{(0{,}05)^2} = 4{,}86.$$

По рисунку 1 определяем $\theta = 0{,}6$.

Рассчитываем прогрев стального стержня:

$t_м = 20 + 0{,}6 \cdot 1080 = 668°C$.

Полученное значение температуры превышает критическое, поэтому принимаем время огневого возгорания равное 50 мин. Произведя подобные вычисления, получим:

$N = 0{,}203$;

$F_0 = 3{,}28$;

$\theta = 0{,}44$;

$t_м = 20 + 0{,}44 \cdot 1080 = 495{,}2°C$.

Проведя корректировку времени до критической температуры в 500°С получаем время прогрева 50,5 мин.

Данное исследование показало, что при использовании вспучивающегося покрытия в качестве огнезащиты в условиях экстремального огневого воздействия пожара время прогрева стальной колонны до критической температуры, составляет 50,5 мин, так же исследование показала, что алгоритм расчета огнезащищенной металлической конструкции в виде двухслойной пластины можно применять для вспучивающихся покрытий.

1. ГОСТ Р 53295-2009 Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности – Введ. 01.01.2010. – Москва. – 11 с.

2. [Электронный ресурс]: содержит сведения об огнезащитной краске «Термобарьер». – Электрон. дан. – Режим доступа: http://ognehimzashita.ru/calc-old.

3. Зайцев, А.М. Методика расчета прогрева огнезащищенных стальных конструкций в условиях воздействия экстремального температурного режима пожара / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. – 2006. – Т. 15, № 6. – С. 15-21.

СРАВНЕНИЕ РАБОТЫ ФУНДАМЕНТА ТУРБОАГРЕГАТА ПО ДВУМ РАСЧЁТНЫМ СХЕМАМ

В.В. Николаева
Научный руководитель ***Н.С. Новожилова****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

При проектировании зданий и сооружений главной целью является создание такой расчётной схемы, которая будет наиболее реально описывать работу строительных конструкций.

Конструктивная схема фундамента описана в [1]. На данном этапе закрепление конструкций в уровне опирания на массивную фундаментную плиту принято жестким по всем направлениям. В дальнейшем исследовании можно рассмотреть вариант на упругом основании, который будет более точно реализовывать работу конструкций.

При анализе работы фундамента турбоагрегата произведено сравнение двух расчётных схем, составленных из плоских и объёмных элементов. Первая – состоит из пластин и стержней; вторая из объёмных конечных элементов (см. рис 1).

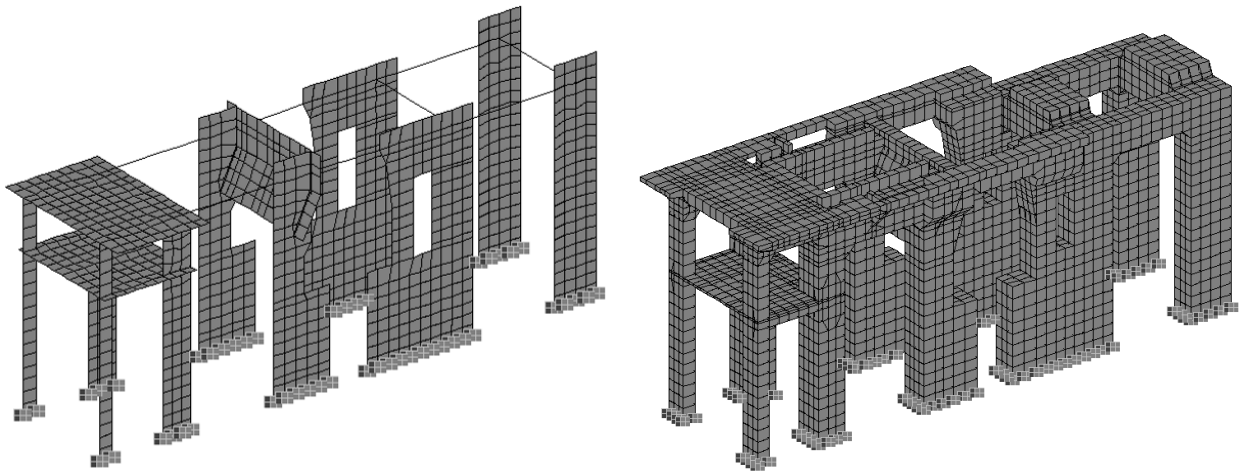


Рис. 1. Плоская и объёмная расчётные схемы фундамента в программном комплексе ЛИРА-САПР2017

На данном этапе произведён статический расчёт прочности фундамента на нагрузку от оборудования и собственный вес конструкций. Замена динамической нагрузки от оборудования на эквивалентную статическую произведена по [2]. Сравнительный анализ двух схем произведён на сочетание нагрузок, при котором ротор и статор турбоагрегата работают в нормальном режиме.

Результаты расчета в программном комплексе ЛИРА-САПР2017 приведены на рис. 2, 3. В данных расчетных схемах наблюдаются различия в напряженных состояниях в балке Б1 и в узлах сопряжения балок со стеновыми конструкциями. Причинами данных различий, вероятно, могут быть:

1) Сложная геометрическая форма поперечного сечения конструкции балки Б1 (см. рис. 2, 3, 4), которая может быть реализована объёмными элементами более точно, чем пластинами и стержнями. Вследствие этого, напряжения в этом элементе отличаются существенно. В плоской – 695 т/м^2, в объёмной – 883 т/м^2. Исходя из этого, можно сделать предположение, что более достоверные результаты получены по объемной схеме. При анализе остальных элементов с простой формой сечения выявлено, что напряжения в пластинчато-стержневой схеме отличаются на 0–10% в большую сторону по сравнению со схемой из объемных элементов.

2) Работа узловых соединений элементов, заданных в схеме из плоских и стержневых элементов просто жесткими узлами, существенно отличается от работы на данных участках в объемной модели. Однако, если ввести в узлах пластинчато-стержневой схемы абсолютно жесткие тела, то напряжения, полученные при расчете, приближаются к результатам расчета схемы из объемных элементов.

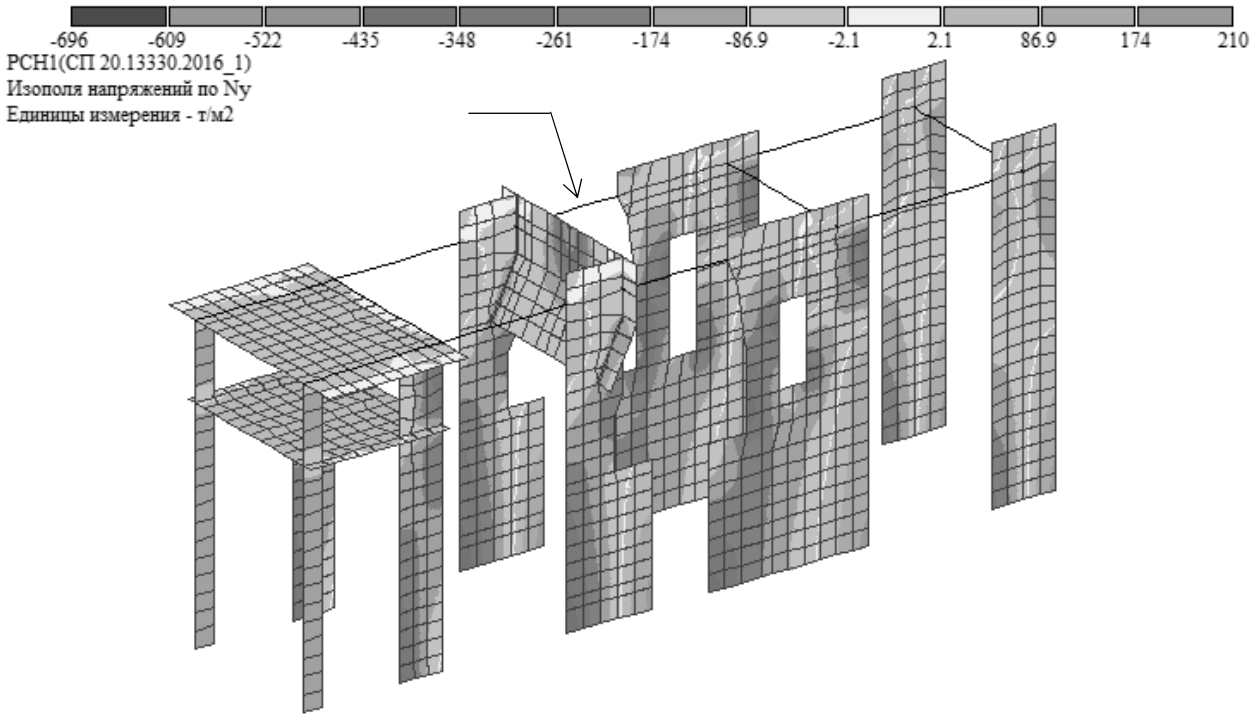


Рис. 2. Изополя напряжений
по Ny пластинчато-стержневой расчётной схемы

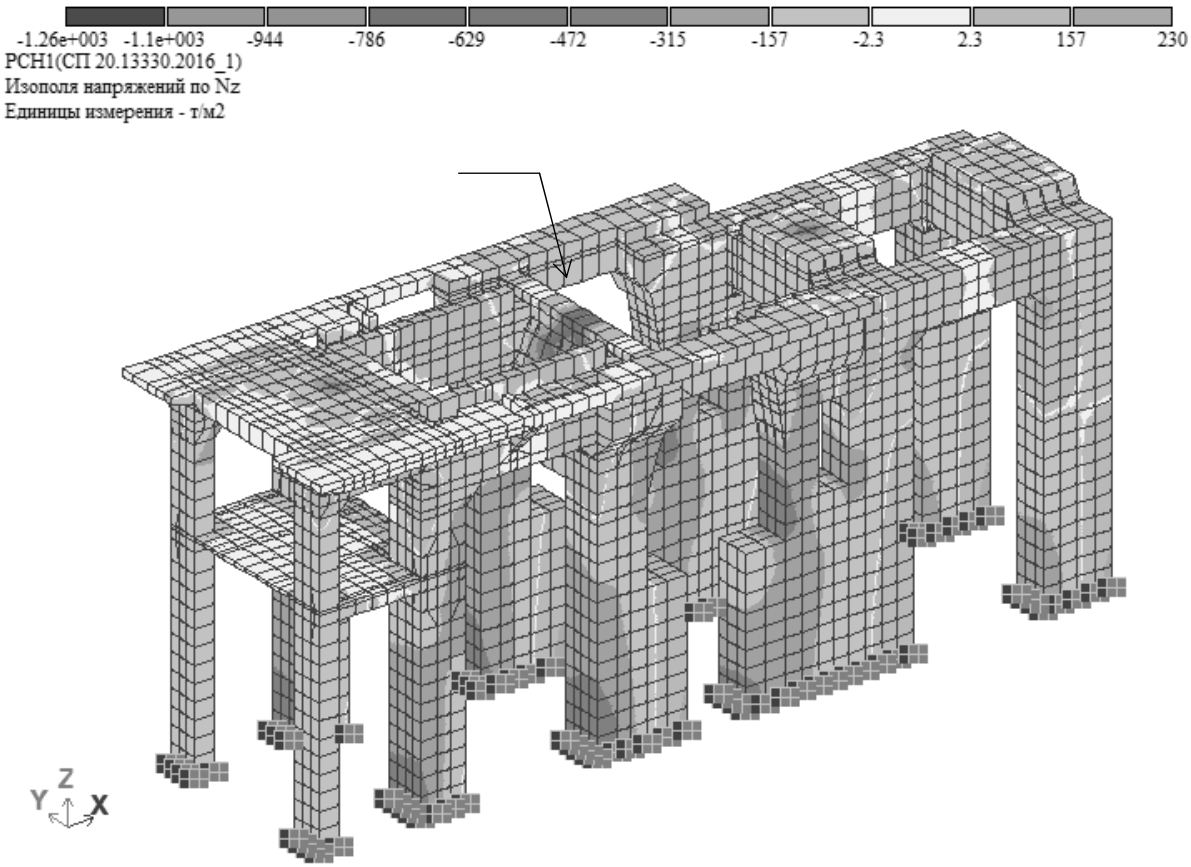


Рис. 3. Изополя напряжений по Nz объёмной расчётной схемы

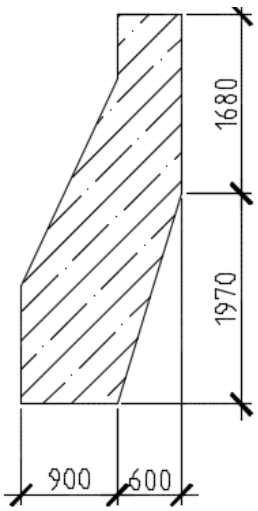


Рис. 4. Сечение балки Б1

Кроме того, на основании выполненных расчётов произведен анализ перемещений. По рис. 5 видны зоны распределения перемещений в диапазоне от -1,84 мм до 0,705 мм. Однако, как и в напряжениях, имеются большие различия в элементе Б1. В плоской схеме перемещение по оси z составляет -0,47 мм, в объёмной -1,84 мм. Наиболее вероятная причина заключается в трудности моделирования сложных сечений плоскими элементами.

В узловых соединениях элементов конструкций при введении абсолютно жестких тел различия в перемещениях по обеим схемам не превышают 10%. Более значительные значения перемещений получаются в плоской расчётной схеме.

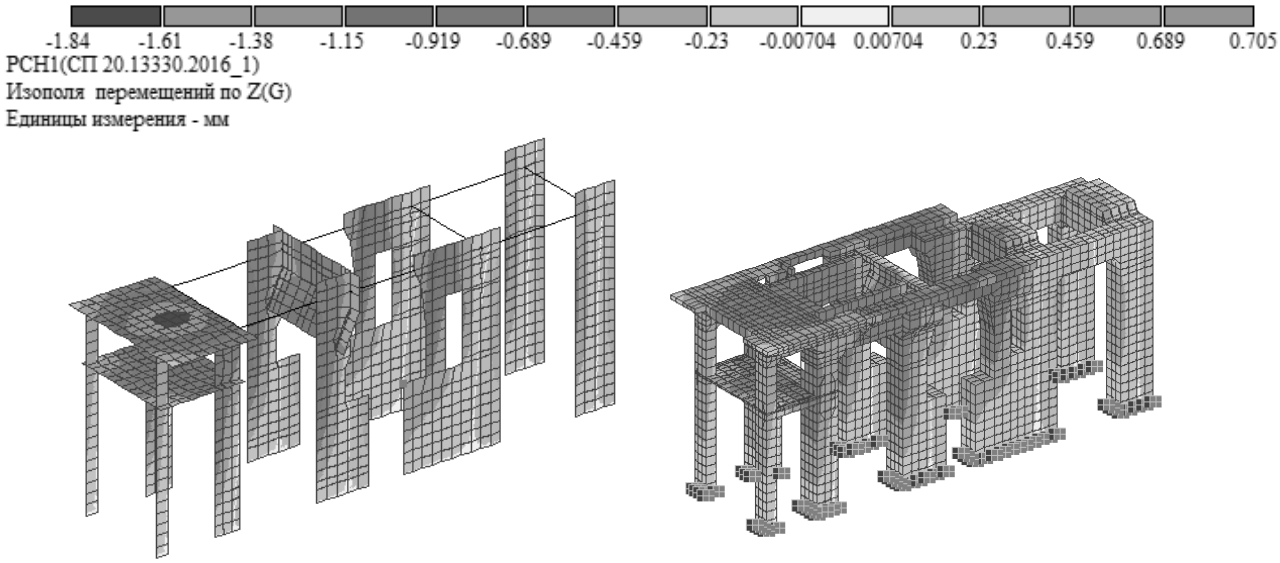


Рис. 5. Изополя перемещений пластинчато-стержневой и объёмной расчётной схемы

На основании полученных результатов двух рассмотренных расчётных схем, состоящих из пластинчато-стержневых элементов и из объемных элементов, можно сделать вывод, что величины напряжений и перемещений имеют отличия в пределах 10%, за исключением элементов сложной геометрической формы поперечного сечения. Поэтому, при первоначальных расчетах можно принимать схемы с пластинами и стержнями для анализа напряженно-деформированного состояния элементов с простыми поперечными сечениями. Но если конструкция состоит из элементов со сложной геометрической формой поперечных сечений, то для того, чтобы получить более достоверные результаты, необходимо моделировать конструкцию из объёмных конечных элементов. Также модель из объемных элементов можно использовать для более детального анализа напряженно-деформированного состояния с целью получения более экономичного армирования конструкций.

1. Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 23–24 апреля 2019 г.): в 3 т. / М-во науки и высш. образ. РФ, Правительство Вологодской области [и др.]; [гл. ред. А.А. Кочкин]. – Вологда : ВоГУ, 2019. – Т. 1. – 624 с. : ил.

2. СП 26.13330.2012 Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-87: утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27.12.2011 г. № 609. – Введ. 2013-01-01.

УЧЕТ ПУЛЬСАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Я.Г. Постнова
Научный руководитель ***О.С. Плотникова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Очевидно, что ветровая нагрузка оказывает значительное воздействие на здания, и, зачастую, весьма разрушительное. Ветровую нагрузку непрофессионалы считать не любят и тому есть объяснение – её расчёт значительно сложнее, чем расчёт другой климатической нагрузки – снеговой. В СП 20.13330.2016 [1] расчёту снеговой нагрузки уделено всего три страницы, а расчёту ветровой нагрузки в три раза больше плюс обязательное приложение на 25 страницах, учитывающее всевозможные объемно-планировочные и конструктивные особенности проектируемых зданий и сооружений.

В соответствии с нормами [1] для зданий и сооружений необходимо учитывать следующие воздействия ветра:

– основной тип ветровой нагрузки;

– пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления;

– резонансное вихревое возбуждение;

– аэродинамически неустойчивые колебания типа галопирования, дивергенции и флаттера.

Основной тип ветровой нагрузки и пиковые ветровые нагрузки связаны с непосредственным действием на здание максимального по величине для места строительства давления ветра, и должны обязательно учитываться при проектировании всех сооружений. Резонансное вихревое возбуждение и аэродинамические неустойчивые колебания учитываются только для объектов, у которых высота в десять и более раз больше пролета, то есть для типовых производственных зданий эти воздействия нет необходимости учитывать.

Задачей исследования было проанализировать влияние учета пульсационной составляющей ветровой нагрузки, входящей в состав так называемой «основной ветровой нагрузки», в соответствии с требованиями [1, 2] на результаты статического расчета рамы, т.е. на величину расчетных усилий – M и N, и на подбор сечения колонны из двутавра при проектирования одноэтажного однопролетного бескранового производственного здания для следующих исходных данных: пролёт здания 18,0 м, длина 90,0 (6,0 × 15) м, отметка низа ригеля 7,800 м. Расчет производился на снеговую нагрузку Sg = 2,0 кН/м^2, ветровую нагрузку Wo = 0,4 кН/м^2.

При компоновке рамы высоту сечения сплошных колонн бескрановых зданий назначают из условия жесткости – от 1/20 до 1/30 расчетной высоты

рамы. Для статического расчета предварительно была назначена с учетом заглубления колонны высота рамы 8,2 м и соответственно высота сечения колонны h должна находиться в диапазоне h=(1/20-1/30)·8,2=(0,41-0,27) м. В первом приближении сечение колонны для статического расчета было назначено ближе к 1/20 от высоты рамы – широкополочный двутавр 40Ш1 по ГОСТ 26020-83 с h = 383 мм.

Статический расчет выполнялся по программе «SCAD». Результаты расчета на все виды загружений, включая ветровую нагрузку, но без учета пульсационной составляющей ветра, как это делалось до принятия [1, 2] представлены в таблице 1.

Таблица 1

Проверка подбора сечения колонны без учета пульсационной составляющей (сечение колонны – двутавр 40Ш1)

№ профиля	N, кН	M, кН·м	$б_x$, МПа	$б_y$, МПа	$R_y \cdot \gamma_c$, МПа	Δσ, %	λ_x	$[\lambda_x]$	λ_y	$[\lambda_y]$	Δλ, %
40Ш1	-71,7	91,6	68,3	115,3	240	51.9	99,7	150	116,6	150	22

Нормативное значение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки *wp* на эквивалентной высоте z_e по [2] определялось следующим образом:

$$w_p = w_m \cdot \zeta(z_e) \cdot \nu,$$

где w_m – нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли с наветренной стороны; $w_m = w_0 \cdot k \cdot (z_e) \cdot c$, здесь w_0 – нормативное значение ветрового давления, $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e, c – аэродинамический коэффициент; $\zeta(z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра; ν – коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра.

Для предложенных исходных данных $\zeta(z_e)$=1,13 (табл. 11.4 [2]), ν=0,68 (табл. 11.6 [2]), т.е. нормативное значение основной ветровой нагрузки $w_n = w_m + w_p = w_m + 1{,}13 \cdot 0{,}68 \cdot w_m = 1{,}77\, w_m$. Как видно из приведенного примера ветровая нагрузка на каркас увеличилась почти на 80%.

Результаты расчета рамы с принятым типом сечения колонны на все виды загружений с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки представлены в таблице 2.

Таблица 2

Проверка подбора сечения колонны с учетом пульсационной составляющей (сечение колонны – двутавр 40Ш1)

№ профиля	N, кН	M, кН·м	$б_x$, МПа	$б_y$, МПа	$R_y \cdot \gamma_c$, МПа	Δσ, %	λ_x	$[\lambda_x]$	λ_y	$[\lambda_y]$	Δλ, %
40Ш1	-71,7	163,3	108,7	82,1	240	54	100	150	117	150	22

Сопоставляя данные таблиц 1 и 2, можно сделать вывод, что при заданной высоте здания (до 10-12,0 м) учет пульсационной составляющей не привел к увеличению принятого типа сечения, напряжения в плоскости действия момента увеличились почти на 60%, из плоскости действия момента даже уменьшились, но, в целом сечение и в первом и во втором случаях осталось окончательно назначенным по условию предельной гибкости.

Результаты расчета на все виды загружений, включая ветровую нагрузку, но без учета пульсационной составляющей ветра, для сечения колонны, назначенного ближе к 1/30 от высоты рамы (целью более эффективного использования сечения) из двутавра широкополочного 30Ш1 по ГОСТ 26020-83 с h = 291 мм представлены в таблице 3.

Таблица 3

Проверка подбора сечения колонны без учета пульсационной составляющей (сечение колонны – двутавр 30Ш1)

№ профиля	N, кН	M, кН·м	$б_x$, МПа	$б_y$, МПа	$R_y \cdot \gamma_c$, МПа	Δσ, %	λ_x	$[\lambda_x]$	λ_y	$[\lambda_y]$	Δλ, %
30Ш1	-69,3	91,6	145	23,3	240	39,6	130	144	87	150	42

Результаты расчета рамы с принятым типом сечения колонны на все виды загружений, но с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки представлены в таблице 4.

Таблица 4

Проверка подбора сечения колонны с учетом пульсационной составляющей (сечение колонны – двутавр 30Ш1)

№ профиля	N, кН	M, кН·м	$б_x$, МПа	$б_y$, МПа	$R_y \cdot \gamma_c$, МПа	Δσ, %	λ_x	$[\lambda_x]$	λ_y	$[\lambda_y]$	Δλ, %
30Ш1	-69,3	163,0	220,9	155,4	240	8,0	131	144	87	150	42

Анализируя данные таблицы 4, можно сделать заключение, что для невысоких зданий павильонного типа в стальном исполнении, не имеющих подъемно-транспортного оборудования, рациональнее, с точки зрения эффективного использования материала сечения, при предварительных расчетах назна-

чать высоту сечения (а, следовательно, высоту и номер двутавра) ближе к 1/30 от высоты рамы. В данном случае сечение окончательно принято по условию устойчивости, а не по условию предельной гибкости, как в предыдущем случае. Для предложенных исходных данных экономия стали составила 44%.

Результаты всех расчетов сведены в таблицу 5.

Таблица 5

Сравнительный анализ результатов

Сечение колонны	Пульсационная составляющая ветровой нагрузки	N, кН	M, кНм	$б_x$, МПа	$б_y$, МПа	$R_y \cdot \gamma_c$, МПа	λ_x	$[\lambda_x]$	λ_y	$[\lambda_y]$
40Ш1	не учтена	-71,7	91,6	68,3	115,3	240	100	150	117	150
	учтена		163,3	108,7	82,1					
30Ш1	не учтена	-69,3	91,6	145,0	23,3		131	144	87	150
	учтена		163,0	220,9	155,4					

На основании представленных сравнений в таблице 5 можно сделать вывод, что при даже при использовании меньшего сечения колонн для рассмотренного типа стальных производственных зданий учет пульсационной составляющей не актуален.

1. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* Введ. 2017-06-04. – Москва: ЦНИИСК им. Кучеренко, 2016. – 95 с.

2. СП 20.13330.2011. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* Введ. 2011-05-20. – Москва: ЦНИИСК им. Кучеренко, 2016. – 95 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРРОСПЛАВНЫХ ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОГНЕУПОРНОГО КИРПИЧА

А.М. Сарыбай, О.В. Вышарь
Научный руководитель ***В.Т. Станевич****, канд. техн. наук, профессор*
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
г. Павлодар, Казахстан

Развитие металлургической и энергетической промышленности, интенсификация и совершенствование технологий постоянно увеличивают спрос на высококачественные огнеупорные изделия.

В Республике Казахстан производством огнеупорных изделий занимается единственное предприятие ТОО «Завод Казогнеупор» г. Рудный, которое не покрывает потребности промышленности республики. Огнеупоры импортируются из России, Китая и других стран.

Исходя из этого актуальным становится организация производства огнеупорных материалов в Павлодарской области которое можно обосновать следующими обстоятельствами:

– наличие крупных предприятий потребителей: ферросплавные, глиноземные, металлургические заводы, тепловые электростанции, котельные и прочие;

– наличие открытых месторождений (залежей) огнеупорных глин, таких как Мойское, Сухановское, Кемертуз, а так же проявлений огнеупорных глин – Жира, Елубай, Агит и др., расположенных в Майском районе Павлодарской области, с достаточными прогнозными запасами;

– наличие ферросплавных шлаков АО «Казхром» пригодных для производства огнеупорных изделий;

– наличие свободных людских ресурсов в районе расположения месторождений и предполагаемого размещения площадки строительства, в частности, в г. Аксу Павлодарской области;

– наличие топливных ресурсов – Экибастузский, Майкубенский угли, а также неосвоенных залежей бурых углей, расположенных в районе соленого озера Жамантуз Майского района Павлодарской области;

– наличие железной дороги «Аксу-Конечная».

Все перечисленное в совокупности предопределяет актуальность организации производства огнеупорных материалов на основе огнеупорных глин и ферросплавных шлаков, как в настоящее время, так и в перспективе.

Мойское месторождение огнеупорных глин находится на левом берегу р. Иртыш в 175 километрах к юго-западу от города Павлодара.

Впервые месторождение огнеупорных глин выявлено в 1929 году и неоднократно разведывалось Западно-Сибирским геологическим управлением в качестве сырьевой базы Западно-Сибирского металлургического комбината для производства алюмосиликатных огнеупоров [1, с. 43-55].

Химический состав и огнеупорность глин представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав и огнеупорность глин

Колебания	Наименование компонентов, %			Огнеупорность,°С
	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	
1сорт				
от	29,1	1,07	47,7	1690
до	35,6	2,48	54,6	1750
среднее	31,4	2,14	53,9	1710
2 сорт				
от	26,01	1,16	48,3	1670
до	34,4	3,50	62,8	1720
среднее	27,7	2,13	59,4	1690

Гранулометрический состав и пластичность глин представлены в табл. 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав и пластичность глин

Колебания	Размер фракций в мм, содержание, %							Число пластич-ности
	более 0,25	0,25 – 0,1	0,1- 0,05	0,05-0,01	0,01-0,02	0,002-0,001	менее 0.001	
от	0,0	0.9	0,8	2,5	30	1,5	18,5	15-25
до	3,1	4,3	25,6	39,5	27,4	25,2	92,0	15-25
среднее	1,2	1,6	10,9	15,8	19,2	7,0	44,1	15-25

Керамические свойства глин приведены в табл. 3.

Таблица 3

Керамические свойства глин

Колеба-ния	Водосо-держа-ние, %	Воз-душная усадка, %	Огневая усадка, %, при температуре, °С			Темпера тура спе-кания, °С	Водопо-глощение, %	Связ-ность глин, кг/см
			900	1100	1300			
от	26,5	3,5	6,8	14,7	16,5	1190	0,8	25,9
до	27,7	4,1	7,5	18,1	18,3	1280	2,4	30,9

Первоначально запасы огнеупорных глин были утверждены ГКЗ (государственным комитетом запасов) СССР в количестве 3559 тысяч тонн.

Среди огнеупорных глин выделяются малопесчанные, песчанные, сильнопесчанные разности. Промышленное значение имеют две первые.

Согласно ГОСТ–9169–95 глины относятся к группе дисперсных сильноспекающихся глин, среднетемпературного спекания с низким и средним содержанием красящих оксидов. Интервал спекания около 100 0С. Эти данные

говорят о возможности использования глин Мойского месторождения для изделий огнеупорной и строительной керамики.

Минералогически глины представлены каолинитом с незначительной примесью тонкодисперсного кварца и гидрослюд. Огнеупорность их составляет 1710 – 1730 °С. Химический состав (%): Al_2O_3 – 30,4 – 37,5; SiO_2 – 50,3 – 54,1; Fe_2O_3 –1,0 – 1,7; TiO_2 – 0,8 – 1,2.

Глины характеризуются высоким содержанием (60 – 80%) частиц менее 0,001мм, для них характерно число пластичности 18 – 20 [2, с. 33-35].

Проведены исследования по выпуску огнеупорного кирпича с использованием шлаков ферросплавного производства. По данным РФА феррохромовый шлак представлен шпинелью ($MgAl_2O_4$); форстеритом ($Mg_2(SiO_4)$); маггемитом (Fe_3O_4).

По полученным данным РЭМ также была составлена сравнительно-сводная таблица химического состава феррохромового шлака (таблица 4).

Таблица 4

Химический состав шлаков ФС завода г. Аксу

Содержание оксидов, мас. %												
Cr_2O_3	CaO	MgO	Al_2O_3	FeO	SiO_2	C	S	Na_2O	K_2O	TiO_2	Mn	
7,90	0,53	43,37	17,94	1,83	25,76	0,83	0,23					[1], в перерасчете на 100%
8,02	0,53	44,07	18,23	1,85	26,18	0,84	0,23					
2,001	2,07	29,28	15,91	1,29	18,86	-	-	0,51	0,27	0,36	0,10	[2]
2,75	2,84	40,30	21,89	1,77	25,96	-	-	0,70	0,37	0,49	0,13	в перерасчете на 100%

Для исследования выбрали наиболее важные эксплуатационные характеристики керамики, формирующиеся при термообработке, как огневая усадка, прочность при сжатии, средняя плотность, водопоглощение [3, с. 45-48].

Феррохромовый шлак, имеющий огнеупорность 1690-1710°С, пористость при 800°С – 20,5%, при 1350°С – 28,4%, предел прочности на сжатие 12,8 МПа, представлен в основном шпинелью и периклазом, которые являются основными фазами некоторых огнеупорных материалов и изделий.

Исследования показали, что минералогический состав шлаков ферросплавного завода обеспечит высокие показатели качества огнеупоров, что обусловлено благоприятным минералогическим составом.

Таблица 5

Физико-механические свойства керамических образцов термообработанных при температуре 1100 °С для сырьевой композиции «шамот-шлак»

Номер состава	Клей	Глина	Шлак	Ср. плотность, кг/м^3	Воздушная усадка, %		Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %
					D	h		
I	70/30	90%	10%	2000	10%	13%	24,25 МПа	8,6
II		85%	15%	1700	6%	0%	16,78 МПа	5,2
III		80%	20%	1900	8%	2%	17,1 МПа	3,7
IV		75%	25%	1800	6%	2%	13,94 МПа	4,3
V		70%	30%	1800	6%	- (2%)	16,33 МПа	2,4

Рассмотрены методики проведения экспериментальных исслеедований, изучены методы исследования структуры и фазовых превращений керамических масс. Однородность фазового состава при высокотермической обработке снижает усадочные деформации.

Разработан состав оптимальной композиции шихты огнеупорного керамического кирпича, на основе шлаков ферросплавного производства местных огнеупорных глин, однородных по фазовому составу

Делая вывод, можно отметить, при использовании компонентов в соотношении 85% шлака и 15% глины, возможно получение керамического кирпича огнеупорностью до 15800 С.

1. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы / А.Т. Волочко, К.Б. Подболотов, Е.М. Дятлов. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 385 с.

2. Мороз, И. И. Справочник фарфоро-фаянсовой промышленности: в 2 т. / И. И. Мороз, И. С. Комская, Л. Л. Олейникова. – Москва: Легкая индустрия, 1980. – 2 т. – 283 с.

3. Огнеупорные изделия, материалы и сырье: справ. издание / А. К. Карклит и др.; под общ. ред. А. К. Карклита. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1990. – 416 с.

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОВОДОСНАБЖЕНИЯ, ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ПАРОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВКИ

Г.А. Агашин
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Паровоздушная смесь, удаляемая из бункера ЗВО, отводит от сляба значительное количество теплоты. Схема образования ПВС следующая: вода в количестве *G*вод, подаваемая из водяных и водовоздушных форсунок на поверхность высокотемпературного сляба в данной секции ЗВО, при непосредственном контакте с поверхностью частично вскипает, при этом образуется сухой насыщенный пар при атмосферном давлении в количестве $G_{пар}$. Часть первоначально образовавшегося пара в количестве $\Delta G_{пар}$ конденсируется при непосредственном контакте с холодной водой из форсунок, при этом неиспарившаяся вода нагревается от температуры $t_{вод}$ до $t_{сл}$. Количество пара на выходе из данной секции составит $G_{п0} = G_{пар} - \Delta G_{пар}$, количество пара на выходе из всех секций ЗВО равняется сумме выходов пара из отдельных секций ЗВО: $\Sigma G_{п0}$. Сухой насыщенный пар в количестве $\Sigma G_{п0}$ смешивается с воздухом в количестве $G_{возд}$, поступающим в бункер ЗВО в основном в результате присосов, и получается паровоздушная смесь с температурой $t_{пв}$. При смешении сухого насыщенного пара с относительно холодным воздухом, поступающим в бункер ЗВО, часть пара превращается в капельки взвешенного конденсата с расходом $G_к$. В результате расход ПВС *G*пвс, удаляемой из бункера, складывается из расхода пара $G_п = \Sigma G_п 0 - G_к$, расхода воздуха $G_{возд}$, поступающего в бункер, и расхода конденсата $G_к$, частично выпадающего на стенки паровоздуховода. Можно написать следующие соотношения материального баланса:

$$G_{п0} = G_{пар} - \Delta G_{пар};$$
$$G_п = \Sigma G_{п0} - G_к,$$
$$G_{пвс} = G_п + G_{возд} + G_к,$$
$$\Sigma G_{сл} = \Sigma G_{вод} - \Sigma G_{п0},$$

где $\Sigma G_{вод}$ – суммарный расход на форсунки ЗВО, к/с; $\Sigma G_{сл}$ – суммарный расход неиспарившейся воды, сливающейся с поверхности сляба, к/с.

Действующая в настоящее время в конвертерном производстве ЧерМК ОАО «Северсталь» система удаления ПВС из бункера ЗВО МНЛЗ № 1 ÷ 4

представляет собой стандартную систему вытяжной вентиляции, состоящую из двух воздуховодов (по одному на каждый ручей МНЛЗ), снабженных вентиляторами. Отметим, что все МНЛЗ двухручьевые, т.е. из общего промежуточного ковша жидкая сталь разливается в 2 кристаллизатора, и далее слябы из этих кристаллизаторов поступают в общий бункер ЗВО.

Температура поверхности слитка обычно превышает 900 °С, поэтому вода на поверхности слитка частично превращается в пар. Вода, не успевшая превратится в пар в результате контакта с поверхностью слитка, стекает через специальный желоб в систему оборотного водоснабжения. Кроме того воздуха, который подается для охлаждения слитка через форсунки, в бункер МНЛЗ подсасывается воздух из помещения цеха, причем подсосы воздуха во много раз превышают количество воздуха, подаваемого на форсунки. Пар смешивается с воздухом, образуя ПВС, которая транспортируется по паровоздуховодам, поступает в вентилятор и далее выбрасывается в атмосферу.

Как показывает практика, часть паров воды из ПВС конденсируется на внутренней поверхности паровоздуховода, а конденсат стекает в вентилятор. В нижней части вентилятора имеется отверстие, соединенное с отводной трубой, по которой образовавшийся конденсат направляется в систему оборотного водоснабжения. Несконденсированная часть ПВС выбрасывается в атмосферу. Суммарный выброс ПВС от пяти МНЛЗ конвертерного производства ОАО «Северсталь» составляет 400 ÷ 500 тыс. $м^3$/ч.

ПВС, удаляемая из бункера МНЛЗ, находится практически при атмосферном давлении (под небольшим разряжении), поэтому с достаточной для технических расчетов точностью можно рассматривать и сухой воздух и содержащийся в нем водяной пар как идеальные газы. Экспериментально измеренная температура ПВС, удаляемой из бункера ЗВО криволинейной МНЛЗ конвертерного производства ОАО «Северсталь» не превышает 60÷70 ºС.

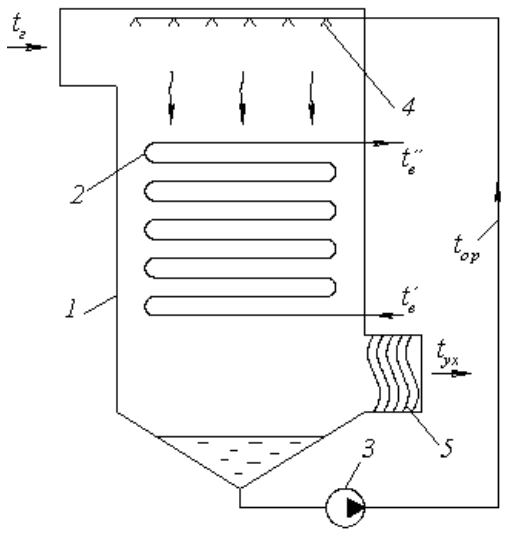


Рис. 1. Схема контактный теплообменник с активной насадкой

В зонах с водяным охлаждением температура сливающейся воды меньше температуры насыщения, однако выход пара из этих зон все равно присутствует, что говорит о недостаточной площади контакта воды и пара.

Необходимо подобрать теплообменник, чтобы полностью сконденсировать пар из ПВС. Контактные теплообменники бывают двух типов – с пассивной насадкой (контактные экономайзеры) и с активной насадкой (КТАНы).

На рис. 1 приведена схема контактного теплообменника с активной насадкой.

В контактном экономайзере насадка обычно выполняется из керамических ко-

лец Рашига. У этих колец диаметр равен высоте. Размеры колец 25×25, 35×35, 50×50 мм. Кроме колец Рашига насадка может выполняться из витых пластин, металлических сеток, стержней, проволоки, стружки. Для защиты газохода и дымовой трубы от коррозии установлен каплеуловитель. После него газоход имеет вертикальный участок, в котором осуществляется подсушивание дымовых газов. Вода и дымовые газы движутся в режиме противотока. Разность температур воды на входе и газов на выходе может быть до 3°С.

Контактный теплообменник с активной насадкой имеет два контура воды. Чистая вода циркулирует в трубах. Снаружи эти трубы омываются водой после их контакта с дымовыми газами. Насадка выполнена в виде трубного пучка и участвует в теплообмене. Насадка может быть одно-, двух- и трехслойной. Соответственно, можно нагревать один, два или три потока воды. Максимальная температура воды в КТАНе составляет 50-55°С. Разность температур воды и газов в любом сечении не должна быть меньше 8-10°С.

При работе контактных теплообменников отходящие газы охлаждаются ниже температуры точки росы.

1 Теоретические и практические основы проектирования машин непрерывного литья. Монография / А. Г. Журило, Д. Ю. Журило, Ю. В. Моисеев. – Х.: НТУ «ХПИ», 2013. – 174 с.

2 Целиков А. И., Полухин П. И., Гребеник В. М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах Т. 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. Учебник для вузов. – 2-е. – Москва: Металлургия, 1988. – 432 с.

3 Дюдкин Д. А., Кисиленко В. В. Современная технология производства стали. – Москва: Теплотехник, 2007. – 528 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВОГО СТОКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.С. Амросов

Научный руководитель ***А.Г. Гудков****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Согласно ежеквартальным докладам Департамента природных ресурсов и окружающей среды Вологодской области об итогах деятельности и экологической обстановке в 2018 году и первом квартале 2019 года, р. Вологда в 2 км ниже города имеет индекс загрязненности воды (ИЗВ), в пределах от 4,67 до 9,28. Эти очень высокие показатели обусловили отнесение воды к категориям «грязная» и «очень грязная» в течение нескольких лет. Данное обстоятельство

связано с недостаточной очисткой сбрасываемых в нее на территории города стоков, в особенности ливневых и талых.

В г. Вологде отсутствует централизованная очистка поверхностных стоков, поэтому загрязненность сбрасываемых поверхностных сточных вод с территории промышленных объектов целиком зависит от эффективности работы существующих очистных станции и установок. В связи с этим актуальной задачей представляется инвентаризация очистных станций, оценка их работоспособности и проверка соответствия степени очистки стоков установленным требованиям для ливневой канализации г. Вологда.

Объектом настоящего исследования является станция очистки ливневого стока крупнейшего машиностроительного предприятия Вологды. Целью работы является сбор исходных данных, оценка текущего состояния очистной станции, анализ эффективности очистки сточных вод в разные периоды года и выбор дальнейшего направления исследовательской деятельности.

В ходе исследования была собрана информация о методах очистки и технологической схеме станции очистки, параметрах работы и эффективности отдельных установок в ее составе.

Краткое описание станции очистки

Станция очистки поверхностных сточных вод принимает поверхностные сточные воды с территории промышленной площадки предприятия, очищает и удаляет в систему ливневой канализации города.

Очистная станция ливневых стоков включает: решетки, песколовки, отстойник-нефтеловушку, флотатор и скорые фильтры. Применяемые методы очистки – механические и физико-химические. Технологическая схема очистки изображена на рис. ниже.

Ливневые и талые стоки собираются с территории площадью более 60 га внутриплощадочными сетями, через коллектор диаметром 1200 мм самотеком поступают в камеру ливнеспуска, затем в здание решеток станции очистки.

Камера ливнеспуска оборудована водосливом и является регулирующей. При расходах до 280 л/с все поступающие сточные воды направляются на очистку, при большем расходе часть стоков сбрасывается в самотечный ливневой коллектор по обводной линии без очистки.

Из здания решеток сточные воды, очищенные от самых крупных загрязнений и мусора, поступают в резервуар насосной станции № 1 и далее на песколовки.

После песколовок стоки направляются в два резервуара-накопителя объемом 2000 м^3, которые выполняют роль регулирующей емкости (усреднителя) и обеспечивают равномерную работу станции очистки.

Из резервуаров самотеком или насосами стоки попадают в отстойник-нефтеловушку, а после поступают в резервуар отстоянных стоков объемом 100 м^3.

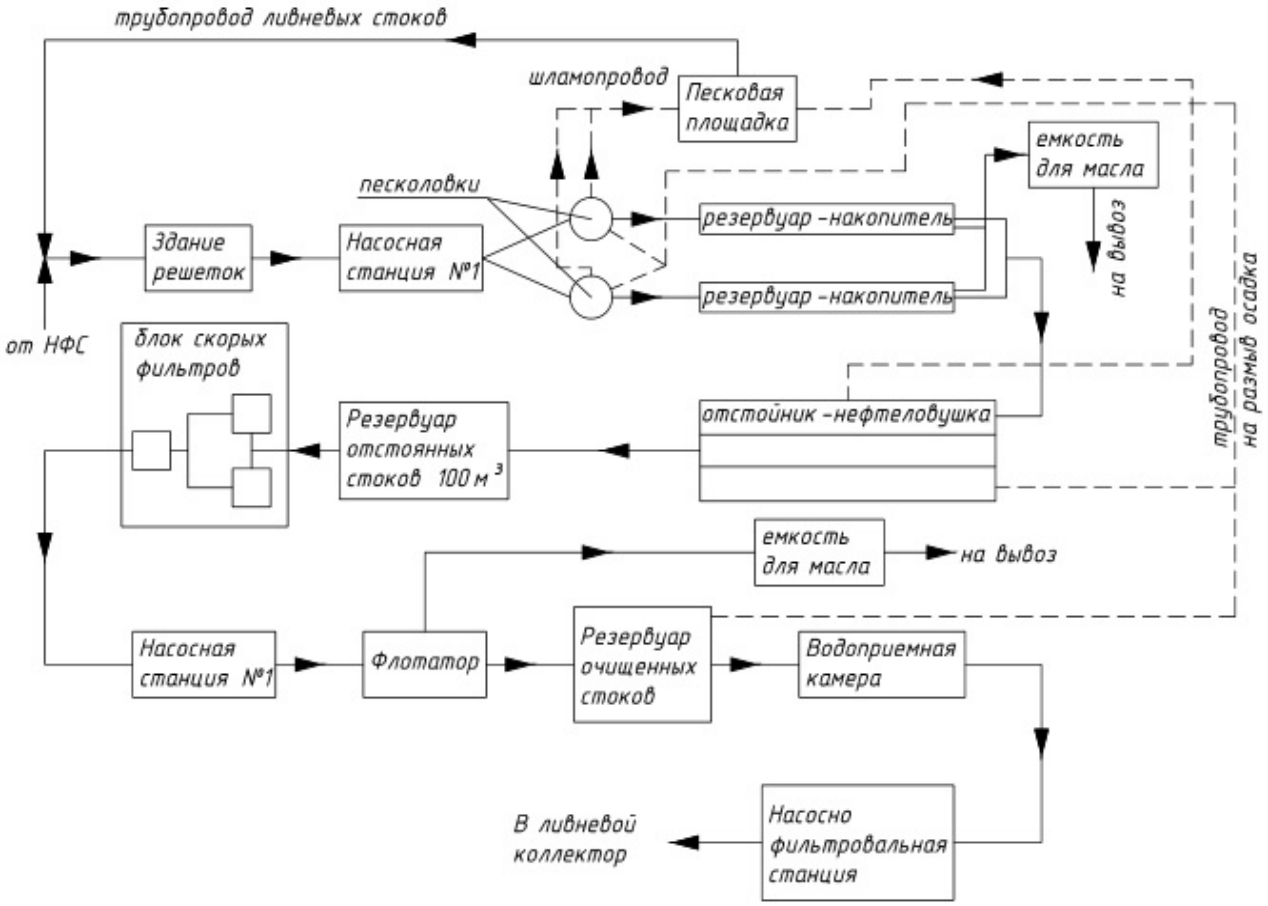


Рис. 1. Технологическая схема станции очистки ливневого стока

Из этого резервуара насосной станцией № 2 сточная вода перекачивается на блок из трех скорых фильтров. Работа фильтров рассчитана как параллельную, так и последовательную нагрузку. После очистки сточная вода сбрасывается в ливневой городской коллектор.

В 2007 году была проведена модернизация фильтров – замена фильтрующей загрузки. В настоящее время в первых двух фильтрах загрузкой является «У*ремикс-913*», который производит очистку от эмульгированных и части растворенных нефтепродуктов и мелкодисперсных веществ. Фильтры работают параллельно, производительность каждого составляет 40 м^3/ч.

Третий фильтр имеет загрузку-гидроантрацит марки «*Purolat-стандарт*», и предназначен для доочистки стоков. Производительность третьего фильтра составляет 80 м^3/ч.

Годовая проектная мощность станции очистки поверхностного стока составляет 678,5 тыс. м^3.

Загрязнения в стоках и эффективности их очистки

Машиностроительное предприятие по характеру загрязнения поверхностного стока относится к предприятиям т.н. «первой группы» [1], то есть тем, на территорию которых не попадают специфические загрязняющие вещества.

По договору с МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал» очищенные сточные воды должны соответствовать показателям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

ПДК загрязнений для стоков, принимаемых в ливневую систему канализации города

№ п/п	Показатель загрязненности	Единица измерения	ПДК
1	pH	–	6,5-8,5
2	Взвешенные вещества	мг/дм^3	10
3	Сульфаты	-“-	100
4	Нефтепродукты	-“-	0,05
5	Нитриты	-“-	0,08
6	Аммоний-ион	-“-	0,5
7	Хлориды	-“-	300
8	Алюминий	-“-	0,04
9	Фенол	-“-	0,001
10	Анионные ПАВ	-“-	0,1
11	БПК5	-“-	3,0

В табл. 2 приведены показатели загрязненности поверхностных стоков до и после станции очистки по трем последним годам.

Таблица 2

Загрязненность исходных и очищенных поверхностных сточных вод

Показатель	Ед. изм.	28.06.2017		31.01.2018		30.01.2019	
		исход-ная	очищен-ная	исход-ная	очищен-ная	исход-ная	очищен-ная
pH	–	7,3	7,3	8,1	8,1	7,8	8,2
Взвешенные вещества	мг/дмЗ	34,9	9,2	9,3	7,5	10	6
Сульфаты	-“-	47,9	45,5	76	72	77	54
Нефтепродукты	-“-	3,6	**0,09***	19	**0,11**	3,7	**0,1**
Нитриты	-“-	0,11	**0,1**	1,1	0,079	0,16	0,08
Аммоний-ион	-“-	0,57	**0,52**	4,1	**0,68**	0,31	0,18
Хлориды	-“-	102,1	84,5	78	64	271	165
Алюминий	-“-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Фенол	-“-	0,005	<0,0005	0,005	**0,002**	0,004	<0,0005
Анионные ПАВ	-“-	0,15	**0,14**	0,27	**0,12**	0,29	0,1
БПК5	-“-	3,3	2,66	3,5	2,8	3,1	2,8

*выделены значения, превышающие допустимые пределы (табл. 1).

Исходя из данных табл. 1 и 2, при очистке поверхностных стоков не обеспечивается достижение нормативных концентраций для таких загрязнителей, как нефтепродукты, нитриты, аммоний-ион и анионные ПАВ.

По результатам вышеизложенного материала, можно сделать следующие выводы:

- несмотря на проведенную модернизацию, станция очистки ливневого стока не обеспечивает необходимой очистки для четырех из одиннадцати контролируемых показателей загрязненности;

- возможной причиной этого являются недостаточные сорбционные качества применяемых загрузок фильтров;
- необходимо проведение дальнейших исследований для подбора оптимального сорбента;
- следует провести расчеты для проверки обоснованности сброса без очистки части ливневого стока требованиям нормативных документов [2].

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – Москва : ОАО НИИ ВОДГЕО, 2014. – 88 с.

2. СП 32.13330.2018. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения : актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 : утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25.12.2018 № 860/пр : введен 26.06.2019. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 12.11.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМОЗАВЕСЫ В РЫБОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ВОДОЗАБОРОВ

А.А. Брожко
Научный руководитель ***В.В. Одинцов,*** *канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При изъятии части стока рек могут наблюдаться множества негативных последствий для водных биологических ресурсов. Одним из наиболее масштабных таких последствий является гибель рыб в водозаборных сооружениях.

Для предотвращения попадания в водозаборные сооружения скатывающей молоди, а также взрослых рыб предусматриваются рыбозащитные сооружения. Рыбозащитные устройства представляют собой инженерные конструкции, которые являются частью водозаборных или водосбросных сооружений любого объекта. Основная цель таких рыбозащитных устройств – предотвращение попадания рыбы в сооружения при заборе воды из водоемов, а также сохранение при этом жизнеспособности защищаемых рыб, что является основными требованиями при разработке и эксплуатации средств рыбозащиты. В настоящее время разработано и сконструировано достаточно большое количество различных конструктивных и технологических решений рыбозащитных сооружений. Большинство из них не лишено недостатков. Наиболее надежными являются механические рыбозащитные сооружения, основным недостатком которых является их быстрая засоряемость.

Рассмотрим также принцип работы рыбозащитных сооружений физиологического типа. К такому типу относят электрические рыбозаградители. Основная их работа – воздействие на рыб электрополей высокого напряжения. Электрорыбозаградитель состоит из системы электродов противоположной полярности. Электроды питаются постоянным, переменным или импульсным постоянным током. Электрические рабозащитные конструкции не могут быть использованы для защиты ранней молоди, так как при этом пришлось бы увеличить напряжение электрического поля. Такое увеличение вызывает гибель крупных рыб, попавших в зону действия рыбозаградителя.

В последние годы все более широкое применение в практике рыбозащиты находят воздушно-пузырьковые рыбозаградители. Основа работы воздушно-пузырьковых заградителей состоит в использовании водно-воздушной завесы. Конструкция и способ работы заградителя создается следующим образом: место расположения водозаборного оголовка по дну реки ограждается системой перфорированных труб, подключенных к компрессору (рис. 1).

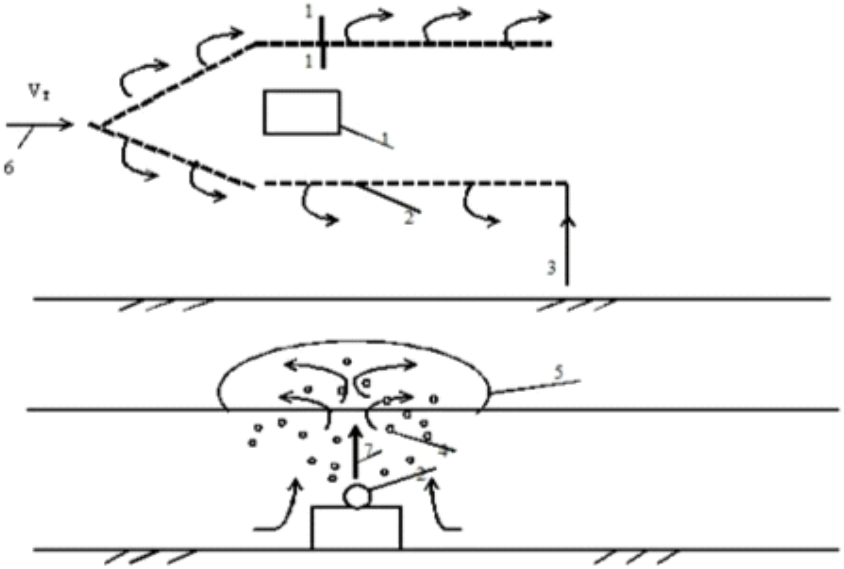


Рис. 1. Схема работы пневмозащитного сооружения:
1 – водозаборный оголовок; 2 – перфорированные трубы;
3 – подача сжатого воздуха; 4 – водовоздушная завеса;
5 – бурун на поверхности воды; 6 – скорость течения;
7 – максимальная вертикальная скорость

Пузырьки воздуха начинают подниматься к поверхности и увлекают за собой окружающие массы воды. Таким образом, создаётся непрерывный восходящий водно-воздушный поток. Поднятая на поверхность вода образует бурун, от которого растекается в обе стороны. Такой принцип работы завесы оказывает на рыб как физиологическое, так и гидравлическое воздействие. Рыба начинает зрительно воспринимает завесу и пытается миновать ее. Попадающие в водовоздушную завесу мусор и рыба увлекаются на поверхность и, вместе с потоком растекающейся против течения воды, отбрасываются от за-

щищаемой зоны, далее подхватываются речным потоком и уносятся вниз по течению.

Лабораторные исследование проводились в стеклянном лотке для определения параметров пневмозавес. Сжатый воздух от компрессора производительностью 30 $м^3$/час поступал к перфорированным трубкам, укладывающихся на дно лотка. Для того чтобы выявить влияния течения при условиях выпуска сжатого воздуха, в процессе проводимых опытов скорости течения потока варьировались с различным расходом воздуха и количеством труб в завесе.

По результатам лабораторных исследований установлено, что количество и расстояние между собой нескольких перфорированных труб при выпуске из них сжатого воздуха влияют на параметры циркуляции. С увеличением количества труб и расстояния между ними происходит уширение водно-воздушной завесы, а так же уменьшение максимальных вертикальных скоростей, что приводит к повышению ее задерживающей способности для рыб. Однако остальные параметры циркуляции увеличиваются. По всей видимости, это происходит вследствие того, что уменьшение вертикальных скоростей в определённой мере компенсируется уширением зоны восходящего потока.

На основании проведенных лабораторных исследований получены необходимые зависимости, позволяющие прогнозировать параметры водно-воздушной завесы и рассчитать ее конструктивные элементы, то есть количество перфорированных труб, расстояние между ними и необходимый расход воздуха.

1. Одинцов, В. В. Рыбозащита на водозаборных узлах путем создания водно-воздушных завес / Одинцов В. В., Лихачева О. И. // Вузовская наука – региону : материалы Седьмой Всероссийской научно-технической конференции (Вологда, 27 февраля 2009 г.) : [в 2 томах] / [редколлегия: Асташов В. Н. [и др.] ; ответственный редактор Плеханов А. А. ; ВоГТУ]. – Вологда, 2009. – Т. 1. – С. 290-291. – URL: http://library.vogu35.ru/biblio/vnr/2009/2009_vnr_t1.pdf. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. Одинцов, В. В. Пневмозащита водозаборов от ледошуговых осложнений : специальность 05.14.09 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Одинцов Владимир Васильевич ; Московский гидромелиоративный институт. – Москва, 1975. – С. 180.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКОФАКЕЛЬНОЙ ФОРСУНКИ

А.А. Втулкин
Научный руководитель ***Н.А. Бормосов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственныйуниверситет
г. Вологда

Процессы охлаждения металла диспергированной (распыленной) жидкостью, подаваемой на высокотемпературную металлическую поверхность, имеют большое практическое значение в металлургии. Теплообмен распыленной жидкости с поверхностью металла является довольно сложным явлением. Если степень диспергированности жидкости достаточно велика, то ее можно рассматривать как ансамбль капель, налетающих на поверхность. В этом случае теплообмен будет определяться суммарным тепловым эффектом от взаимодействия одиночных капель с нагретой поверхностью. Поэтому основой расчета охлаждения высокотемпературной поверхности, каплями диспергированной жидкости, являются расчеты плотности теплового потока, идущего на испарение капли при ее непосредственном взаимодействии с поверхностью и коэффициента теплоотдачи. В основу расчетов положена модель упорядоченного взаимодействия отдельных капель со стенкой, при котором не происходит взаимного наложения отдельных актов взаимодействия. В реальном процессе такое наложение возможно и в пространстве и во времени: на деформирующуюся при ударе о поверхность каплю может упасть следующая за ней капля (наложение в пространстве), взаимодействие двух контрольных капель может происходить одновременно, но в двух различных точках охлаждаемой поверхности (наложение во времени).

Для доказательства применимости моделиупорядоченного взаимодействия, как правило, вводится число гомохронности

$$H_O = \frac{1}{\sqrt[3]{NR^3}},$$

где N – массовая концентрация капель в диспергированном потоке, 1/м^3;

R – средний размер диспергированной капли, 10-3 м.

Далее рассчитывается массовая концентрация охлаждающей жидкости с, кг/м^3:

$$c = \frac{4}{3}\pi \cdot R^3 \cdot \rho \cdot N,$$

которая не должна превосходить значений, определяемых неравенством:

$$\frac{\mathrm{c}}{\pi} \leq \frac{4}{9} H_O^{-1}.$$

Поэтому большинство экспериментальных исследований в области охлаждения высокотемпературных поверхностей диспергированной жидкостью

ограничиваются исследованием теплообмена одиночной капли с поверхностью.

Наиболее подробно теплообмена одиночной капли рассмотрен в [1]. Теплосъем одиночной капли с нагретой поверхности с температурой не выше 300°С пропорционален объему (или массе) капли и распространяет его на температуры поверхности выше 500°С. Однако, при взаимодействии капли с высокотемпературной поверхностью практически мгновенно образуется паровой слой, который отбрасывает каплю от поверхности до того, как она успеет деформироваться. Теплосъем капли при этих условиях не будет пропорционален ее объему.

Методики исследования теплообмена капли с нагретой поверхностью разделяются на нестационарные и калориметрические, причем в нестационарных методиках теплосъем капли определяется косвенным образом через замеры температур во внутренних точках тела, на которую падает капля. Обе методики требуют особо тщательно поставленного эксперимента. Предлагаемая методика является нестационарной, но более простой в осуществлении.

Взаимодействие капли с поверхностью рассматривается как одномоментный акт, т.е. капля налетает на поверхность и почти мгновенно взаимодействует с ней. При этом капля частично испаряется с отбором теплоты от поверхности, а неиспарившаяся часть жидкости удаляется с поверхности теплообмена.

В этом случае, процесс теплообмена капли с поверхностью пластины можно рассматривать как мгновенный сток теплоты в одной точке. Математически задача теплопроводности в металле имеет вид:

$$\frac{\partial t(x,y,z,\tau)}{\partial t} = a\nabla^2 t(x,y,z,\tau) - W \cdot \partial(x,y,z,\tau), \qquad (1)$$

где $t(x,y,z,\tau)$ – трехмерное температурное поле металла; x,y,z – трехмерные декартовы координаты с началом отсчета в точке взаимодействия капли с поверхностью; ось z направлена по нормали к поверхности; τ - время, отсчитываемое с момента взаимодействия капли с поверхностью;

$$W = Q_k/c\rho,$$

где Q_k – количество теплоты, унесенное каплей; c — теплоемкость металла; ρ – плотность металла; δ (x, y, z, τ) – трехмерная функция Дирака; $\alpha = \lambda/c\rho$ – коэффициент температуропроводности; λ – коэффициент теплопроводности металла.

Пусть капля налетает на пластину, толщина s которой мала. В этом случае пластину можно считать практически двухмерной:

$$\frac{\partial t}{\partial z} = 0.$$

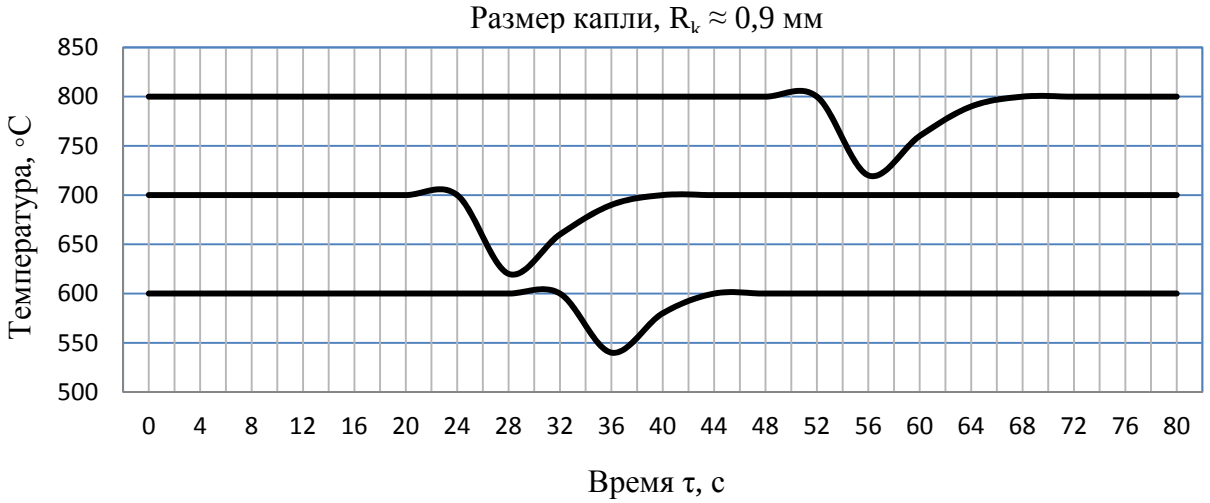
Поэтому уравнение (1) можно записать в виде:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}\right) - \left(\frac{W}{s}\right)\delta(x, y, \tau),$$

где $t = t(x, y, z)$ и $\delta = \delta(x, y, \tau)$ – двухмерные функции.

В начальный момент времени температура во всех точках пластины одинакова и равна $t_0 = t\ (x, y, 0)$.

В качестве граничных условий возьмем отсутствие теплообмена на обеих поверхностях пластины, а саму пластину будем считать бесконечной. Из-за того, что в одной точке пластины происходит мгновенный сток тепла, температура в этой точке мгновенно понижается, а затем восстанавливается до прежнего значения за счет теплопроводности в пластине.



Решением поставленной задачи в цилиндрических координатах будет следующее температурное поле [1]:

$$t(r, \tau) = t_0 - \frac{Q_k}{c \cdot \rho \cdot s} \cdot \frac{1}{4a\pi \cdot \tau} exp\left(-\frac{r^2}{4a\tau}\right), \qquad (2)$$

где $t(r, \tau)$ – температура пластины в момент τна расстоянии r от точки стока тепла. В частности, при $r = 0$ температура будет изменяться как:

$$t(0, \tau) = t_0 - \frac{Q_k}{\lambda \cdot s} \cdot \frac{1}{4\pi\tau}\,. \qquad (3)$$

Из формулы (3) следует, что если известна температура пластины в точке $r = 0$ в момент времени $\tau > 0$, то тепло Q_k унесенное каплей, можно определить из выражения:

$$Q_k = 4\pi \cdot \tau \cdot \lambda \cdot s \cdot \big(t_0 - t(0, \tau)\big). \qquad (4)$$

Для использования (4) при обработке экспериментальных данных необходимо обеспечить соответствующие граничные условия на поверхностях пластины, рациональным образом выбрать толщину s пластины, ее линейные

размеры и момент времени τ, в который производится замер температуры пластины в месте падения капли.

Поскольку процессы изменения температуры пластины за счет взаимодействия с каплей и передачи теплоты в пластине при достаточно большом λ протекают гораздо быстрее, чем изменение теплового баланса пластины при теплообмене с окружающей средой излучением и конвекцией, то решение данной задачи в виде (2) достаточно точно отражает распределение температурного поля в пластине.

Из формулы (3) следует, что в нулевой момент времени ($\tau = 0$) температура пластины в месте падения капли должна понизиться до минус бесконечности. На самом деле, из-за конечных размеров капли и конечного времени взаимодействия капли с пластиной этого не произойдет, поэтому малые моменты времени следует исключить из рассмотрения. Формула (3) описывает реальные отклонения температуры от исходной, при временах:

$$\tau > \frac{d^2}{a},$$

где d – диаметр капли. Отклонения температуры от исходной будут тем больше, чем меньше толщина пластины и коэффициент теплопроводности материала пластины.

Пластину можно считать двухмерным телом, если ее температура по толщине успевает выравниваться за достаточно малое время τвыр, которое можно оценить из выражения:

$$\tau_{\text{выр}} \approx \frac{s^2}{a}.$$

Если принять $s = 10^{-3}$ м, $a = 10^{-5}$ м^2/с (сталь), то время $\tau_{\text{выр}} \approx 0{,}1$ сек, что гораздо меньше характерного времени рассматриваемого процесса. Чем меньше толщина пластины и больше коэффициент температуропроводности, тем с большим основанием пластину можно считать двухмерным телом.

В теоретической постановке рассматриваемой задачи теплообмена капли с пластиной линейные размеры пластины принимались бесконечными. В реальном эксперименте достаточно потребовать, чтобы линейные размеры пластины были много больше диаметра капли. Время τ необходимо выбирать так, чтобы исключить влияние конечных размеров пластины и капли.

При указанных условиях методическая погрешность эксперимента по определению величины Q_k без учета погрешности определения температуры и установки термопары, не превышает 1,5%.

Для оценки влияния точности установки термопары достаточно проанализировать экспоненту в формуле (2). Если расстояние от места установки термопары и места падения капли $r < 0{,}2\ (a\tau)^{1/2}$,то экспонента в (2) отличается от единицы не более чем на 1%, что можно считать допустимой погрешностью. При τ = 1сек, $a = 10^{-5}$ м^2/ с, величина$r < 1{,}4 \cdot 10^{-3}$ м. Если τ = 5 сек, то

$r < 3 \cdot 10^{-3}$ м. Отсюда следует, что требования по точности установки термопары не являются очень жесткими.

Выбирая момент времени τ, в который производится замер температуры в месте падения капли, можно обеспечить необходимую точность измерения температуры, а также точность расчетной формулы (4).

Таким образом, по предложенной в данной работе методике можно с достаточной для практических целей точностью определять количество теплоты, отобранного каплей в результате взаимодействия с высокотемпературной поверхностью.

1. Лабейш В.Г. Жидкостное охлаждение высокотемпературного металла. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. — 172 с.

2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – Москва: Наука, 1981. – 512 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.А. Дерягин

Научный руководитель ***С.В. Колобова****, ст. преподаватель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Мембранные технологии – одни самых из перспективных методов водоподготовки. Их главные преимущества – небольшие размер и вес мембранных элементов, простота обслуживания, высокий уровень автоматизации, энергоэффективность.

Современные мембранные технологии делятся на четыре вида: микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и гиперфильтрацию (обратный осмос). Мембраны этих видов отличаются размером пор мембран и соответственно размером задерживаемых примесей.

На промышленных предприятиях при освоении нового оборудования, например, новых технологических линий, новых компрессоров, систем охлаждения и т.д. – везде для успешного функционирования оборудования усложняются требования к качеству воды [1].

В отличие от традиционных методов, требующих больших площадей, многошаговой технологии обработки, значительного количества эксплуатационного персонала, мембранные технологии имеют следующие преимущества:

- компактность оборудования;
- простота наращивания мощностей ввиду модульной конструкции оборудования;
- надежная барьерная фильтрация;

- достаточно низкое энергопотребление;
- минимальное использование химикатов;
- возможность полной автоматизации процессов обработки и контроля качества воды;
- бурно развивающаяся технология.

Кроме самой мембранной установки используются еще сооружения предочистки и доочистки воды. Часто для решения одной и той же задачи и для обработки одного и того же состава воды используются различные схемы.

В практике мембранной водоподготовки чётко просматриваться новая тенденция: улучшение качества водоподготовки с помощью обратного осмоса идет не за счет усовершенствования технологий предочистки, а за счет разработки новых полимерных мембран и модернизации конструкций аппаратов.

Наличие осадкообразующих веществ в исходной воде, не обязательно заставляет создавать многоступенчатых схемы предочистки. Ведутся разработки мембран с модифицированными поверхностями, «отторгающими» органические, коллоидные и бактериальные загрязнения, стойкие к хлору, и т.д.

Разработка новых мембран требует новых методик их изучения и оценки заданных свойств, углубленного исследования механизмов взаимодействия различных веществ с поверхностью мембраны и формирования селективных свойств мембран. Качество очищенной воды зависит не только от селективности мембран, но и от формирования слоя загрязнений на поверхности мембран. Как известно, основными видами осадков на мембранах являются:

1) осадки малорастворимых в воде солей: карбонат кальция, сульфат кальция, силикат;

2) осадки взвешенных и коллоидных веществ (коллоидная гидроокись железа, частицы глины, ила и др.);

3) осадки биологического происхождения;

4) осадки высокомолекулярных органических веществ.

Современная практика обратноосмотического опреснения поверхностных вод предполагает обязательную предварительную очистку воды от коллоидных частиц, слаборастворимых гумусовых соединений, а также контроль микробиологического обрастания мембран [2].

Вода на предприятиях молочной промышленности играет важную роль в различных аспектах. В ряде технологических процессов вода используется в качестве сырья, например, при восстановлении сухого молока, или входит в непосредственный контакт с молочным продуктом (составление рассола для сыра, промывка масла, полученного способом сбивания).

Водоподготовительные системы на таких предприятиях являются оборудованием первой необходимости, так как вода нужна не только в технологических процессах переработки молока, но и для CIP-мойки оборудования розлива, мойки систем нанофильтрации сыворотки, для электродиализа и холодильных установок, а также для котельных агрегатов.

В каждом из вышеперечисленных процессов требования к воде различны:

- для технологии большое значение имеет отсутствие аммиака (аммония), низкая жесткость и щелочность;

- для CIP-мойки установок нанофильтрации (GEA и др.) нужна вода без железа и марганца, чаще всего применяется обессоленная, так как мойки ведутся с высоким pH, и обессоленная вода в этих условиях является наиболее удобным и безопасным с точки зрения осадкообразования растворителем для моющих композиций;

- для установок электродиализа следует обратить внимание на отсутствие в воде марганца, низкий кальций и сульфаты, а также невысокие значения общего солесодержания;

- холодильные установки должны подпитываться низкоминерализованной водой, которая не будет вызывать ни отложений, ни коррозии, расчет ведется по индексам стабильности Ризнера, Ланжелье и т.д

- в котельные агрегаты паровые и водогрейные подают воду согласно стандартным требованиям, учитывая только возможность контакта пара с пищевыми продуктами, в случаях контакта вода должна не превышать и питьевые нормы.

В условиях молочного завода существуют факторы, при которых контаминация молока за счет технологической воды, даже умеренно загрязненной патогенными микробами, приводит к их размножению и накоплению до концентраций, достаточных для выражения человека при потреблении молочных продуктов.

Исходя из выше сказанного, наиболее целесообразным решением для подготовки как технологической, так и технической воды в молочной промышленности будет внедрение узлов обратного осмоса. Так как получаемый при помощи этой технологии фильтрат отвечает требованиям всех технологических процессов.

Обратноосмотические мембраны легко монтируются в напорные корпуса, что облегчает обслуживание установки. При выборе корпусов руководствуются типом мембран и по их же паспортам принимают селективность, удельную производительность на 1 м^2 площади мембраны, а также оптимальное значение рабочего давления, с учётом того, что каждая мембрана снижает создаваемый на входе напор на 5 метров. Не мало важна и температура жидкости, так как при охлаждении пермеата на 1 °С от рабочего значения эффективность работы мембран снижается на 3%.

Для продления срока эксплуатации и эффективного использования модуля обратного осмоса, предлагается также включить в схему такие узлы как:

- узел подогрева воды, необходимый для поддержания рабочей температуры обратноосмотических мембран, монтируется перед модулем обратного осмоса, либо на стадии предочистки, исходя из качества исходной воды;

- узел смешения части концентрата с предочищенной водой, на линии подачи перед блоком обратного осмоса для нормализации солевого состава пермеата.

Эксплуатационные затраты на получение фильтрата, являются одним из ключевых факторов, определяющий метод внедряемый в водоподготовку. Работа обратноосмотического модуля включает расходы на электроэнергию, реагенты (серную кислоту, щелочь, ингибитор), моющие растворы, исходную осветленную и подогретую воду, замену мембран, патронных фильтров предочистки, плату за сброс сточных вод. На сегодняшний день, удельные затраты на обработку воды мембранами не только стали сопоставимы с традиционными методами, но и неуклонно снижаются. Мембранные технологии являются реальной альтернативой традиционным технологиям подготовки воды, как на технологические, так и технические нужны предприятий молочной промышленности.

1. Первов, А. Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация : [монография] / А. Г. Первов. – Москва : АСВ, 2009. – 231 с.

2. Каграманов, Г. Г. Особенности технологии обратного осмоса для опреснения поверхностных вод / Г. Г. Каграманов, А. В. Лойко // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2012. – № 5 (53). – С. 36-42.

РАСЧЕТ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Е.А. Зайцева

Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Разработать программу мероприятий об энергосбережении для организации, в которую входит:

- разработка Положения о порядке мотивации работников за экономию энергии и энергоресурсов;
- назначение ответственных за соблюдение режима экономии и порядка их отчётности по фактически достигнутой экономии энергоресурсов;
- ежеквартальное проведение совещаний по фактически достигнутому энергосбережению в организации;
- назначение ответственных за соблюдение теплового режима в административно-бытовых помещениях.

Применением данных мероприятий можно достичь экономии тепловой энергии до 3%.

Расчет экономической эффективности от применения организационных мероприятий представлен в таблице 1.

Таблица 1

Потребление в 2017 г., Гкал	Экономия, Гкал	Экономия природного газа в натуральном выражении, тыс. м3	Тариф, руб. за $м^3$	Экономия в стоимостном выражении, тыс. руб.
4271	128,13	16	4604,78	73,676

1. Применение экранов-отражателей за радиаторами отопления.

В результате тепловизионного обследования выявлены теплопотери сквозь ограждающие конструкции в местах установки радиаторов отопления. В целях снижения теплопотерь рекомендуется установка зарадиаторных отражательных экранов (например, из материалов Пенофол и Фольма).

Отражающая изоляция ПЕНОФОЛ представляет собой комбинированный материал. Это слой вспененного полиэтилена, с одной или двух сторон покрытый алюминиевой фольгой высокого качества. Материал тонкий, гибкий, легкий, экологически чистый. ПЕНОФОЛ при своей малой толщине имеет высокое термическое сопротивление теплопередаче, обладает хорошим сопротивлением диффузии водяного пара и низким водопоглощением. Высокая эффективность материала обусловлена низкой теплопроводностью пенополиэтилена и высокими отражающими характеристиками алюминиевой фольги.

По данным производителя применение экранов снижает потребление тепловой энергии на 2,0÷3,0%. Средняя стоимость материла 100 руб./$м^2$.

Для организации данного мероприятия потребуется 200 $м^2$ материала.

Расчет экономической эффективности установки экранов-отражателей за радиаторы отопления приведен в таблице 2.

Таблица 2

Экономия в натуральном выражении, Гкал	Экономия в натуральном выражении, тыс. $м^3$	Экономия в стоимостном выражении, тыс. руб.	Капитальные затраты, тыс. руб.	Срок окупаемости, год
48,35	6,49	29,884	20	0,67

2. Установка регуляторов на приборы отопления.

Реализация данного мероприятия дает возможность регулирования температуры воздуха внутри помещения с целью обеспечения нормативного значения температуры [3].

Применением данных мероприятий можно достичь экономии тепловой энергии до 2%.

Стоимость одного регулятора с монтажом составит 1,5 тыс. руб. На отдельных участках необходимо предусмотреть байпасирование.

Расчет экономической эффективности установки регуляторов отопления сведем в таблицу 3.

Таблица 3

Экономия в натуральном выражении, Гкал	Экономия в натуральном выражении, тыс. $м^3$	Экономия в стоимостном выражении, тыс. руб.	Капитальные затраты, тыс. руб.	Срок окупаемости, год
48,35	6,49	29,884	60	2,007

3. Теплоизоляция запорной арматуры.

Для теплоизоляции задвижек рекомендуется использовать жидкие полимерные теплоизоляционные покрытия, такие как МАГНИТЕРМ, Корунд, Изолатт, Актерм, Инотэк, Теплосил, Теплометт и пр.

Расход полимерного теплоизоляционного покрытия при толщине 1 мм = = 1 л/$м^2$. Средняя рыночная стоимость 1 л. теплоизоляционного покрытия 650 руб. Для теплоизоляции всей запорной арматуры потребуется 300 л.

Тепловые потери от задвижки рассчитываются по формуле:

$$Q = 0{,}86 \cdot \alpha \cdot (t_{\text{стенки}} - t_{\text{н}}) \cdot F \cdot 10^{-6} \quad (Гкал / час),$$

где α – коэффициент теплопередачи наружной поверхности задвижки в окружающую среду, Вт/$м^2$К (1,58 Вт/$м^2$К для теплоизолированных участков и 12 Вт/$м^2$К для не теплоизолированных участков);

$t_{Н}$ – температура наружного воздуха, °С;

$t_{стенки}$ – температура наружной поверхности задвижки, °С.

Расчет экономической эффективности от реализации данного мероприятия представлен в таблице 4.

Таблица 4

$Q_ф$, Гкал	$Q_з$, Гкал	ΔQ, Гкал	$Э_э$, руб.	$З_э$, руб.	$С_э$, лет
407	54	353	344881	195000	0,56

1. СП 89.13330. 2012. Свод правил. Котельные установки: актуализированная редакция СНиП II-35-76: утв. Минрегионом России от 30.06.2012 № 281. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2012. – 94 с.

2. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий: актуализированная редакция СНиП 23-02-2003: утв. Минрегионом России от 30.06.2012 № 265. – Введ. 01.01.2012. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2012. – 96 с.

3. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология: актуализированная редакция СНиП 23-02-99*: утв. Минрегионом России от 30.06.2012 № 275. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2015. – 120 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТТАИВАНИЯ ЗАМОРОЖЕННЫХ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

Ю.В. Изместьева
Научный руководитель ***А.А. Синицын,*** *канд. тех. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Эффективные системы контроля продуктов питания имеют важное значение для защиты здоровья потребителей. Обеспечение населения качественными, безопасными и полноценными с физиологической точки зрения пищевыми продуктами является одной из наиболее актуальных задач не только в России, но и во всем Мире.

В странах Европы надлежащее производство продуктов питания и контроль безопасности пищевых продуктов регулирует «Белая книга о безопасности пищевых продуктов». Законодательство США в данной сфере состоит из многочисленных федеральных актов. К основному акту относится Федеральный закон о модернизации продовольственной безопасности (Food Safety Modernization Act, or FSMA). Закон делает основной акцент на предотвращение возможных угроз безопасности продуктов питания на территории США. Отношения в области обеспечения качества пищевых продуктов и их безопасности для здоровья человека в России регулирует Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 02.01.2000 № 29-ФЗ. При этом отмечается, что переработка сырья в пищевые продукты должна выполняться без потерь качества.

Свежие ягоды являются важной составной частью рациона питания и обеспечивают организм набором физиологически ценных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности. Однако свежая ягодная продукция доступна потребителям только в ограниченный период времени. Пищевая промышленность в настоящее время бурно развивается, усиливается конкуренция, предприятиям приходится искать пути оптимизации технологических процессов с целью сокращения издержек, сохраняя при этом высокий уровень качества продукта. В Вологодской области действуют два лидирующих предприятия по производству быстрозамороженной продукции: ООО «Вологодский комбинат пищевых продуктов леса» и ООО «Вологодская ягода».

Среди такого типа предприятий существует проблема при размораживании ягодной продукции, заключающаяся в том, что даже при условии постепенного повышения температуры значительно ухудшается ее товарный вид. Объясняется это тем, что при размораживании происходят разрыв клеточных стенок и вытекание сока, что способствует усилению окислительно-восстановительных процессов [1]. Таким образом, исследования эффективных

и безопасных способов подготовки замороженного сырья для последующей переработки актуальны и современны.

Ранее проведенные исследования в работах коллектива НОЦ «Проблемы современной техносреды» (ВоГУ, г. Вологда) (к примеру, работа авторов [2] и исследование коллектива [3]) позволили сформировать понимание эффективных способов организации теплообмена для различных энергосистем.

Целью работы стал поиск способа быстрого оттаивания замороженных сыпучих продуктов и проектирование новой теплоэнергетической установки для его осуществления. Задачами исследования стали уменьшение времени, затрачиваемого на оттаивание ягодной продукции без потери ее качества, а также поиск применения сбросным тепловым ресурсам предприятия.

Суть исследований. Существующие методы разморозки можно разделить на две основные группы: метод с использованием теплопередающих сред и объемный метод нагрева. В первом случае разморозка осуществляется с помощью воды, воздуха или пара бесконтактным и контактным методами. Во втором случае разморозка производится такими средствами как энергия электрического поля и ультразвуковых колебаний. Так как одной из задач исследования является использование вторичных энергоресурсов предприятия, наиболее подходящим является метод размораживания с помощью воды бесконтактным способом. Существует большое количество устройств (см. описание [4]) для размораживания продуктов питания горячей водой, однако главные их минусы – это непосредственный контакт с водой, что исключает использование сбросных вод. Элемент новизны состоит в разработке такого устройства, которое поможет быстрее размораживать ягодную продукцию с использованием остаточной энергии отводимых (очищенных) сточных вод. Экспериментальные исследования проводились с замороженной брусникой. Первый опыт – размораживание ягод за счет температуры воздуха в помещении порядка 23ºС. Второй опыт – размораживание ягод с помощью горячей проточной воды с температурой 35ºС. При исследовании замороженные ягоды (брусника) помещались в замкнутую ёмкость, при этом температура ягод на начальном этапе составила -10ºС, на конечном +10ºС. Исследуемая ёмкость размещалась в резервуаре с проточной водой таким образом, чтобы уровень воды к размещаемой ёмкости соответствовал не менее 80%.

В результате установлено время размораживания ягод для 2 способов (рис. 1). Зависимость изменения температуры ягод с течением времени представлено на графике. На основе полученных данных можно сделать вывод о возможности ускорения осуществления технологии размораживания продукции (порядка 20%) и предотвращения ухудшения их качества за счет рекуперативного теплообмена с использованием горячего теплоносителя.

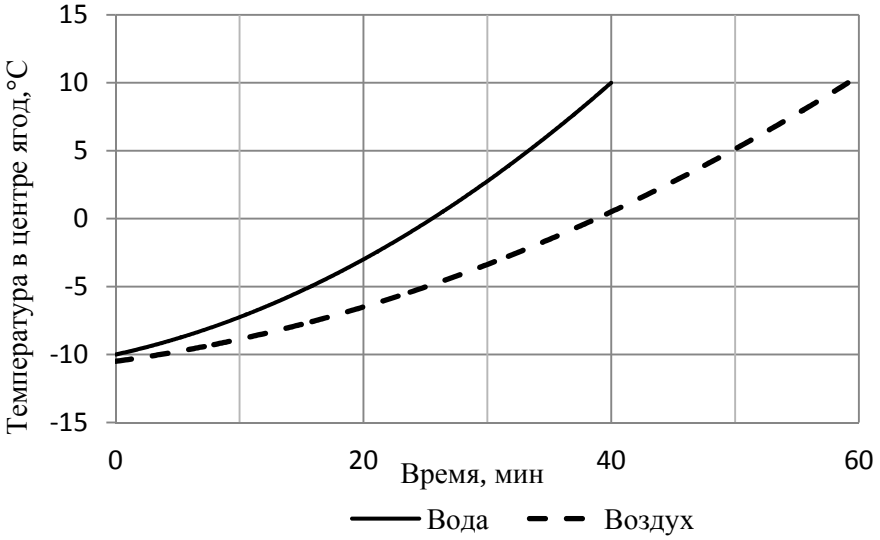


Рис. 1. Динамика изменения средней температуры ягод при их оттаивании двумя способами

На основе экспериментальных исследований в лабораторных условиях сделан вывод о возможности ускорения времени размораживания ягод (порядка 20%) и предотвращения ухудшения их качества за счет использования теплопередающей среды (воды) бесконтактным способом.

В работе применены методы эмпирического и теоретического исследования [5]. Результаты работы могут быть использованы в производственной и научно-технической деятельности предприятий пищевой отрасли.

1. Грибова, Н. А. Влияние способов размораживания обезвоженных замороженных ягод на потерю клеточного сока // Качество и безопасность. – 2013. – № 3. – С. 55-56.

2. Капкина, Е.С. Расчетно-экспериментальные исследования эффективности нового портативного термоконтейнера для северных широт / Е.С. Капкина, А.А. Синицын // Энергетика и энергосбережение: теория и практика: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, 2017. – С. 130.

3. Монаркин, Н.Н. Построение и исследование простейшей математической модели регенеративного теплообменника / Н.Н. Монаркин, А.А. Синицын, А.Н. Наимов // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2016. – № 3 (72). – С. 11-15.

4. Пат. 2012141019 Российская Федерация, МПК7 Е 04 С 3/08. Устройство для дефростации замороженных сыпучих сред / А. А. Синицын; опубл. 10.02.2013, Бюл. № 4. – 1 с.

5. Исследование процессов тепломассопереноса в слое почвы на примере фрезерного торфа при инфракрасно-лучистом обогреве: учебное пособие / [М.В. Павлов, Д.Ф. Карпов, А.А. Синицын и др.]; Мин-во образ. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2015. – 192 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОТТАИВАНИЯ МЕРЗЛОГО ГРУНТА ТВЕРДОТОПЛИВНЫМ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОМ

А.А. Коробейников
Научный руководитель ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При ведении аварийных и ремонтных работ, работ по добыче ресурсов, прокладке подземных сетей, отрыву небольших котлованов, вследствие низких температур существует потребность в прогреве почвы, для её дальнейшей разработки ручным инструментом. В условиях города работы вблизи действующих кабельных линий и других подземных коммуникаций могут стать причиной механического повреждения или аварии при использовании ударных инструментов.

Разработано множество технологических решений, основанных на различных принципах термического воздействия на грунт: трубчатые электронагреватели, электрические рефлекторные печи, паровые и водяные иглы, термоматы, электрические горизонтальные и вертикальные стальные электроды, горячий сыпучий теплоноситель и др., описанные в работе [1].

Указанные способы так или иначе малоэффективны при прогреве грунта при температуре минус 30°С и ниже. Была поставлена задача по разработке новых огнетехнических устройств для быстрого оттаивания мерзлого грунта, включающей в себя поиск оптимального варианта устройства, сочетающего в себе простоту использования, доступность на рынке и мобильность.

Предыдущие исследования в работах [1–4] показали эффективность нового решения проблемы оттаивания мерзлых грунтов при подготовительных строительных работах в условиях малоэтажной застройки, однако поиск более эффективных устройств ведется и в настоящее время.

Патентный поиск показал, что среди наиболее перспективных разработок может быть принята за основу переносная печь с опрокинутой тягой.

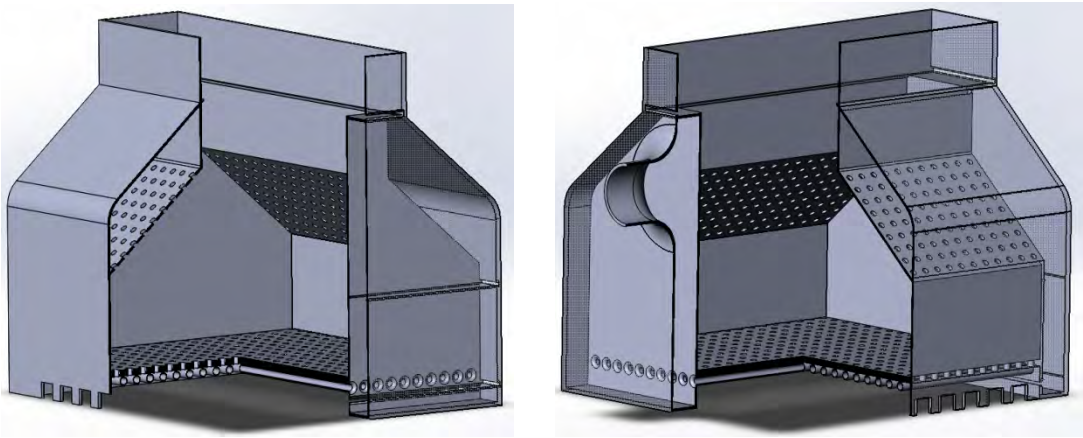


Рис. 1. Фрагменты модели конструкции печи на обратной тяге

Предложены следующие решения: корпус печи образован железной рамой с колосниками. Колосники перекрыты двойным сводом. В промежуточное пространство между листами сводов и через патрубки колосниковой решетки нагнетается ручным вентилятором воздух, который поступает в топочное пространство и в подколосниковое пространство для догорания уходящих газов. Продукты горения через колосники выходят в зольник и, встречая участок грунта, производят оттаивание мерзлоты не только действием горячих газов, но и действием лучистой теплоты горящего топлива. Загрузка топлива (дров) производится через верхнюю дверцу, герметически закрывающуюся во время работы. Преимуществами данной конструкции по сравнению с аналогом являются следующие:

– нагнетаемый воздух предварительно нагревается от стенок камеры сгорания, охлаждая при этом решетку и уменьшая износ печи, повышая при этом эффективность сгорания топлива;

– твердое топливо является наиболее лучшим вариантом в холодных условиях и не требует предварительной подготовки;

– перед подачей в топочное пространство дрова подогреваются стенками камеры сгорания (идет предварительная сушка).

Для испытания данного образца следует создать математическую модель процесса. Исходя из полученных расчетных данных определяются оптимальные размеры и параметры работы печи.

При математическом моделировании была использована задача Стефана, которая решается как система уравнений теплопроводности с учетом фазового перехода.

Постановка задачи будет следующая: грунт имеет всю начальную температуру $T_н$, и находиться в мерзлом состоянии. Температура фазового перехода $T_ф$ выше чем $T_н$. На поверхности грунта $x=0$ в начальный момент времени $t=0$ скачком устанавливается постоянная температура T_0, которая поддерживается и в то же время выше температуры замерзания. Талый слой, появляющийся у поверхности со временем увеличивается. Устанавливается фронт, движение которого и требуется определить, а также температуры в талой и промерзшей зонах.

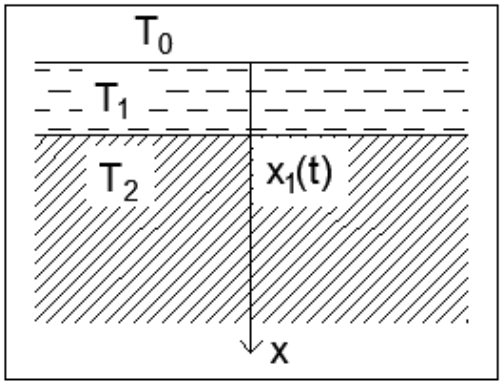


Рис. 2. Физическая модель теплопереноса в мерзлом грунте

Обозначим через x_1 координату промерзания фронта, через $T_1(x,t)$ температуру в талом слое $0 \le x \le x_1$, а через $T_2(x,t)$ – температуру в не прогретой области $x_1 \le x \le \infty$. Следовательно, задача о прогревании грунта может быть раскрыта как задача о сопряжении температурных полей на прогревающемся фронте, который движется, тогда в итоге получаем систему уравнений теплопроводности.

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial T_1}{\partial t} &= a_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2}, 0 \le x \le x_1 \\ \frac{\partial T_2}{\partial t} &= a_1 \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2}, x_1 \le x \le \infty \end{aligned}\right\}, \tag{1}$$

где *a1* – коэффициент температуропроводности в талой зоне и *a2* - коэффициент температуропроводности в мерзлой зоне с начальными условиями:

$$T_2(x,0) = T_н, \tag{2}$$

$$T_1(0,t) = T_0 > T_Ф, \tag{3}$$

$$T_1\big|_{x_1} = T_2\big|_{x_2} = T_ф = const. \tag{4}$$

Для упрощения решения примем $T_ф = 0$, тем самым перейдем на шкалу Цельсия. Всегда можно будет поменять начало отсчета в зависимости от требований.

Фронт передвигается с заранее неопределенной скоростью, следовательно, на нем помимо граничных условий (4) для уравнений теплопроводности, следует задать еще один параметр, определяющий скорость движения фронта. Допустим что за некоторое время dt фронт передвигается на расстояние dx_1 так же при этом тает масса воды, равная $rSdx_1$ и поглощается количество тепла $LrSdx_1$, где S – площадь фронтовой поверхности, L – удельная теплота фазового перехода, r – масса воды в единице объема грунта. Согласно закону сохранения энергии – эта сумма тепла должна равняться разности количеств тепла, проходящих со стороны мерзлой и талой зон через фронт:

$$\left[-\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x}\bigg|_{x_2} + \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x}\bigg|_{x_1}\right] Sdt = L\rho Sdx_1, \tag{5}$$

или

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x}\bigg|_{x_1} - \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x}\bigg|_{x_2} = L\rho \frac{dx_1}{dt}. \tag{6}$$

Это условие называется условием Стефана на фронте фазового перехода.

Искать решение уравнений (1) следует в виде:

$$T_1 = A_1 + B_1 erf\left(\frac{x}{2\sqrt{a_1 t}}\right),\ T_2 = A_2 + B_2 erf\left(\frac{x}{2\sqrt{a_2 t}}\right), \qquad (7)$$

где A_1, A_2, B_1, B_2 – неизвестные константы, которые определяются из граничных и начального условий.

В ходе решения была выделена формула, которая показывает, по какому закону движется фронт оттаивания.

$$x_1 = \beta\sqrt{t}\,, \qquad (8)$$

где β – неизвестная пока константа, которая в дальнейшем находиться из итогового трансцендентного уравнения.

$$\frac{\lambda_1 T_0 e^{-\frac{\beta^2}{4\alpha_1}}}{\sqrt{a_1} erf\left(\frac{\beta}{2\sqrt{a_1}}\right)} + \frac{\lambda_2 T_н e^{-\frac{\beta^2}{4\alpha_2}}}{\sqrt{a_2} erfc\left(\frac{\beta}{2\sqrt{a_2}}\right)} = L\rho\beta\frac{\sqrt{\pi}}{2}. \qquad (9)$$

Таким образом, если теплофизические параметры вещества заданы λ_1, λ_2, a_1, a_2, L, r, а также граничная и начальная температуры T_0 и $T_н$, то константа β, а также и в дальнейшем расчете константы A_1, A_2, B_1, B_2 определяются однозначно.

По результатам последующего теплотехнического и технико-экономического расчета может быть принято решение о перспективности данной разработки применительно к аварийно-ремонтным и строительным работам.

1. Синицын, А.А. К выбору оптимального способа и средства по оттаиванию мерзлого грунта / А.А. Синицын, И.А. Суханов, Ю.В. Рыбина и др. // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: Материалы 5-й Международной научно-технической конференции, 2009. – С. 146-149.

2. Синицын, А.А. Решение проблемы оттаивания мерзлых грунтов при подготовительных строительных работах в условиях малоэтажной застройки / А.А. Синицын, Д.Ф. Карпов, И.А. Суханов // Малоэтажное строительство в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области»: материалы Международной научно-практической конференции, 2009. – С. 99-101.

3. Арутюнян, Р.В. Интегральные уравнения задачи Стефана и их приложение при моделировании оттаивания грунта / Р.В. Арутюнян. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумна, 2015. – 19 с.

4. Вельсовский, А.Ю. Разработка концепции создания радиационно-конвективной установки для оттаивания мерзлых грунтов / А.Ю. Вельсовский, А.А. Синицын, Д.Ф. Карпов // Вузовская наука – региону: материалы Восьмой Всероссийской научно-технической конференции: в 2-х т. – Вологда, 2010. – Т. 1. – С. 312 – 313.

БИОФЛОКУЛЯЦИЯ КАК МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

О.Н. Краева

Научный руководитель ***А.Н. Тянин****, канд. техн. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Утилизация избыточного активного ила, образующегося после биологической очистки – один из важных вопросов технологии очистки сточных вод. Вариантом его решения является использование избыточного активного ила как биофлокулянта. В связи с этим, исследования по данной тематике актуальны.

Биофлокуляция – это метод интенсификации процесса отстаивания, заключающийся в добавлении к сточной воде биофлокулянта и аэрации получившейся смеси [1].

Флокулянты группируют частицы загрязнений, находящихся в дисперсной фазе, в более крупные флокулы-агрегаты, что приводит к значительному увеличению скорости осаждения. При этом эффективность осветления увеличивается до 60–80%, а снижение БПК – на 40–50%.

Необходимость увеличения эффективности первичного осветления сточной воды возникает: во-первых, при режиме экономного водопотребления, когда увеличивается концентрация взвешенных веществ; во-вторых, по причине образования трудноосаждаемой тонкодисперсной взвеси в многокомпонентных городских сточных водах. Существует несколько основных групп методов для интенсификации работы отстойников, таких как гидродинамические, технологические, химические и физические. Одним из методов, получивших наибольшее распространение, является метод использования биофлокулирующих свойств активного ила [1].

Активный ил представляет собой активную биомассу микроорганизмов, простейших и бактерий, очищающую сточные воды посредством биохимического окисления. В биоценозе активного ила всегда присутствуют полисахариды, окружаемые бактериальными клетками, что приводит к концентрации дисперсных загрязнений на поверхности клеток микроорганизмов. Развитая

поверхность активного ила – до 100 м^2/г сухой массы обуславливает его адсорбционные свойства. Это в свою очередь объясняет способность к флокулообразованию – одно из основных свойств активного ила [4].

Исследования по влиянию активного ила на процесс очистки производственных сточных вод показывают, что при увеличении концентрации микроорганизмов в суспензии активного ила возрастает скорость осаждения твердой фазы и степень осветления сточных вод.

Биофлокуляция осуществляется в таких сооружениях, как преаэторы и биофлокуляторы. Преаэраторы создаются в виде отдельных, встроенных либо пристроенных к первичным отстойникам сооружений. Предварительная аэрация увеличивает эффект осветления на 10–15% [1].

Биофлокуляторы, как правило, создают на базе горизонтальных, вертикальных или радиальных отстойников, для этого в них устанавливают аэраторы, благодаря чему в отстойной зоне образуется взвешенный слой, способствующий осветлению фильтрующейся через него сточной воды.

На рисунке 1 изображен блок преаэратор – горизонтальный отстойник, на рисунке 2 – вертикальный отстойник со встроенной камерой флокуляции. Метод биофлокуляции можно комбинировать с тонкослойными блоками, например, в радиальном отстойнике.

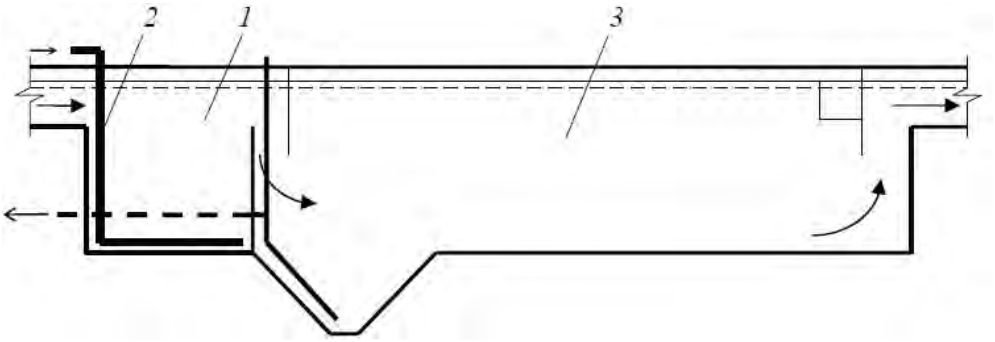


Рис. 1. Блок преаэратор – первичный отстойник:
1 – преаэратор, 2 – подача воздуха, 3 – отстойник [1]

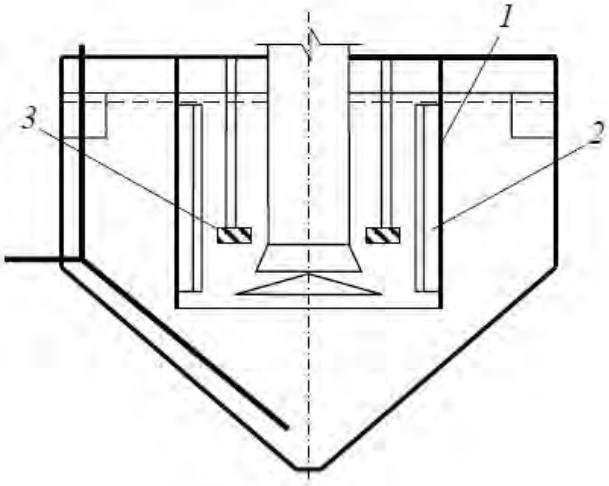


Рис. 2. Биофлокулятор на базе вертикального отстойника:
1 – кожух преаэратора, 2 – воздухораспределитель, 3 – фильтросные аэраторы [1]

В настоящее время биофлокулянты широко применяют в различных отраслях промышленности для очистки сточных вод. В научной литературе встречаются примеры использования метода биофлокуляции на предприятиях пищевой и химической промышленности для улучшения процесса очистки стоков, а также для очистки сточных вод после мытья автомобилей. Высокая эффективность применения микроорганизмов избыточного активного ила для очистки сточных вод с фосфорсодержащими загрязнениями, а также сточных вод с высоким содержанием металлов отражена в работах [2, 3].

Важнейшей частью исследований в этой области выступают эксперименты по определению оптимальной дозы избыточного активного ила, используемого для биофлокуляции.

В результате исследований по биофлокуляции загрязнений сточных вод, образующихся после мытья автомобилей, авторами установлено, что добавление избыточного активного ила концентрацией 42,7 г/л способствовало увеличению эффективности осветления до значения 90%. Выявлено также, что в процессе биофлокуляции концентрация алюминия в очищенных сточных водах понижалась на 78–80%. Все это открывает перспективы применения биофлокуляции для очистки сточных вод от металлов, находящихся в растворенном и дисперсном состоянии [3].

В работе [4] для модельного стока была определена оптимальная доза активного ила (50 мл активного ила на 150 мл стоков). При этом наблюдается снижение мутности на 78%. Однако, доза активного ила, определенная для модельного стока нуждается в уточнении в условиях реальных промышленных процессов очистки.

На территории Вологодской области схема очистки сточных вод, включающая метод биофлокуляции, реализована в городе Сокол. В дальнейших исследованиях необходимо выяснить уровень эффективности этого метода очистки и влияние аэрации на скорость осаждения. Кроме того, нами планируется проведение экспериментов со сточными водами города Вологды, с целью оценки возможности применения биофлокуляции и подбора оптимальных доз активного ила.

Кроме того, необходимо подчеркнуть преимущества активного ила перед другими флокулянтами. Во-первых, ввиду своего природного происхождения, составляющие активного ила являются потенциально не опасными, в отличие от флокулянтов химического происхождения, что весьма важно с точки зрения экологии. Во-вторых, не требуются затраты на приобретение флокулянта, так как активный ил является побочным продуктом процесса очистки сточных вод.

Внедрение метода биофлокуляции на очистных сооружениях Вологодской области позволит решить ряд вопросов технологии очистки сточных вод, таких как утилизация избыточного активного ила, а также повышение скорости и эффективности очистки сточных вод с минимально возможными затратами.

1. Гудков, А. Г. Механическая очистка сточных вод : учебное пособие / А. Г. Гудков. – Вологда : ВоГТУ, 2003. – 152 с.

2. Ксенофонтов, Б. С. Интенсификация очистки сточных вод химических производств с использованием биофлокулянтов / Б. С. Ксенофонтов. – Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 10.– С. 18-20.

3. Ксенофонтов, Б. С. Интенсификация процессов очистки воды с использованием биофлокулянта / Б. С. Ксенофонтов, Е. Е. Гончаренко. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Текст : электронный.

1. 4. Тимакова, Д. Н. Использование активного ила в качестве биофлокулянта / Д. Н. Тимакова. – Universum: химия и биология. – 2016. – № 10 (28). – С. 14-18.

СПОСОБ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Е.Ю. Кузнецова

Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время на территории Вологодской области существует множество районов, которые далеки от зоны газификации. Поэтому теплоснабжение осуществляется от централизованных котельных, которые работают на твердом топливе. В большинстве случаев коэффициент использования теплоты твердого топлива низкий, что выражается в высоких тарифах на теплоснабжение. В некоторых же местах, централизованное теплоснабжение и газоснабжение полностью отсутствуют, а имеется лишь электричество.

Одним из самых экономичных источников тепла является тепловой насос (ТН). Принцип действия ТН основан на реализации обратного термодинамического цикла. В ТН рабочий агент совершает обратный круговой термодинамический цикл, в результате которого обеспечиваются вывод энергии от холодного источника и передача её теплоносителю с более высокой температурой за счёт подвода внешней энергии к компрессору [1].

Стоимость теплового насоса прямо пропорционально зависит от его тепловой мощности, и чем меньше тепловая мощность (т.е. чем меньше теплопотери через наружные стены), тем меньше затраты электроэнергии на работу теплового насоса и систему отопления.

Основная цель – создать систему отопления, работающую за счет электроэнергии, имеющую минимальные капитальные затраты и минимальные эксплуатационные затраты (минимальный расход электроэнергии).

Задачи:

1) подобрать безопасный хладагент (фреон, хладон), который будет являться греющим теплоносителем, конденсирующимся в трубах, проложенных под полом (теплый пол);

2) чтобы снизить затраты на электроэнергию, установить температурный датчик для регулирования мощности системы отопления;

3) подобрать тепловую изоляцию наружных ограждений здания, чтобы минимизировать суммарную стоимость системы отопления (главным образом –- затраты на тепловой насос).

Все 3 момента, которые указаны, позволяют создать энергоэффективную систему отопления.

На рисунке представлена принципиальная схема децентрализованной системы отопления с тепловым насосом

Тепловой насос – это компактная экономичная и экологически чистая система отопления, которая позволяет получать тепло для отопления игорячего водоснабжения, используя при этом энергосберегающие технологии, которые основаны на тепле низкопотенциальных источников. Суть работы теплового насоса состоит в переносе энергии (тепла) от холодного тела к более теплому. Для этого используется хладагент (рабочее вещество), который под воздействием подводимой теплоты испаряется в камере с низким давлением и температурой, далее после принудительного повышения давления и температуры в компрессоре, хладагент отдает полученное тепло, конденсируясь в камере с высоким давлением и температурой. Отношение количества перенесенной тепловой энергии к затраченной электроэнергии привода компрессора называют коэффициентом преобразования энергии теплового насоса.

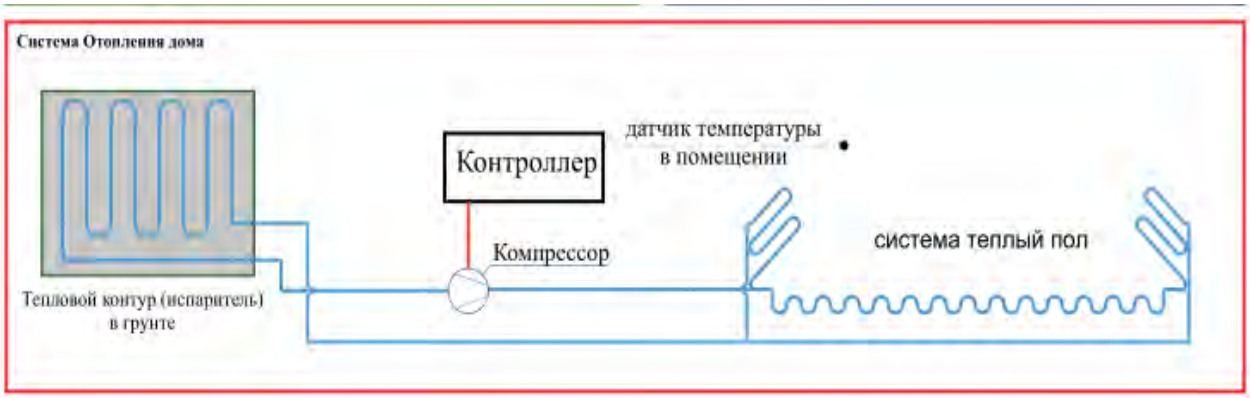


Рис. 1. Принципиальная схема
энергоэффективной децентрализованной системы отопления

Наружный контур теплового насоса представляет собой коллектор из металлопластиковых труб, проложенных в грунте на глубине 1.2–1.5 м под зданием. Горизонтальный коллектор выполняет функцию теплообменника (испарителя) в котором теплота грунта, которая в среднем за отопительный сезон около +2 С, передается теплоносителю с низкой температурой кипения. При

входе во внутренний контур отопления в виде теплого пола, хладагент сжимается в компрессоре (К) до требуемых параметров и тем самым повышая количество теплоты, отдаваемой в отопительных приборах и теплом полу. При прохождении по внутреннему контуру хладагент конденсируется, отдавая свое тепло. На выходе из системы отопления установлен редукционный вентиль понижающий давление в контуре под действием сигнала от КУ1 в зависимости от температуры грунта и температуры в помещении. При снижении давления дроссельным вентилем во внешнем коллекторе хладагент переходит в жидкое состояние. Регулировка работы компрессора и дроссельного вентиля осуществляется контроллерам управления (КУ1) по сигналу. Информация собирается на контроллер передается с температурного датчика ДТ1, подключенного к контуру в грунте и датчика температуры внутреннего воздуха в помещении в виде электрического сигнала.

Преимущества системы напольного отопления заключаются в том, что обеспечивается большая площадь поверхности нагрева пола и стен. В связи с увеличением площади нагрева требуется меньший температурный напор между греющим теплоносителем и нагреваемой средой (внутренним воздухом в помещении). В связи с этим требуется меньшие затраты электроэнергии на сжатие хладагента в тепловом насосе.

Также напольные системы отопления, в сравнении с радиаторами, не создают конвекционных потоков. Происходит равномерный нагрев пола, температура которого выше, чем у поверхности потолка. Такое распределение температур считается идеальным для создания комфорта человеку [1].

1. Рей Д. Тепловые насосы / Д. Рей, Д. Макмайл; пер. с англ. – Москва : Энергоиздат. – 1982. – 224 с.

СПОСОБ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ ВОДЫ

В.А. Куницкий
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В России многие земельные участки, выбранные для строительства частного дома, находятся относительно далеко от инженерных сетей с необходимыми энергетическими ресурсами. В данной ситуации единственным доступным энергетическим ресурсом является электрическая энергия.В связи с этим появился запрос на решение задачи о проектировании дома, все инженерные сети которого будут потреблять в качестве энергоресурса только электрическую энергию. Целью данной статьи является разработка такого способа с це-

лью экономии электрической энергии, идущей на нагрев воды для принятия душа.

В качестве способа утилизации теплоты предлагается использовать теплообменный аппарат (ТОА). Трудность в использовании заводских экземпляров ТОА заключается в том, что объёмы воды и специфика работы (канализационная вода удаляется безнапорным способом) не подходят ни к одному существующему образцу. В связи с этим обстоятельством необходимо самостоятельно разработать ТОА, подходящий конкретно для данной задачи.

На основе анализа поставленной задачи были приняты следующие конструктивные решения при проектировании ТОА:

- ТОА исполнить в виде закрытой ёмкости, включенной в канализационную сеть. Отверстия для входа и выхода канализационной воды расположить на одном высотном уровне. Расположить ёмкость горизонтально и предусмотреть люк для обслуживания ТОА в случае необходимости.
- Внутри ТОА расположить участок трубы с водой, находящийся перед проточным электрическим водонагревателем. Участок водопровода, находящийся внутри ТОА, исполнить из оребрённой трубы, сделанной из нержавеющей стали. Труба должна быть погружена полностью в воду внутри ТОА.
- Минимизировать объём канализационной воды внутри ТОА при максимизировании площади теплообмена (площади водопроводной трубы, находящейся внутри ТОА).

Схема душевой представлена на рис. 1, где 1 – это теплообменный аппарат (ТОА), 2 – электрический проточный водонагреватель, 3 – душ, t – температуры греющей и нагреваемой сред на входе в ТОА и на выходе из ТОА.

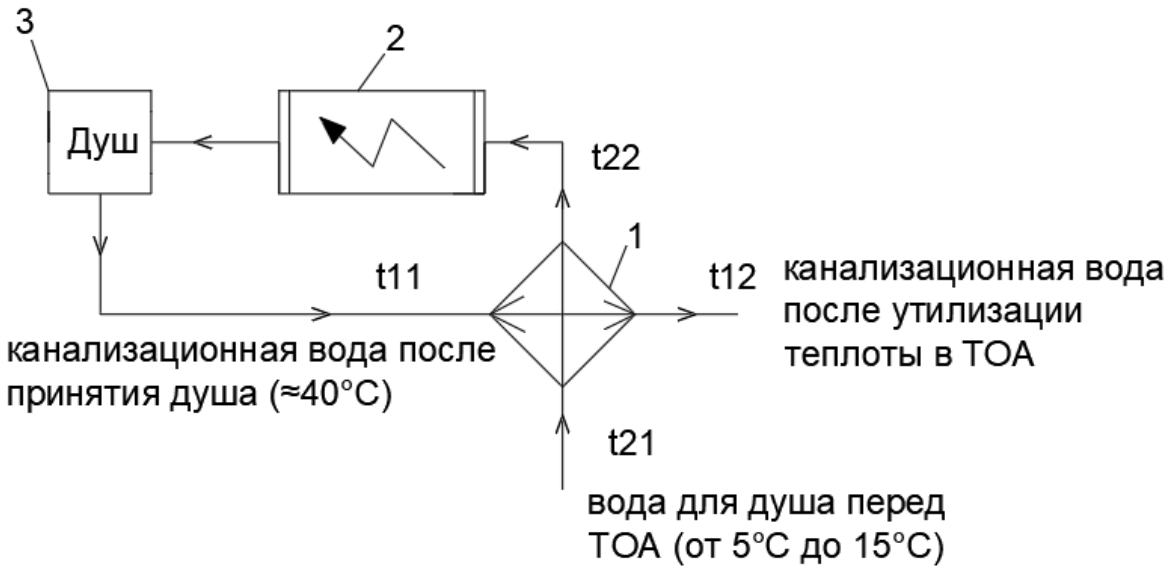


Рис. 1. Принципиальная схема душевой с использованием ТОА для утилизации теплоты горячей воды, удаляемой в канализацию

Разработан, воплощен в физическом виде и экспериментально опробован ТОА. Таким образом, «горячая» удаляемая канализационная вода нагревает путём теплопередачи через стенку (трубы) воду в участке трубы, помещённого внутри ТОА. Так как участок водопровода внутри ТОА состоит из нескольких элементов (секций по 3 метра), имеется возможность провести испытание ТОА при разной длине участка водопровода, помещенного внутри ТОА.

С помощью формул для расчета ТОА [1] определён коэффициент теплопередачи. Данные эксперимента представлены в таблице 1, где L –длина водопроводной трубы из нержавеющей стали, находящейся внутри ТОА, м, t''_2 – температура воды на выходе из ТОА, °С, k – коэффициент теплопередачи, $Вт/м^2 \times К$.

Таблица 1

Экспериментально полученные характеристики ТОА

Характеристика ТОА	Значение					
L, м	0	3	6	9	12	15
t''_2, °С	14	19	23	27	29,5	30
k, $Вт/м^2 \times К$	-	330	323	362,3	344,1	299,13

Как видно, коэффициент теплопередачи k при изменении длины участка водопроводной трубы внутри ТОА остаётся практически одинаковым. Отметим, что оптимальной длиной трубы при данных условиях греющей и нагреваемой сред является длина L = 12 м, так как увеличение длины участка трубы с 12 до 15 метров приводит к повышению температуры воды на выходе из ТОА всего лишь на 0,5°С. В рамках нашей работы примем данное увеличение температуры невыгодным по сравнению с затраченными на него материальными ресурсами.

Была определена мощность ТОА в данной конфигурации (длина участка водопровода внутри ТОА – 15 м), которая составила 8690 Вт. На рисунке 2 представлен график, построенный по данным из таблицы. Данный график показывает значение температуры воды на выходе из ТОА в зависимости от длины участка трубы, находящегося внутри ТОА, при постоянной температуре греющей среды (штриховая линия). Обратим внимание на то, что точное значение температуры нагреваемой воды известно только в определённых точках (0; 3; 6; 9; 12; 15 м), соответствующих длине участка трубы внутри ТОА. Между этими точками (внутри отрезков трубы) истинные температуры воды неизвестны. График на рис. 2 построен с предположением о том, что температура воды изменяется равномерно внутри участка водопровода и является аппроксимированным графиком истинного изменения температуры воды, нагреваемой в ТОА.

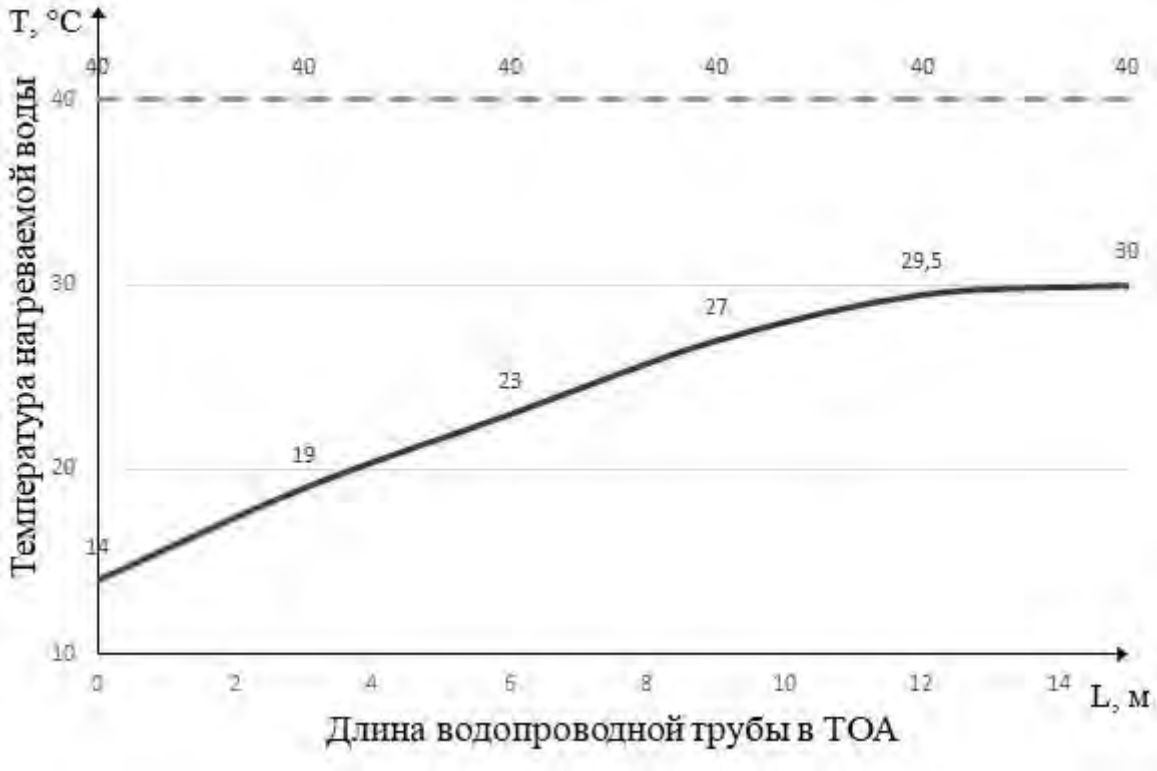


Рис. 2. Зависимость температуры нагреваемой воды на выходе из ТОА от длины водопроводной трубы, находящейся внутри ТОА (сплошная линия)

Можно сделать вывод, что способ утилизации теплоты горячей воды, отводимой в канализацию от душевых установок, разработан. Дальнейшие перспективы данной работы заключаются в оптимизации теплообменной установки: поиске оптимальных размеров ТОА и площади теплообмена.

1. Исаченко, В.П. Теплопередача: учеб. для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – Москва : Энергия, 1975. – 488 с.

ТЕПЛОВАЯ РАБОТА КРИСТАЛЛИЗАТОРА ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ

Е.Л. Лепихина
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Машины непрерывного литья заготовок вертикального типа получили наибольшее распространение. На МНЛЗ подается жидкий металл в сталеразливочных ковшах, ёмкость которых 20–190 т, далее металл поступает через промежуточное устройство в кристаллизатор водоохлаждаемый. Попадание жидкого шлака в кристаллизатор предотвращает ковш, что обеспечивает воз-

можность более точного и плавного регулирования скорости разливки. Для этого ковш оборудуют стопорными механизмами, число которых зависит от количества кристаллизаторов, заполняемых одновременно. Из этого следует, что МНЛЗ бывает одно-, двухручьевой и т.д.

Одним из наиболее функциональным важных узлов является кристаллизатор МНЛЗ. Именно он определяет оптимальное качество у непрерывно – литой заготовки и рациональную работу машины по непрерывному литью заготовок. Кристаллизатор служит для перевода в твердое состояние части жидкой стали, путем интенсивного отвода тепла охлаждающей водой, а также для приема жидкого металла, который попадает из промковша. Из промышленного ковша сталь попадает в кристаллизатор либо с помощью погружного стакана путем наращивания твердой корочки посредством подвода под уровень металла, либо открытой струей. Формирование твердой корочки сопровождается выделением тепла через стенки кристаллизатора в окружающую среду.

Кристаллизатор в конструктивном плане является сложной сборочной единицей. В его состав входит стальной жесткий корпус, который выполняет функцию поддержания и фиксирования медной рубашки, которая непосредственно находиться в контакте с расплавленным металлом. Между стальным корпусом и медными стенками кристаллизатора предусматривается зазор, через который пропускается охлаждающая вода с определенным расходом.

В последнее время в машинах непрерывного литья широко используются щелевые кристаллизаторы, у которых рабочая стенка с каналами охлаждения прямоугольного сечения. Это связано с меньшим расходом меди на рабочую стенку и более простым изготовлением таких кристаллизаторов по сравнению с кристаллизаторами со сверленными каналами.

Для современных криволинейных кристаллизаторов МНЛЗ и слябовых вертикальных, геометрические размеры охлаждающих каналов имеют примерно следующие значения: $2s = 0{,}026$ м ; $2l = 0{,}009$ м; $h = 0{,}025$ м ; $\delta = 0{,}02$ м.

Для расчета коэффициента теплоотдачи при турбулентном течении капельных жидкостей в трубах можно использовать формулу Петухова Б.С. и Кириллова В.В.:

$$\mathrm{Nu} = \frac{\alpha \cdot d_э}{\lambda} = \frac{\frac{\xi}{8} \cdot \mathrm{Re} \cdot \mathrm{Pr}}{1{,}07 + 12{,}7 \cdot \sqrt{\xi/8}\left(\mathrm{Pr}^{2/3} - 1\right)} \cdot \varepsilon_t, \qquad (1)$$

где ξ – коэффициент гидравлического сопротивления трения, который рекомендуется определять по уравнению Г.К. Филоненко:

$$\xi = \frac{1}{\left(1{,}82 \cdot \lg\left(\mathrm{Re}\right) - 1{,}64\right)^2}, \qquad (2)$$

где lg(Re) – десятичный логарифм от числа Рейнольдса, которое определяется выражением:

$$\mathrm{Re} = \frac{w \cdot d_э}{v}, \tag{3}$$

где w – скорость жидкости в трубе, м/с; v – кинематический коэффициент вязкости, м^2/с, жидкости при ее температуре $t_ж$; $d_э$ – эквивалентный гидравлический диаметр канала, м:

$$d_э = \frac{4 \cdot f}{P}, \tag{4}$$

где f – площадь поперечного сечения канала, м^2; P – смоченный периметр канала, м;

Pr – число Прандтля жидкости при ее температуре $t_ж$;

ε_t – температурная поправка, определяемая выражением:

$$\varepsilon_t = \left(\frac{\mu_ж}{\mu_с}\right)^{0,11}, \tag{5}$$

где $\mu_ж$ – динамический коэффициент вязкости жидкости при ее температуре $t_ж$;

$\mu_с$ – динамический коэффициент вязкости жидкости при температуре стенки канала $t_с$, которую можно оценить выражением:

$$t_с = t_ж + q/\alpha, \tag{6}$$

где q – плотность теплового потока на стенке канала, Вт/м^2.

Более точно температура стенки канала tс определятся выражением:

$$t_с = t_ж + q/\alpha_{эф}, \tag{7}$$

где $\alpha_{эф}$ – эффективный коэффициент теплоотдачи, учитывающий эффект оребрения.

Температуру рабочей поверхности стенки $t_р$ в соприкосновении со слитком и определяет эффективный коэффициент теплоотдачи $\alpha_{эф}$, согласно выражению:

$$t_р = t_в + \left(\delta/\lambda + q/\alpha_{эф}\right), \tag{8}$$

где $t_в$ – температура охлаждающей воды; q – плотность теплового потока от слитка к рабочей стенке кристаллизатора; λ – коэффициент теплопроводности материала рабочей стенки (меди).

Для расчета αэф в [1] получено выражение:

$$\alpha_{эф} = \left(1/R_{lp} + \alpha \cdot l\right)/\left(s + l\right), \tag{9}$$

где α – коэффициент теплоотдачи от стенки канала к охлаждающей воде; R_{lp} – линейное термическое сопротивление, которое определяется выражением:

$$R_{lp} = \left\{2 \cdot \lambda \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{D_k}{\mathrm{ch}\left(\mu_k \cdot h/s\right)} \cdot \sin\left(\mu_k\right) \cdot \mathrm{sh}\left(\mu_k \cdot h/s\right)\right\}^{-1}. \tag{10}$$

Коэффициенты *Dk* в (10) определяются выражением:

$$D_k = \frac{\sin\mu_k}{\mu_k + \sin\mu_k \cdot \cos\mu_k}. \qquad (11)$$

Коэффициенты μ_k находятся из характеристического уравнения:

$$\mathrm{tg}(\mu) = \mathrm{Bi}/\mu, \qquad (12)$$

где $\mathrm{Bi} = \alpha \cdot s/\lambda$ – критерий Био.

По известным геометрическим параметрам 2*l*, *h*, 2*s*, и скорости воды в каналах *w*, на основе выражений (1)–(6) и (9)–(12) была разработана программа Microsoft Exell, позволяющая рассчитывать эффективный коэффициент теплоотдачи к охлаждающей воде $\alpha_{эф}$.

Средняя скорость воды в каналах w = 6 м/с, температура охлаждающей воды $t_в$ = 100 °С. С такими параметрами, как показывают расчеты эффективный коэффициент теплоотдачи от рабочей стенки к охлаждающей воде, с учетом влияния ребер имеет значение $\alpha_{эф}$ = 26725,28 Вт/(м^{2}К), а коэффициент теплоотдачи от стенки канала к охлаждающей воде имеет значение α = 33482 Вт/(м^{2}К). Эффективный коэффициент теплоотдачи от рабочей стенки к охлаждающей воде получается меньше, чем обычный коэффициент теплоотдачи. Это говорит о том, что у существующих каналов охлаждения несовершенная геометрия.

Возьмем за исходные (базовые) размеры каналов, как у щелевого кристаллизатора, который был установлен на вертикальной МНЛЗ в ЭСПЦ ЧерМК: h_0 = 0,025 м; l_0 = 0,0045 м; s_0 = 0,013 м; δ_0 = 0,02 м. Исходная скорость воды в каналах составляет w_0 = 4 м/с.

Из расчетов следует, что с увеличением скорости воды *w*, а значит, и коэффициента теплоотдачи α, эффективный коэффициент теплоотдачи $\alpha_{эф}$ также возрастает, однако, эта зависимость нелинейная: величина $\alpha_{эф}$ возрастает более медленно, чем увеличивается α. При увеличении α от 23919,21 до 42571,75 Вт/(м^2·К), т.е. в 2 раза, $\alpha_{эф}$ возрастает от 21869,01 до 30844,46 Вт/(м^2·К), т.е. в 1,6 раза.

Чем выше величина $\alpha_{эф}$, тем ниже максимальная температура поверхности рабочей стенки, контактирующей со слитком при одинаковых требованиях к разливке, и тем больше у рабочей стенки износоустойчивость.

При температуре воды 100 °С и наибольшей плотности теплового потока от сляба к кристаллизатору q_{max} равной 2,5 МВт/м^2, повышение $\alpha_{эф}$ с 21869,01 до 30844,46 Вт/(м^2·К) приводит к самому малому стиранию рабочей поверхности кристаллизатора и уменьшению максимальной температуры стенки с 340 до 320°С; 350°С – температура, при которой происходит размягчение меди и её интенсивный износ. Так как температура рабочей поверхности стенки $t_р$ не превышает 350°С, это позволяет не наносить покрытие (никелевое или др.).

Следовательно, возрастание величины $\alpha_{эф}$ положительно влияет на устойчивую работу кристаллизатора в целом.

1. Лукин, С.В. Инженерная методика расчета теплопередачи в рабочей стенке щелевого кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок / С.В. Лукин, А.Н. Кибардин, Ю.А. Калягин, В.И. Славов // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2012. – № 2. – Т. 1. – С. 14–17.

2. Исаченко, В.П. Теплопередача: учеб. для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М. : Энергия, 1975. – 488 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ДИНАМИКЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.С. Невгень

Научный руководитель ***Е.А. Лебедева****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В качестве водоисточников различных категорий водоснабжения в Российской Федерации используются поверхностные и подземные воды. После использования в коммунальном хозяйстве, на промышленных или сельскохозяйственных предприятиях нормативно или недостаточно очищенные сточные воды сбрасываются в поверхностные водные объекты. Охрана поверхностных вод от загрязнения и истощения и комплексное использование водных ресурсов является одной из самых актуальных проблем в современном водном хозяйстве.

Целью данного исследования является оценка эффективности использования воды на основе анализа баланса водопотребления и водоотведения РФ по данным статистики Росстата [1]. В задачи исследования входила систематизация данных, их визуализация, выявление трендов и изменчивости в динамике водопользования, оценка эффективности в структуре баланса водопотребления и водоотведения

Баланс водопотребления и водоотведения включает приходную и расходную составляющие. В составе приходной составляющей – забор свежей воды из водоисточников на нужды водопотребления, при необходимости дополнительные объёмы на нужды водоподготовки в соответствии с нормативными требованиями к качеству воды. Расходная составляющая водного баланса включает объёмы сброса использованной воды, нормативно или недостаточно очищенной или не очищенной, но изменившей свой состав и физико-химические свойства, а так же сток систем водоотведения атмосферных осадков с селитебной территории. В соответствии с п. 5.1.1. СП 32.13330.2012 [2] объёмы стоков от населения должны быть равны объёмам водозабора. На промышленных и сельскохозяйственных предприятиях имеет место безвозвратное водопотребление, поэтому в водном балансе может присутствовать неравенство приходной и расходной составляющих.

В соответствии с вышеизложенными принципами, приходная составляющая водного баланса РФ, т.е. забор воды из природных водных объектов для использования – изъятия водных ресурсов из поверхностных (включая моря) водных объектов и подземных горизонтов с целью дальнейшего использования воды [3], в динамике за период 2000–2017 гг. представлена на рис. 1. Анализ данных общего водозабора в Российской Федерации по рис. 1 показывает устойчивую тенденцию к уменьшению, в целом за 17 лет на 20%. В период с 2013 по 2017 наблюдается стабилизация на уровне около 70 млрд. м^3. Анализ динамики водозабора поверхностных и грунтовых вод, представленный на рис. 2. показывает, что снижение водопотребления произошло в основном за счёт уменьшения потребления воды из поверхностных водоисточников.

Рис. 1. Динамика забора воды (вкл. морскую) из природных источников

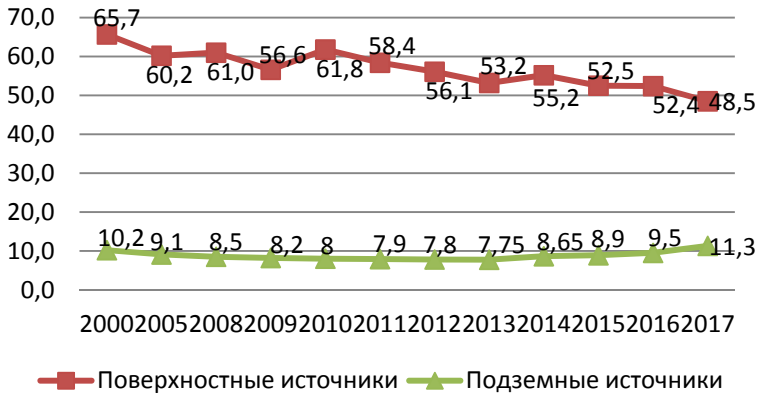


Рис. 2. Динамика забора воды из природных источников

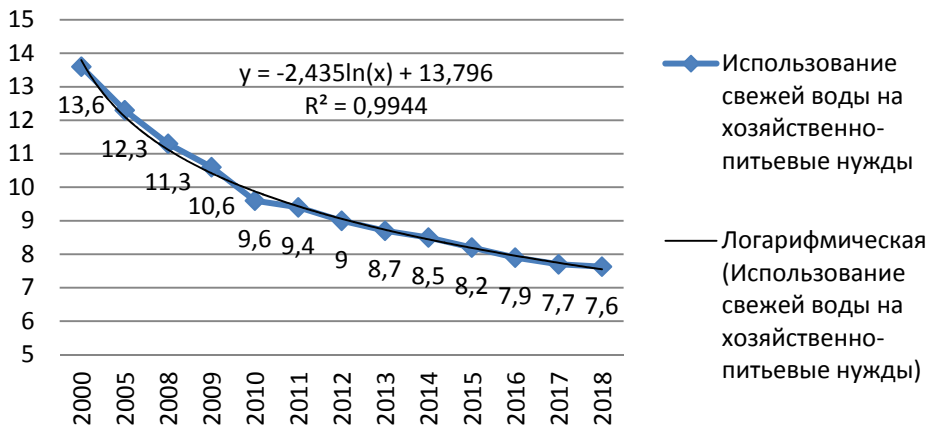


Рис. 3. Динамика использования свежей воды на хозяйственно-питьевые нужды

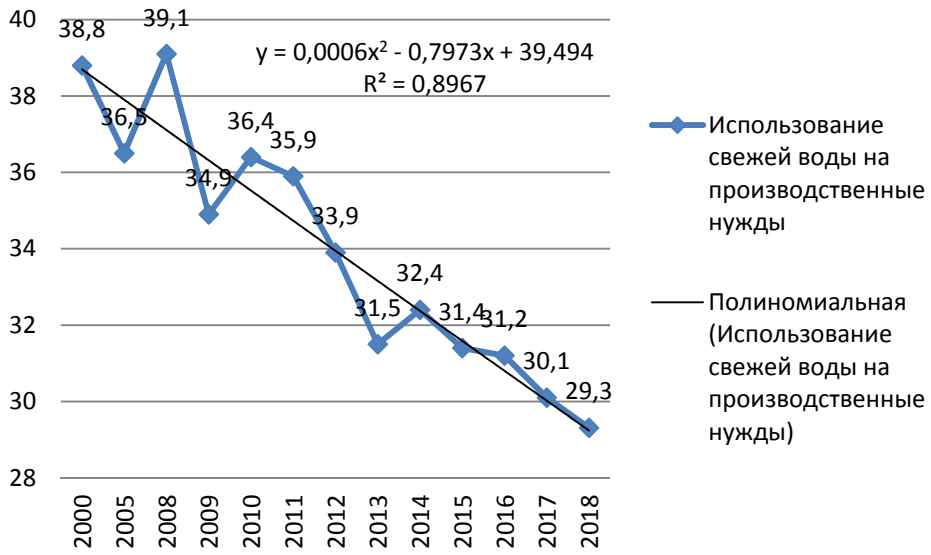


Рис. 4. Динамика использования свежей воды на производственные нужды

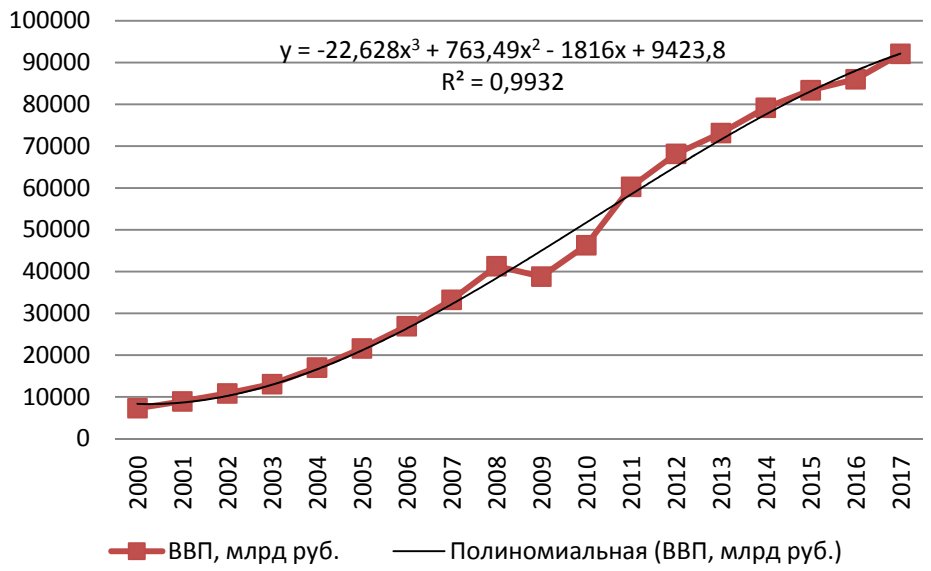


Рис. 5. Динамика ВВП

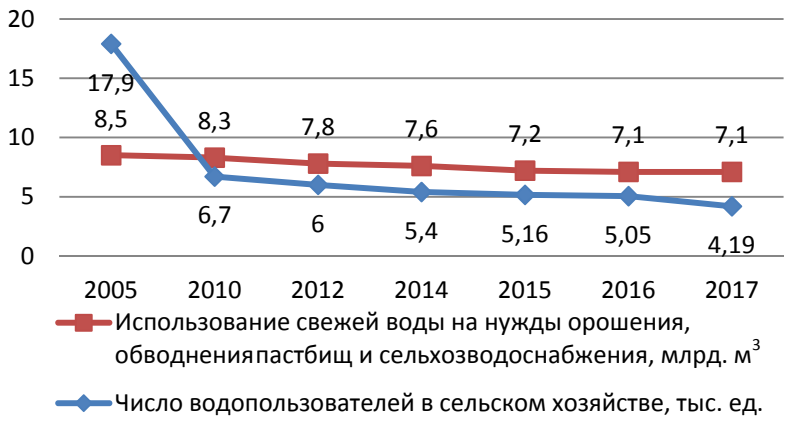


Рис. 6. Динамика использования свежей воды на нужды орошения, обводнения пастбищ и сельскохозяйственного водоснабжения

Анализ данных рис. 3, где представлена динамика использования воды в коммунальном хозяйстве, показывает снижение водопотребления в рассматриваемый период и стабилизацию его на уровне около 8 млрд. м^3. Очевидной причиной такого стремительного снижения является применение приборов учёта и повышение тарифов на воду питьевого качества.

Анализ данных рис. 4 и 5, где визуализирована динамика водопотребления в промышленности в сравнении с изменчивостью валового внутреннего продукта, показывает, что при устойчивом росте ВВП наблюдается непрерывное снижение объёмов водопотребления за счёт внедрения систем с оборотным водоснабжением и повторным использованием очищенных сточных вод. Внедрению современных технологий организации водного хозяйства на предприятиях способствует внедрение системы инструментального учёта и механизмы экономического стимулирования в повышении эффективности использования воды.

Иной представляется картина водопотребления в сельском хозяйстве в сравнении с изменением числа водопотребителей. Использование воды для орошения, сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения удерживается в течение нескольких лет на уровне около 7 млрд. м^3, хотя число водопотребителей при этом снижается. Следовательно, имеет место резерв повышения эффективности использования воды.

Выполненный анализ водного баланса показывает, что в целом по Российской Федерации эффективность в использовании воды из природных источников повышается в коммунальном хозяйстве и промышленности. В сельскохозяйственном водоснабжении существуют резервы снижения водопотребления. Хотя, судя по данным анализа потерь воды при транспортировке, на фоне снижения объёмов общего водопотребления потери остаются на относительно постоянном уровне около 10% от объёма водозабора, поэтому резервы повышения эффективности водопользования ещё не исчерпаны.

1. Официальная статистика. Окружающая среда. Водные ресурсы. – URL: https://gks.ru/folder/11194 (дата обращения: 12.10.2019). – Текст : электронный.

2. СП 32.13330.2012. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения СНиП 2.04.03-85 : введен 01.01.2013: издание официальное. – Москва, 2012. – 5 с.

3. Охрана окружающей среды в России, 2018 : статистический сборник / Росстат. – Москва, 2018. − 125 с.

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЛОУСТАНОВОК

С.Д. Пустовойтов

Научный руководитель ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Определение нестационарных характеристик теплообмена в теплогенерирующих устройствах и изучение их энергетической эффективности в настоящее время встало в ряд определяющих задач при создании новых образцов техники и технологий в различных областях энергетики. Это вызвано резким увеличением интенсивности передаваемых энергетических потоков и повышением требований к надежности и качеству регулирования процессов на всех этапах эксплуатации. Наиболее сложная проблема возникает при установлении закономерностей КПД теплогенератора, что определяется, во-первых, значительным усложнением математической постановки задачи и, во-вторых, отсутствием эффективных методик изучения нестационарных термических измерений, чем подтверждаются работы [1–5].

Вместе с тем тепловизионные способы определения характеристик теплоотдачи позволяют не только визуализировать процесс теплового взаимодействия с окружающей средой, но и предоставляют возможность получения принципиально новых количественных сведений о теплообменных процессах [1].

В разрабатываемой методике применяется бесконтактный метод измерения температуры наружных поверхностей балансового объема с помощью тепловизионной съемки [4]. Помимо отсутствия монтажа датчиков на поверхностях, к преимуществам можно отнести оперативность испытаний, отсутствие каких-либо проводов и другой вспомогательной арматуры, а также точность вычислений. Тепловизионная съемка проводится после наблюдения за объектом во время установления стационарного режима [2, 5].

В процессе настоящего исследования была накоплена экспериментальная база термографических съемок и составляется методика. Объектами стали паровые котлы ДКВР-20/13 и ДЕ-25/14-225, а также водогрейные котлы ПТВМ-30М (рис. 1).

Необходимость создания базы обусловлена тем, что для обеспечения универсальности методики важна ее апробация на котлоагрегатах различных габаритов с получением удовлетворительных результатов. При нахождении тепловых потерь необходимо определиться с размерами сетки матрицы, на которую разбивается объект, поэтому были сделаны расчеты для размеров сетки 0.25 м^2, 1 м^2 и укрупненно по размерам стенок балансового объема. Оптимальным выбором стал размер площади в 1 м^2, поскольку он обеспечил высокую скорость обработки термограмм, а она является одной из отличительных особенностей данной методики. При более мелком шаге скорость съемки достигала 3 часов на 1 режим, что стало неоправданно долгим. При укрупненных размерах результаты расчетов тепловых потерь были крайне неточными.

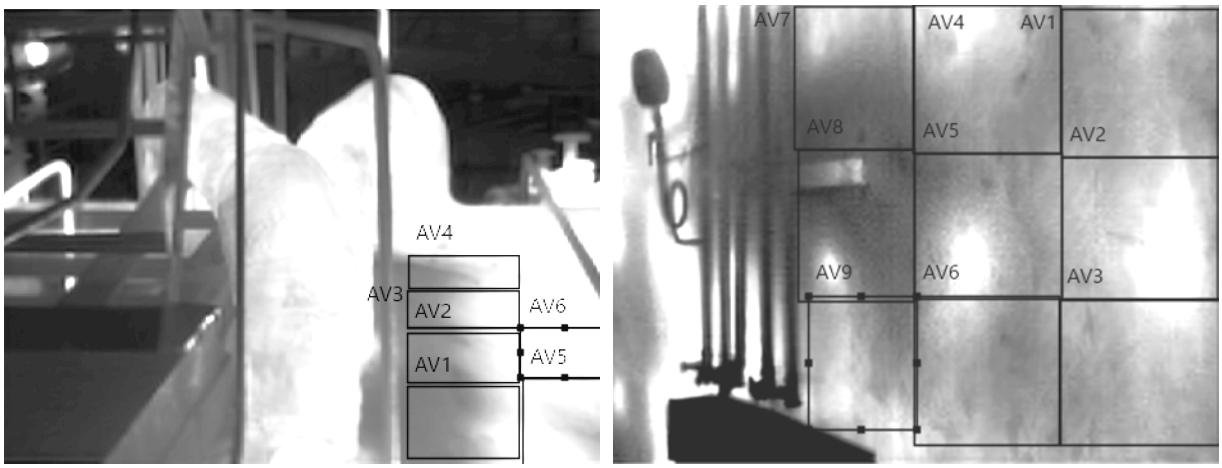


Рис. 1. Термограммы с матричной сеткой (пример)

В качестве примера взят котел ПТВМ-30М на режиме сжигания газа с 6 горелками с производительностью 27,18 Гкал/ч.

После разметки на сетку с размерами ячеек 0,25 м^2 и нахождения усредненных показателей температур, результаты были перенесены в таблицы MS Excel. Там же был произведен расчет суммарных тепловых потерь [1, 4] q_5 = 0,15% и КПД по прямому и обратному тепловому балансу. Расхождение итоговых величин КПД $\eta_{пр}$ = 92,65% и $\eta_{об}$ = 92,6%, составило 0,05%.

Те же операции были проведены при размере сетки 1 м^2. Суммарные тепловые потери составили q_5 = 0,17%. Расхождение итоговых величин КПД $\eta_{пр}$=92,65% и $\eta_{об}$ = 92,4%, составило 0,25%.

Для наглядности были произведены аналогичные опыты на различных нагрузках. Значения потерь теплоты q_5 по разрабатываемой методике и сравнение со значениями по упрощенной показаны на рис. 2.

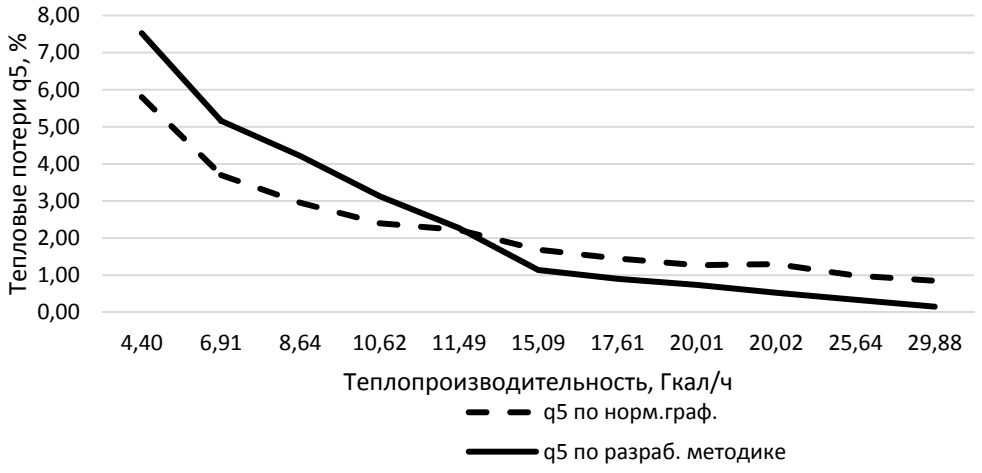


Рис. 2. Сопоставление результатов

Вопрос несоответствия расчетных величин по различным методикам продолжает быть дискутируемым, а тепловизионные способы оценки (см. работу [1]) позволяют взглянуть на них с другой точки зрения.

Анализируя полученные результаты можно отметить, что метод оценки с применением тепловизионной съемки более точен, а размеры в 1 м^2 наиболее оптимальны для проведения обследования котлоагрегата.

1. Синицын, А.А. Основы тепловизионной диагностики теплопотребляющих объектов строительства: учеб. пособие / А.А. Синицын, Д.Ф. Карпов, М.В. Павлов. – Вологда, 2014. – 160 с.

2. Пустовойтов, С.Д. К вопросу разработки методики оценки теплоизоляции котельных установок с применением тепловизора // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции: в 3 т. – Вологда, 2019. – Т. 1. – С. 344–346.

3. МУ 34-70-184-87. Методические указания по испытанию тепловой изоляции оборудования и трубопроводов ТЭС: утв. ГНТУ ЭЭ, 21.09.1987. – Введ. 01.01.1988. – Москва : СПО Союзтехэнерго, 1988. – 13 с.

4. Пат. 2488102 Российская Федерация, МПК G01N 25/18. Способ определения теплопроводности твердого тела активным методом теплового неразрушающего контроля / Д.Ф. Карпов, М.В. Павлов, А.А. Синицын [и др.]; заявитель и патентообладатель Вологодский государственный технический университет. – № 2012106323/28; заявл. 21.02.2012; опубл. 20.07.2013. – Б. и. – 2013. – № 20.

5. Исследование теплопроводности и температуропроводности твердого тела при стационарном и нестационарном тепловых режимах: учебное пособие / [А.А. Синицын, Д.Ф. Карпов, М.В. Павлов и др.]. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 176 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА ОТ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

А.Е. Сафронова
Научный руководитель ***Е.А. Бирюзова****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Технологические процессы вырабатывают большое количество низкопотенциальной тепловой энергии, которая рассеивается в атмосферу и получила название «сбросная энергия».

В современном мире остро стоит вопрос о переходе на альтернативные виды энергии ввиду исчерпания природных ресурсов планеты, таких как газ, мазут и т.д.

Системы теплоснабжения в зависимости от вида используемой энергии можно условно разделить на традиционные, нетрадиционные и комбинированные.

В традиционных системах применяются невозобновляемые ресурсы, такие как газ, мазут, твердое топливо. Нетрадиционные системы работают за счетвозобновляемых источников, таких как энергия грунта, солнца, рек и т.д. Комбинированные сочетают в себе оба вида энергоресурсов, которые могут компенсировать недостатки двух предыдущих вариантов систем.

Один из вариантов получения энергии – это использование тепла рекуперации от холодильного оборудования на нагрев теплоносителя в системах теплоснабжения.

Рекуперация – (от лат. recuperatio – обратное получение, возвращение) возвращение части материала или энергии, расходуемых при проведении того или иного технологического процесса, для повторного использования в том же процессе [1].

Использование такой системы теплоснабжения наиболее энергоэффективно в зданиях с большим количеством холодильных установок, например, гипермаркеты и супермаркеты.

Установки холодоснабжения выделяют тепло, которого хватит на нагрев горячей воды в системах горячего водоснабжения (ГВС) или обогрева этих же помещений системами отопления и вентиляции, но в настоящее время оно в большинстве случаев утилизируется в процессе конденсации хладагента. Принцип данной системы заключается в возвращении тепла обратно в работу.

Рассмотрим в качестве примера систему горячего водоснабжения торгового центра площадью 9000 м^2 при двухступенчатой схеме подогрева теплоносителя.

Двухступенчатая схема состоит из двух ступеней подогрева теплоносителя, при которой в первой ступени происходит использование воды для ГВС от

системы рекуперации холодоцентра, а во второй ступени доведение воды до необходимых параметров во втором теплообменнике.

Расчеты для выбранной схемы отличаются от всех остальных расчетными расходами сетевой воды, кг/ч:

- среднечасовой:

$$G_{hm} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{hm}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')} \cdot \left(\frac{55 - t_h'}{55 - t_c} + 0{,}2 \right);$$

- максимальный:

$$G_{hm} = \frac{3{,}6 \cdot 0{,}55 \cdot Q_{hmax}}{c \cdot (\tau_1' - \tau_2')},$$

где Q_{hm} – среднечасовой тепловой поток на ГВС, Вт; Q_{hmax} – максимальный тепловой поток на ГВС, Вт [2, 3]; τ_1', τ_2' – значения температур сетевой воды в подающем трубопроводе перед калориферами и в обратном трубопроводе после калориферов для точки излома температурного графика $t_н$, °С; t_c – температура холодной водопроводной воды перед водоподогревателем нижней ступени, °С; t_h' – температура водопроводной воды после водоподогревателя нижней ступени, °С.

Расчет температур сетевой воды для отопительных и повышенных графиков регулирования отпуска теплоты может быть выполнен с использованием таблиц и номограмм, приведенных в [4, 5].

На рис. 1 приведена принципиальная схема работы комбинированной системы теплоснабжения, при которой вода на горячее водоснабжение подготавливается при помощи рекуперации тепла от холодильного оборудования торгового центра.

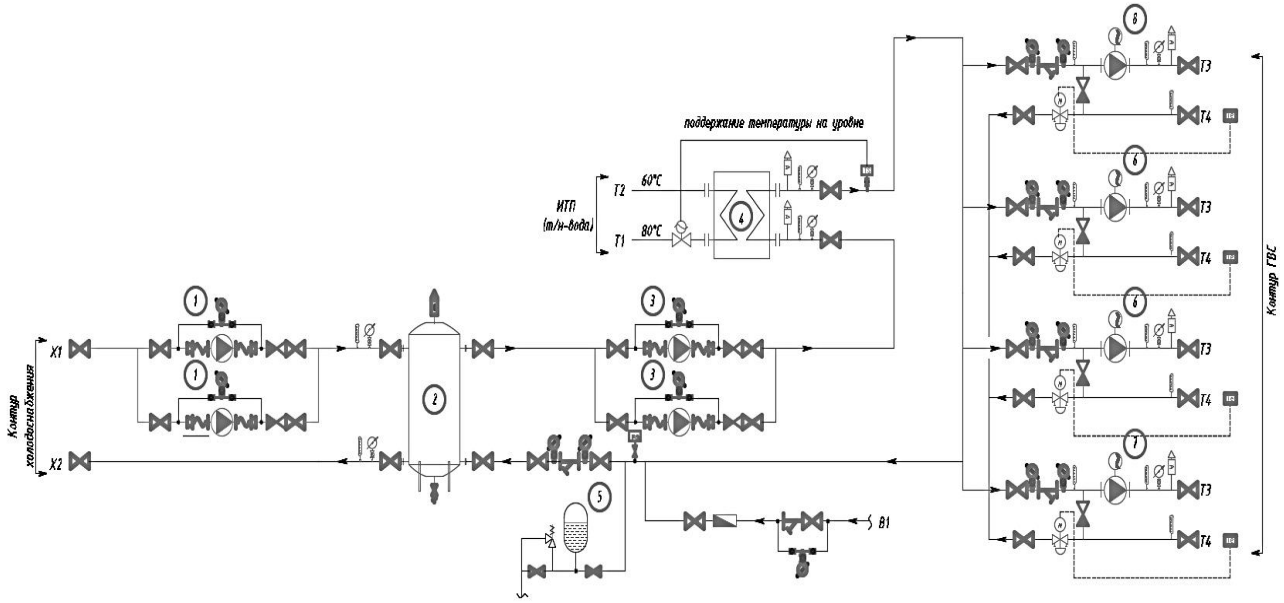


Рис. 1. Принципиальная схема рекуперации тепла

Перегретый газ в процессе сжатия поступает в рекуперативный теплообменник (2), где передает свое тепло теплоносителю, а после этого приходит в воздушный конденсатор. Вода подается в теплообменник с помощью напорного циркуляционного насоса (1), после чего поступает в бак (5) и на байпаснуюлинию. Подготовленная вода в рекуперативном теплообменнике до нужной температуры с помощью второй пары циркуляционных насосов (3) подается в индивидуальный тепловой пункт (ИТП) и в теплообменнике второй ступени(4)догревается до температуры, требуемой для общественных зданий, а далее по подающему трубопроводу Т3 в систему ГВС через циркуляционные насосы (6), (7), (8). Отработанная вода по циркуляционному трубопроводу Т4 возвращается в систему и разбавляется хозяйственно – питьевым водопроводом В1.

Таким образом, рассмотренная система может обеспечить потребителей горячей воды в торговом центре при помощи тепла, которое выделяет холодильное оборудование круглый год при минимальных затратах энергии на догрев воды в ИТП. Данное решение энергоэффективно и востребовано в настоящее время при росте городов и уменьшении природных ресурсов.

1. Бродач, М.М. Новый англо-русский, русско-английский словарь технических терминов и словосочетаний по отоплению, вентиляции, охлаждению, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике / М.М. Бродач. – Москва : АВОК–ПРЕСС, 2014. – 258 с.

2. Павлов, Б.П. Теплоснабжение: учеб.пособие к курс. и дипл. проектир. «Теплоснабжение района города» / Б.П. Павлов, Е.А. Бирюзова. – Санкт-Петербург. : СПбГАСУ. – 2005. – 140 с.

3. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 61 с.

4. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию / Н.К. Громов [и др.] – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.

5. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: справочник / В.И. Манюк [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1988. – 430 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГАТЧИНСКОГО РАЙОНА

А.Ю. Сафронова
Научный руководитель ***Е.А. Бирюзова****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Ситуация в теплоэнергетическом комплексе Гатчинского района складывается довольно неблагоприятно. Основными факторами, влияющими на работу системы теплоснабжения района, являются:

– большой износ тепловых сетей (более 25 лет) [1, 2];
– моральное и физическое устаревание теплофикационного оборудования;
– применение открытых систем горячего водоснабжения потребителей.

При разработке проектов модернизации системы теплоснабжения больших затрат и времени требует замена участков тепловых сетей, выработавших свой эксплуатационный срок службы, так же участки подлежат замене, при подключении перспективных потребителей тепловой энергии, если существующих значений внутреннего диаметра не хватает для поддержания нормативных значений пропускной способности [3].

При замене участков тепловых сетей, выработавших свой эксплуатационный срок службы, стоит большое внимание уделять выбору материалу трубопровода и теплоизоляции. В настоящее время технологии позволяют выбрать наиболее оптимальный вариант материала теплоизоляции, который будет позволять поддерживать требуемые параметры теплоносителя на входе к потребителю, обеспечивает более простую стыковку участков.

Многие источники тепловой энергии, находящиеся на территории Гатчинского района, морально устарели и требуют реконструкции не только архитектурно-строительных конструкций, но и систем автоматизации.

Основной тенденцией развития качественного теплоснабжения Гатчинского района является замена существующих старых источников тепловой энергии, выработавших свой эксплуатационный срок службы, на новые блочно–модульные котельные [4, 5].

Источники тепловой энергии, работающие на нужды малого количества потребителей, предлагается заменить на автоматизированные котельные, присутствие персонала на которых не предполагается, вследствие чего также последует снижение тарифа на тепловую для потребителей [6].

Для улучшения экологической ситуации в районе, снижения затрат на топливо и оборудование для очистки уходящих газов, предлагается заменить котельные, работающие на угле и мазуте, на котельные, работающие на газообразном топливе.

При рассмотрении вопроса о переводе потребителей на закрытую схему теплоснабжения (горячего водоснабжения) было выделено три варианта:

– изменение схемы теплоснабжения (горячего водоснабжения) с двухтрубной на четырехтрубную;

– установка ЦТП, что влечет за собой прокладку новых теплопроводов от пункта, до абонентов;

– установка ИТП.

Каждый из вариантов имеет свои нюансы. Так, для организации четырехтрубной системы теплоснабжения в пределах ширины многих улиц Гатчинского района такое размещение согласно нормативам невозможно. Также данный вариант в зависимости от протяженности тепловой сети может быть экономически крайне невыгоден, как с точки зрения использования большого количества материалов, так и с точки рассмотрения больших тепловых потерь при транспортировке. При четырехтрубной системе теплоснабжения теплоноситель отходит напрямую от источника тепловой энергии с необходимыми по санитарным нормам параметрами, что в свою очередь предполагает большие затраты на установку на котельной более мощные подготовительные установки.

Устройство новых ЦТП для организации закрытой системы ГВС в кварталах сложившейся застройки не рассматривается в связи с рядом технических трудностей:

– выделение земельного участка для нового строительства ЦТП в зоне сложившейся застройки;

– необходимость инженерного обеспечения нового ЦТП (подвод холодного водоснабжения, канализации, электроснабжения, телекоммуникаций и пр.);

– необходимость перекладки тепловых сетей после ЦТП и организация четырехтрубной схемы в условиях высокой плотности существующих коммуникаций;

– реконструкция существующих ИТП потребителей.

Наиболее распространённым вариантом перевода открытых систем горячего водоснабжения в закрытые системы горячего водоснабжения является установка индивидуальных тепловых пунктов.

При выборе теплообменного оборудования на ГВС к теплообменникам предъявляются следующие требования:

– массогабаритные показатели. Например, в стесненных условиях подвальных ИТП могут быть «критичными» как длина теплообменного аппарата (могут отсутствовать монтажные проемы в подвалах), так и вес (необходимость вручную «доставлять» к месту монтажа без грузоподъёмных механизмов);

– низкая стоимость теплообменника и низкая стоимость владения (обслуживания);

– доступность или даже возможность ремонта;

– простота доступа к поверхностям для очистки от отложений;

– невысокое гидродинамическое сопротивление;

– склонность к самоочищению или минимальному загрязнению (при соблюдении скоростных режимов теплоносителя).

Учитывая всё вышеизложенное, для повышения эффективности системы теплоснабжения Гатчинского района в рамках рассматриваемого вопроса предлагается перевод источников тепловой энергии на газообразное топливо, реконструкция тепловых сетей, выработавших свой эксплуатационный срок службы, а также перевод открытых систем горячего водоснабжения на закрытые системы горячего водоснабжения по средствам установки индивидуальных тепловых пунктов у всех потребителей. Данные мероприятия позволят повысить параметры тепловой системы, уменьшить расход топлива на выработку тепловой энергии, улучшить экологическую ситуацию в районе, уменьшить тепловые потери при транспортировке, предлагаемые мероприятия приведут к повышению качества теплоснабжения и снижению тарифа на тепловую энергию для потребителей [7–11].

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ: Федеральный закон РФ от 23.11.2009 г. № 261–ФЗ // Собрание законодательства РФ. – Москва, 2009. – 44 с.

2. СП 41–110–2005. Проектирование тепловых сетей. – Москва: ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром, 2005. – 14 с.

3. Бутко, А.А. Необходимость разработки и значимость схем теплоснабжения городов в условиях рыночной экономики / А.А. Бутко // Новости теплоснабжения – 2005. – № 11. – С. 4–5.

4. Голубков, Б.Н. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий / Б.Н. Голубков. – М.: Энергия, 1979. – 544 с.

5. Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 190–ФЗ «О теплоснабжении» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/12177489.

6. Плахута, А.Д. Определение зон эффективного теплоснабжения / А.Д. Плахута // Промышленная энергетика. – 2015. – № 4. – С. 2–8.

7. Постановление Правительства РФ № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rg.ru/2012/03/06/teplosxemy–site–dok.html.

8. Совместный Приказ Минэнерго России и Минрегиона России от 29 декабря 2012 г. № 565/667 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://base.garant.ru/72609692.

9. Раздобреева, А.С. Энергосбережение в системах теплоснабжения. / А.С. Раздобреева, Е.А. Бирюзова // Современные тенденции развития науки и производства: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. 05 декабря 2017. – Кемерово: ООО «Западно-Сибирский научный центр», 2017. – С. 334–335.

10. Бирюзова, Е.А. Влияние отключения и подключения потребителей на гидравлическую устойчивость тепловой сети / Е.А. Бирюзова, А.Б. Нелидина // Качество городской среды: строительство, архитектура и дизайн: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 20–22 декабря 2017. – Иркутск: ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2017. – С. 101–103.

11. Бирюзова, Е.А. Повышение энергоэффективности современных систем теплоснабжения / Е.А. Бирюзова // Сборник статей XIV Международной научно-технической конференции: Эффективные строительные конструкции: теория и практика.– Пенза: ПГУАС, 2014. – С. 23–26.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛОРНОГО ХОЗЯЙСТВА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

В.А. Силинский
Научный руководитель ***Л.И. Соколов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В состав очистных сооружений водопровода (ВОС) входит хлорное хозяйство. Обычно территории очистных сооружений для подготовки питьевой воды находятся в городской черте или в непосредственной близости к городу. Хлор – опасное вещество и, если на территории промышленной площадки, в том числе ВОС, находится более 25 тонн хлора, то такой объект подлежит регистрации в государственном реестре, требует декларирования безопасности и обязательного страхования ответственности за ущерб третьим лицам. До конца 2022 года на такие объекты, в случае их отнесения к первой категории, должно быть получено после внедрения на них доступных технологий комплексное экологическое разрешение (КЭР). Учитывая тот фактор, что станции водоподготовки относятся к объектам повышенной опасности, такие объекты находятся под постоянным контролем Федеральной службы по экологическому, атомному и техническому надзору, а также Роспотребнадзора и Росприроднадзора.

Итак, в требованиях промышленной безопасности наблюдается ужесточение нормативной базы при обращении с хлором. В связи с этим, на объектах, эксплуатирующих хлорные хозяйства, возникает желание перехода на наиболее безопасный, эффективный и технологически доступный реагент обеззараживания воды, который обеспечит надлежащее качество воды согласно требованиям СанПиН, и не попадет под внимание служб, осуществляющих экологический, технологический и санитарно-гигиенический надзор [1]. Данная задача может быть решена при применении двухступенчатой схемы обеззараживания. На первоначальном этапе выполняется обеззараживание с по-

мощью ультрафиолетового (УФ) облучения или озонирования, а на следующем этапе используется хлорирование с применением хлорсодержащих реагентов.

Целью данной работы является обоснование безопасного и практичного метода обеззараживания, применимого к очистным сооружениям водопровода города Вологды.

Для достижения поставленной цели были поставлены задачи:

- проанализировать технологию обеззараживания воды, применяемую на действующих ОСВ г. Вологды;
- изучить наиболее популярные методы обеззараживания воды, используемые при водоподготовке;
- предложить рекомендации по применению газообразного хлора при работе на хлорных объектах, расположенных в черте г. Вологды

На сегодняшний день хлорирование является популярным методом дезинфекции, это обусловлено тем, что хлор обладает пролонгированным действием и тем самым способен обеспечить эпидемиологическую безопасность в любой точке трубопровода. Эффект пролонгации заключается в том, что молекулы хлора сохраняют свою активность обеззараживания по отношению к микроорганизмам и угнетают их ферментные системы на всем пути следования воды, обеспечивая надежную защиту от повторного заражения. Другие методы обеззараживания такие, как ультрафиолетовое облучение, озонирование, микрофильтрация, не могут обеспечить обеззараживающего последействия. Поэтому на станциях водоподготовки, где применяются данные методы, требуется применение дополнительной ступени обеззараживания – хлорирования.

На очистных сооружениях водопровода г. Вологды используется трёхступенчатая схема обеззараживания хлором с применением УФ-облучения на завершающей стадии дезинфекции. В качестве обеззараживающего реагента при хлорировании применяется газообразный хлор. В данной работе исследована технологическая схема очистных сооружений водопровода. Вода, поданная с насосной станции первого подъема из реки Вологды, направляется на смесители трех блоков очистки производительностью 30, 35 и 63 тысячи $м^3$/сутки. В смесители подается коагулянт и флокулянт, а так же первичная доза хлора. Затем вода проходит процесс отстаивания в отстойниках и подается на скорые фильтры, перед фильтрами вода повторно хлорируется промежуточной дозой хлора. После фильтрования вода подается на станцию УФ-облучения, затем поступает в резервуары чистой воды, и, перед резервуарами происходит заключительный этап хлорирования. Из резервуаров вода насосной станцией второго подъема подается потребителю в городские магистральные и распределительные водопроводные сети.

Использование в качестве дезинфектанта только УФ-облучения усложняется невозможным оперативным контролем требуемого качества воды. Практическое применение данного метода ограничено необходимостью конкрети-

зации ряда положений санитарно-эпидемического водного законодательства в части гигиенических требований к используемой дозе облучения, гарантирующей требуемое качество воды. Так же существуют определенные требования к конкретному месту расположения систем УФ-облучения в технологической схеме водоподготовки. Облучение ультрафиолетом способно обеспечить требуемый бактерицидный и вирулицидный эффект лишь при соблюдении всех установленных эксплуатационных условий. Поэтому, применяя данный метод в качестве обеззараживания, остается вопрос создания гарантий его надежности. Из этого можно сделать вывод, что применение хлорирования в схеме водоподготовки очистных сооружений водопровода г. Вологды, является неизбежным и необходимым для обеспечения надежности дезинфекции.

Но применение хлора на очистных сооружениях небезопасно, так как в случае аварии на хлорном объекте возможен его выброс в атмосферу, учитывая тот фактор, что станция водоподготовки находится в черте г. Вологды, то возникает угроза для населения. Чтобы обеспечить безопасное использование хлорных объектов на станциях водоподготовки, требуется переход к менее опасному хлорсодержащему реагенту. Таковым реагентом на сегодняшний день является гипохлорит натрия. Оборудование, используемое для его применения, не относится к категории промышленно опасного и не попадает под надзор экологических и санитарных служб [2].

На сегодня выделяются две основные формы получения гипохлорита натрия:

- технический (высококонцентрированный) раствор марки «А»;
- электрохимический (низкоконцентрированный) раствор марки «Э».

Технический гипохлорит натрия получают на заводах химической промышленности. Концентрация активного хлора в данном продукте составляет - 150-190 г/л, имеет 3 класс опасности, высокое значение pH (12 и более), что говорит о его высокой коррозионной активности и требует подбора специального оборудования для его применения. Следует отметить нестабильность раствора высококонцентрированного гипохлорита натрия (уже в первые 10 суток наблюдается до 30% падения активной части продукта). Так же его применение требует больших складских помещений для хранения 30-суточного запаса и соблюдения температурного режима хранения.

Частичные проблемы при использовании высоконцентрированного гипохлорита натрия может быть решена при использовании электролизного раствора с низкой концентрацией, приблизительно 7 г/л. Для получения данного раствора используют водный раствор поваренной соли, который подается в электролизные установки. Низкоконцентрированный гипохлорит натрия (ГХН) требует хранения запасов поваренной соли, отвечающей заданным требованиям используемого электролизера. Искусственно приготовленный раствор поваренный соли может быть заменен природным – минеральные воды, взятые из подземных источников Вологодской области [2]. Недостатком применения низкоконцентрированного ГХН является то, что при его получении

происходит выделение водорода и образование токсичных продуктов, которые требуют утилизации. Применение электролизного ГХН не требует жестких требований по технике безопасности, так как продукт относится к 4 классу опасности. При его хранении так же происходит падение активной части, поэтому требуется непосредственное получение на месте использования.

Применение низкоконцентрированного ГХН на очистных сооружениях г. Вологды требует глубокого изучения и проведения многочисленных испытаний по внедрению. Потребуется переоборудование системы хлорирования, которое влечёт за собой большие финансовые вложения. Поэтому в настоящее время хлорирование с применением газообразного хлора является самым доступным и надежным методом, гарантирующим безопасность питьевой воды.

Для повышения безопасности на хлорных объектах необходимо: выбирать безопасное сертифицированное промышленное оборудование, выполнять жесткий контроль технического состояния хлорного оборудования и проводить регулярные поверки приборов. Оборудование, не прошедшее поверку или выработавшее свой срок, должно быть немедленно заменено, либо подвергнуто капитальному ремонту. Со стороны персонала, обслуживающего хлорное оборудование требуется соблюдение всех норм и правил, согласно технике безопасности. Работники должны участвовать в постоянные учениях по ликвидации аварий в случае выброса хлора в атмосферу, а также повышать свою квалификацию один раз в три года.

Соблюдение строгих норм и правил безопасности жизнедеятельности при работе с хлором, а так же использование пригодного автоматизированного оборудования обеспечит надежную безопасность хлорных объектов на территории очистных сооружений города Вологды.

Таким образом, исследование хлорного хозяйства на действующих ВОС г. Вологды показало, что объект относится к категории высокоопасных предприятий, подлежащих регистрации в госреестре и требует декларирования безопасности. С целью снижения выбросов хлора в атмосферу и пространство цеха предусмотрена для внедрения ресурсосберегающая технология получения гипохлорита натрия из минеральных вод Вологодской области.

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения : утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 26.09.2001 : введен с 01.01.2002 : санитарно-эпидемические правила и нормативы. – Москва : Федеральный центр госсанэпидемнадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.

2. Силинский, В. А. Оценка технологической эффективности получения гипохлорита натрия из высокоминерализованных вод Вологодской области / В. А. Силинский, Е. А. Мезенева, С. В. Колобова // Вода magazine. – 2018. – № 6 (130). – С. 42-48.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЗЕМЛИ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

И.В. Стеблева
Научный руководитель ***Е.А. Лебедева****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время в рамках федерального проекта «Чистая вода» в Вологодской области принята и реализуется региональная программа по повышению качества питьевого водоснабжения населения городов и сельских поселений. В данной программе предусмотрены такие мероприятия, как модернизация, реконструкция и новое строительство сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения, отвечающих современным техническим и технологическим требованиям. Одним из индикаторов программы является оценка эффективности инвестиций федерального бюджета в объекты водоснабжения на территории Вологодской области.

Анализ обеспеченности услугами централизованного и нецентрализованного водоснабжения показывает, что практически во всех городах и населённых пунктах, за редким исключением, имеют место риски здоровью населения от химического загрязнения питьевой воды природными или антропогенными ингредиентами. Среди природных показателей загрязнения воды чаще всего имеют место превышения нормативов по таким веществам, как бор, фтор, железо, характерные для водозаборов из подземных водоисточников. Превышения по антропогенным: вещества, характерные для водозаборов из поверхностных водоисточников относятся к числу образующиеся в процессе водоподготовки: это хлорорганические соединения, алюминий. При разработке технических решений для реализации программы в конкретных населённых пунктах предусматривается смена водоисточника, например, подземного на поверхностный с соответствующими мероприятиями по его регулированию. И одной из проблем в период разработки проекта и дальнейшей его реализации являются вопросы, связанные с оценкой земли под строительство элементов системы централизованного водоснабжения.

Целью данного исследования является методика оценки земли под объекты водоснабжения на примере технического решения централизованной системы водоснабжения сельского поселения в Тотемском районе Вологодской области.

В задачи исследования входят: подбор технического решения и последовательности действий по оценке земли под строительство системы централизованного водоснабжения сельского поселения. В качестве модельного объекта рассматривается обеспечение централизованным водоснабжением 9 рядом расположенных деревень с населением 1200 человек Пятовского сельского поселения Тотемского района. Процесс моделирования включает предвари-

тельную привязку объектов системы водоснабжения на местности по занимаемой площади, кадастровая оценка занятых объектами территорий с учётом санитарно-защитных зон и зон затопления, оценка стоимости земли для использования данных в расчёте эффективности инвестиций.

Рассматриваемые населенные пункты входят в состав Пятовского сельского поселения, которое находится на северо-востоке Тотемского муниципального района. В данных деревнях отсутствует централизованное водоснабжение. По территории поселения протекает река Ковда, исток которой расположен на Севере Тотемского района, она впадает в реку Песья Деньга в границах города Тотьма. Принадлежит к бассейну реки Сухоны [1].

Техническое решение системы централизованного водоснабжения рассматриваемых деревень Пятовского сельского поселения включает: альтернативные водоисточники: поверхностный - с организацией сезонного регулирования стока и подземный с бурением скважин; водозаборные сооружения; водопроводные очистные сооружения, расположенные в здании; резервуары чистой воды с запасом воды на наружное пожаротушение; повысительную насосную станцию; наружные сети с сооружениями на сетях. Все элементы должны соответствовать требованиям законодательства РФ и санитарным нормам, то есть оборудованные по нормативам санитарно-защитной зоной.

Поверхностным водоисточником является водохранилище на реке Ковда. Для его создания предусматривается резервирование земель для государственных и муниципальных нужд, так как все земли водного фонда, включая гидросооружения на них, находятся в собственности РФ. Для организации резервирования земель необходимо разработать проект планировки территории и собрать необходимые данные о земельных участках. При размещении гидросооружений на землях частной собственности проводится изъятие земельных участков или их частей с выплатой компенсации правообладателям либо установление сервитутов.

Стоимость земель, занятых под объекты централизованного водоснабжения сельского поселения, можно рассчитать по формуле:

$$P = V * S, \text{руб.},$$

где I – кадастровая стоимость земель, руб.;

V – удельный показатель кадастровой стоимости зоны охраны объектов, руб/м^2;

S – площадь, занятая сооружениями, м^2.

В качестве объектов централизованного водоснабжения рассмотрены: водохранилище, водозабор, очистные сооружения, насосная станция, резервуар чистой воды и наружные сети с сооружениями на сетях. Для определения используемой площади были выполнены технологические расчёты и учтены границы зон санитарной охраны данных объектов.

Расчет кадастровой стоимости проведён по укрупненным показателям и представлен в таблице.

Кадастровая стоимость 1 м^2 земель для установления зон охраны объектов устанавливается исходя из среднего значения удельных показателей кадастровой стоимости земельных участков сельскохозяйственного назначения в муниципальном образовании.

Таблица 1

Расчет кадастровой стоимости земель под объекты централизованного водоснабжения Пятовского сельского поселения

Объект	Площадь, м^2 (S)	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./м^2 (V)	Кадастровая стоимость (P)
Водохранилище	83000	1,18	97940
Водозабор	31400		37052
Очистные сооружения	40000		47200
Резервуар чистой воды	900		1062
Насосная станция	900		1062
Наружные сети	194430		229427,4
		Итого:	413748,4

Данный расчет дает оценку земель, требуемых для размещения системы централизованного водоснабжения в конкретном сельском поселении.

На основании полученных данных, методика оценки земли под объекты централизованного водоснабжения на примере Пятовского сельского поселения выглядит следующим образом:

1. Резервирование земли, занимаемой поверхностным водоисточником. Проектируемое в качестве водоисточника водохранилище (объект муниципального значения) и соответственно земля под ним согласно Водному кодексу РФ должна относиться к землям водного фонда и находиться в муниципальной собственности, то в данном случае потребуется перевод земель в требуемую категорию и их резервирование [2]. Резервирование земель для государственных и муниципальных нужд регламентируется Земельным кодексом РФ [3]. В рассматриваемом сельском поселении решение о резервирование принимает орган местного самоуправления – администрация сельского поселения. Основаниями для резервирования является Генеральный план поселения и проект планировки территории, которые находятся в отделе градостроительства в администрации поселения. В данном случае под резервирование попадают земли лесного фонда и сельскохозяйственного назначения. После положительного решения о резервировании ресурсоснабжающая организация (например водоканал) получает земли в пользование (на правах аренды) для целей строительства системы водоснабжения. Арендная плата устанавливается на договорной основе и выплачивается в муниципальный бюджет.

2. Аналогичным образом предоставляется земля для подземного водозабора, очистных сооружений, резервуаров и насосных станций.

3. Выбор и обращение с земельными участками под наружные водопроводные сети и сооружения на сетях. Сети прокладываются преимущественно по землям общего пользования. Однако, это не всегда так для строительства новых систем, так как существующая застройка иногда не позволяет учесть данное положение. В таком случае, наружные сети прокладывают по землям частной собственности с изъятием или наложением сервитутов (право ограниченного пользования чужим земельным участком) для беспрепятственного подхода к ним. Сервитут является обременением земельного участка для собственника. Данное обременение регистрируется в Росреестре и заносится в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН). Если проводится изъятие, то собственнику выплачивается компенсация по договорённости органа местного самоуправления с собственником. В случае наложения сервитута, собственник ограничен в пользовании этой частью земельного участка. Однако существующим в настоящее время законодательством не отрегулирован пересчёт земельного налога в пользу собственника.

Вышеописанная методика, разработанная на примере Пятовского сельского поселения, позволяет ресурсоснабжающим организациям грамотно решить земельный вопрос с проектированием и строительством систем централизованного водоснабжения в рамках предоставления и использования земли, находящейся в различных формах собственности, для своих нужд согласно требованиям современного законодательства.

1. Сельское поселение Пятовское Тотемского муниципального района [официальный сайт]. – URL: https://pyatovskoe.ru (дата обращения 12.11.2019). – Текст : электронный.

2. Российская Федерация. Законы. Водный кодекс : Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ (редакция от 02.08.2019) : принят Государственной думой 12 апреля 2006 : одобрен Советом Федерации 26 мая 2006. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.11.2019).

3. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс : Федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ (редакция от 02.08.2019) : принят Государственной думой 28 сентября 2001 : одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 года. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.11.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ

О.Н. Чеснокова
Научный руководитель ***Л.И. Соколов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В данной работе исследована станция умягчения воды для котельной поселка Октябрьский Архангельской области. Вода для подачи в систему водоснабжения отбирается из реки Устья. Поселок расположен в 600 км от Архангельска, численность населения 9161 человек, 1/3 населения получает воду из централизованной системы водоснабжения, предварительно подготовленной по следующей схеме: отстаивание, первичное хлорирование, коагуляция, флокуляция, подщелачивание, обеззараживание хлором. Исходная жесткость воды в реке Устья после предварительного водоподготовительного процесса очистки не снижается, что потребовало научного поиска более глубокой подготовки воды в котельной для удаления солей жесткости Ca^{2+} и Mg^{2+}. Наличие в сетевой воде растворимых соединений кальция и магния (бикарбонатов, сульфатов, хлоридов, являющихся накипеобразователями) приводит к сбоям в работе тепловых агрегатов из-за накипных отложений и коррозии.

Как было установлено, вода для отопления зданий посёлка, а также для обеспечения населения горячей водой специально готовится с целью умягчения в котельной посёлка. Вода поступает на умягчение для снижения концентраций солей жесткости. Предварительно выполненными расчетами было установлено, что после первой ступени умягчения жесткость воды достигает 0,1 ммоль/л, что недостаточно для требуемых показателей к качеству воды. В процессе исследования была предложена вторая ступень натрий-катионитового умягчения, которая позволяет достичь жесткости равной 0,001 ммоль/л.

Рассматривались два варианта применения ионоообменных материалов: сульфооуголь и иоонообменная смола Пьюролайт С-100 (см. табл. 1). Названные ионообменные материалы широко применяются при подготовке воды с целью ионного обмена солей Ca^{2+} и Mg^{2+}. Исследованный сульфоуголь имел полную обменную ёмкость 570 моль/куб.м, его насыпная масса составляла 0,7 т/куб.м. Был определён размер зёрен сульфоугля 0,3 мм (45%), 0,45 мм (50%), 0,5 мм (5%). Было установлено, что с понижением pH менее 7 обменная ёмкость сульфоугля снижалась незначительно, не более, чем на 2%.

Предложено проводить регенерацию катионитов раствором поваренной соли. В результате исследования были уточнены расчетом расходы воды не только на регенерацию, но и на взрыхление и отмывку тела ионитов. Было установлено значение удельного расхода соли на регенерацию фильтра первой ступени при концентрации регенерационного раствора 6,5%. Рекомендована скорость фильтрования 25 м/ч. На основании исследований была разработана

балансовая схема водопотребления и водоотведения, рекомендованная для внедрения на исследованном предприятие. По результатам исследований предприятием был выбран вариант одноступенчатого натрий-катионирования с применением в фильтрах ионообменной смолы – Пьюролайт С-100.

В результате исследований было установлено, что жесткость исходной воды в зависимости от сезона составляет от 1,5 до 9,0 ммоль/л, щелочность от 2,0 до 8,0 ммоль/л, резервного источника воодоснабжения не предусмотрено. Показатели качества исходной воды изменяются в зависимости от времени года. На время проведения наладочных работ жесткость составляла 5,7 ммоль/л, щелочность 4,8 ммоль/л, концентрация ионов железа – 0,40 мг/л, окисляемость перманганатная – 17,1 мг/дм^3, цветность 430 град платино-кобальтовой шкалы.

Общий расход водопроводной воды в посёлке составляет 83 куб.м/ч. Давление водопроводной воды на вводе в здание котельной составляет 0,2 МПа.

Таблица 1

Основные характеристики технологических свойств катионитов

Характеристики	Пьюролайт С-100	Сульфоуголь
Внешний вид	прозрачные сферические частицы янтарного или темно-коричневого цвета	гранулы черного цвета
Размер гранул	0,3 - 1,2 мм (разброс +1,2 <5%, -0,3 <5%)	0,3 – 0,45 – 0,5 мм
Коэффициент однородности	1,7 макс.;	1,25
Объемная доля рабочей фракции	90 - 94%	Не менее 80
Массовая доля влаги (форма Na^+)	44 - 48%	30 - 45%
Полная статическая обменная емкость (форма Na^+, влажный катионит) (форма Na^+, сухой катионит)	2,0 моль/дм^3 4,5 моль/кг	570 моль/м^3
Насыпная плотность	850 г/дм^3	700 г/дм^3
Максимальная рабочая температура	140°	135°

Исходя из экономических соображений, были выбраны водоумягчительная установка и следующая схема подготовки воды для котельной посёлка. Установка умягчения воды непрерывного действия состоит из двух натрий-катионитных фильтров, блоков управления и солевых баков. Работа установки осуществляется параллельно в два фильтра. В качестве катионита в фильтрах используется ионообменная смола – Пьюролайт С-100. Регенерация ионообменной смолы производится раствором поваренной таблетированной соли ав-

томатически, с заданной периодичностью. Возможен вывод установки на принудительную регенерацию по сигналу от встроенного таймера.

Далее очищенная химическим способом вода поступает в линию подпитки котлового контура. Давление подпитки выставляется редукционным клапаном, до редукционного клапана смонтирована система химического связывания кислорода. Установка химического дозирования, состоит из насоса и емкости раствора реагента (сульфит натрия) и счетчика воды, падающего сигнал на насос.

Система работает в полностью автоматическом режиме и требует контроля уровня сульфата натрия в емкости. Расходные материалы (сульфит натрия) определяются по факту использования.

В комплекте поставляется накопительная емкость, датчик уровня системы дозирования и импульсивный счетчик расхода воды.

До и после на Na-катионитных фильтров предусмотрены пробоотборные точки для контроля качества очищенной химическим способом исходной воды.

Далее химически очищенная вода поступает на насосы для подпитки котлов и одновременно на подпитку теплосетей посёлка.

Таким образом, применение исследованной технологии умягчения воды снижает удельные приведённые затраты на подготовку воды, а именно, уменьшаются расходы реагентов, потери теплоты, расходы на иониты и электроэнергию, снижаются риски выхода из строя тепловых агрегатов.

1. Фейзиев, Г. К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды / Г. К. Фейзиев. – Москва : Энергоатомиздат, 2000. – 192 с.

2. Основы промышленного водоснабжения и водоотведения : учебное пособие [по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»]. Т. 2 : Водоотведение и очистка сточных вод на промышленных предприятиях / составитель Л. И. Соколов. – Вологда : ВоГУ, 2015. – 216 с.

3. Журба, М. Г. Водоснабжение: проектирование систем и сооружений : учебное пособие для вузов по специальности «Водоснабжение и водоотведение»: (в 3 т.). Т. 2 : Очистка и кондиционирование природных вод / М. Г. Журба, Л. И. Соколов, Ж. М. Говорова; науч.-метод. рук. и общ. ред. М. Г. Журбы. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : АСВ , 2010 . – 551 с.

4. Водоотведение и очистка сточных вод на предприятиях различных отраслей промышленности : учебное пособие / [составитель Л. И. Соколов]. – Вологда : ВоГУ, 2017. – 261 с. – URL: http://library.vogu35.ru/biblio/sokolov/book59/2017_sokolov_vodootv.pdf. (дата обращения: 12.11.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Н.В. Чучин
Научный руководитель ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Повышение эффективности систем газоснабжения населенных пунктов, весьма актуально [1]. Обусловлено это, прежде всего, тем, что газораспределительные системы имеют ряд проблем.

Одна из них заключается в том, что к газоиспользующему оборудованию (далее – ГИО) поступает газ с давлением, значительно различающимся в зависимости от дальности расположения от газорегуляторного пункта. В результате понижается коэффициент полезного действия бытовых газовых приборов и возникает риск нарушения их устойчивой работы.

Другая проблема – в том, что зачастую у газораспределительных организаций нет возможности подключения новых потребителей из-за нехватки давления в конечном участке газопровода.

Цель исследовательской работы – повысить эффективность систем газоснабжения населенных пунктов.

В результате анализа были найдены следующие пути решения проблем:

1. Увеличение диаметров труб газопровода.
2. Увеличение количества газорегуляторных пунктов.
3. Закольцовка газопроводов.
4. Установка стабилизаторов давления газа (далее – СДГ) перед ГИО.

Первые три пути решения приводят к значительному увеличению стоимости газификации населенных пунктов и полностью не решают выявленные проблемы.

Одним из устройств, позволяющим повысить эффективность газоиспользующего оборудования является стабилизатор давления газа.

Стабилизаторы давления – устройства, предназначенные для гашения гидравлических ударов, провалов давления и вибраций, возникающих в трубопроводной системе, путем диссипации энергии колебаний рабочей среды, упругодемпфирующего воздействия на нее в демпфирующих камерах [2].

Стабилизатор, благодаря своим качествам обеспечивает автоматическое поддержание заданного значения выходного давления независимо от изменения расхода и входного давления.

Рациональное сжигание газа на газовых приборах возможно только если давление газа в сети соответствует указанному в паспорте прибора. На рис. 1 представлено две схемы газификации населенного пункта без СДГ и со СДГ.

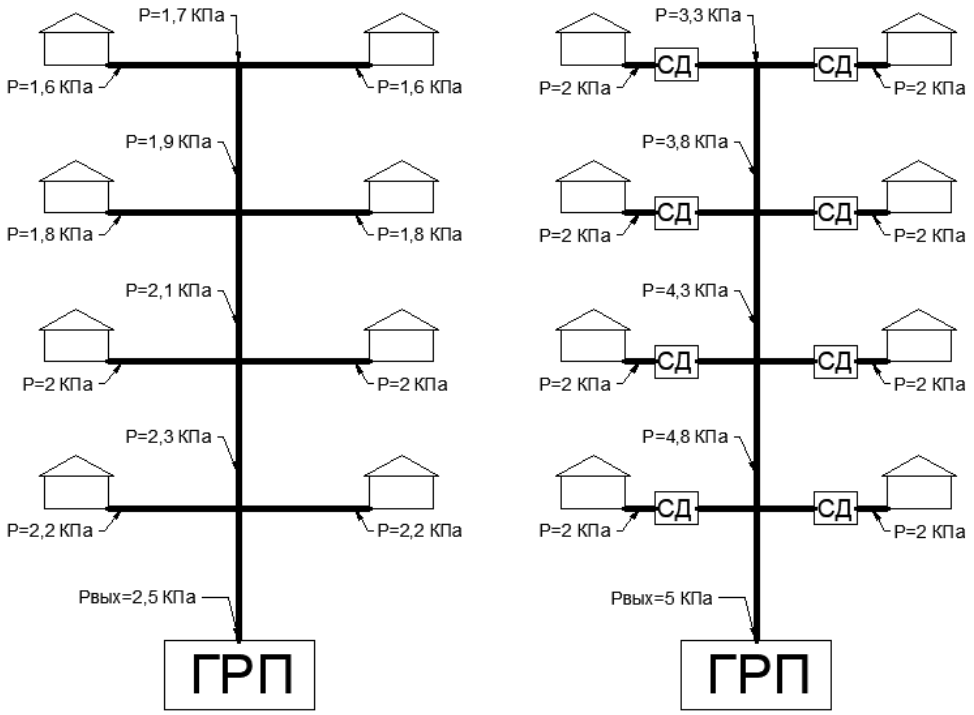


Рис. 1. Схема газификации без стабилизации (слева) и со стабилизацией давления газа (справа)

В результате установки СДГ перед ГИО, появляется возможность увеличить давление на выходе из пункта редуцирования газа до 5 кПа, вследствие чего давление во всей системе увеличивается и появляется возможность подключить новых потребителей, без ущерба для уже подключенных.

Для изучения СДГ и влияния давления газа на работу ГИО оборудования была спроектирована и смонтирована установка (рис. 2) для проведения эксперимента.

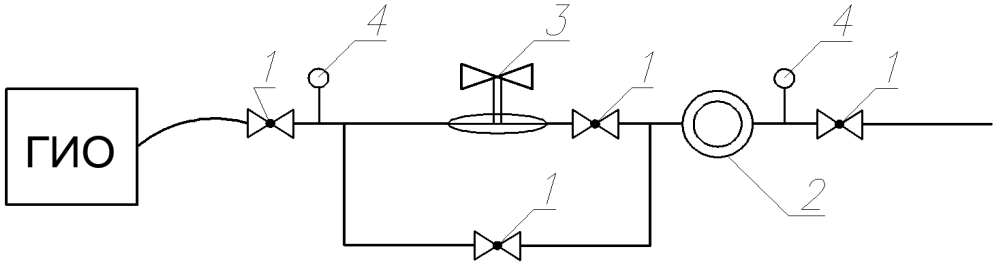


Рис. 2. Схема экспериментальной установки:
1 – кран шаровой, 2 – счетчик газа, 3 – стабилизатор давления газа, 4 – манометр

Лабораторные исследования, проведенные по изучению эффективности стабилизации давления газа, показали, что при превышении давления, указанного в паспорте прибора газ сгорает не полностью и увеличивается расход газа. При меньшем давлении понижается мощность. При правильном давлении ГИО работает с максимальным коэффициентом полезного действия.

Резюмируя, обозначим ключевые преимущества применения стабилизаторов давления газа в газораспределительных сетях низкого давления:

– возможность обеспечения удаленных потребителей необходимым давлением, при этом поддерживая номинальное давление у газовых приборов, расположенных непосредственно у пунктов редуцирования газа;

– сокращение затрат на строительство новых сетей;

– безопасная подача газа потребителям в тупиковых газораспределительных сетях;

– гашение колебаний давления газа, которые происходят во время пиковых нагрузок и из-за сезонности работы ГИО;

– обеспечение экологически чистого, рационального сжигание газа в газоиспользующих приборах.

– исключение отрыва пламени горелок газовых приборов при сверхнормативном повышении давления газа.

1. Карпов, Д.Ф. Перспективные и инновационные технологии добычи природного газа / Д.Ф. Карпов, В.П. Березина, Ф.Д. Карпов, В.А. Лемешева // Проблемы экономического роста и устойчивого развития территорий: материалы IV Международной науч.-практ. интернет-конференции, г. Вологда, 15-17 мая 2019 г. – Вологда: ФГБУН ВолНЦ РАН, 2019. – С. 109 – 114.

2. ГОСТ Р 54086-2010. Стабилизаторы давления. Общие технические условия. – Введ. 2011-06-01. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 27 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ КОМПОЗИЦИОННО-ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА

О.С. Юхтарова

Научный руководитель ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Для повышения энергетической эффективности зданий и создания оптимальных условий для надежной и комфортной эксплуатации, существует комплекс дополнительных мероприятий, включающих использование современных композиционно-теплоизоляционных материалов. Теплоизоляционные свойства материалов зависят от коэффициента теплопроводности, который в свою очередь определяется многими показателями, включая химический состав исходной смеси, структуру материала, пористость. На современном рынке теплоизоляционных материалов наибольший интерес представляют композиционно-теплоизоляционные материалы на основе торфа, органических и неорганических соединений. Известно, что торф относится к эффективному,

дешевому и экологически безопасному сырью, которым богата Вологодская область [1].

Стоит отметить, что при длительном разложении торфа, его плотность уменьшается. Исходя из этого, можно сделать вывод, что торф имеет высокую пористость (90-95%), которая уменьшается при увеличении степени разложения. Следовательно, при увеличении пористости торфа, уменьшается коэффициент теплопроводности, что является его достоинством. Однако данный вид материала во влажной среде во время эксплуатации зданий подвергается процессу разрушения и гниения. Для предотвращения этого процесса торф следует поместить в «капсулу» из полимерного материала, который является гидрофобным, обладает низким коэффициентом теплопроводности и является экологически безопасным [2].

Изучение опыта ранее произведенных работ [3–6] позволяет говорить о перспективах и актуальности выбранного исследования.

Патентный и литературный анализ показывает, что на рынке теплоизоляционных материалов наиболее востребованными являются торфяные смеси, включающие кроме торфа, неорганические и органические полимеры, гипс и древесные опилки. Известен состав, который включает смесь из метилфенилсилоксанового олигомера (К-9, К-47, К-42) и винилового полимера (ПВБ) в массовом соотношении 1:1, к которой добавляют кремнийорганическую смолу полиметилсилозан (МСН-7) и вводят твердую древесно-торфяную смесь для формирования «капсулы». При этом выдерживают массовое соотношение между компонентами: двойная смесь К-9 и ПВБ – 30%; кремнийорганическая смола МСН-7 – 70%. Кремниевые полимеры имеют ряд преимуществ по сравнению с углеродосодержащими высокомолекулярными соединениями. Они обладают хорошими антисептическими свойствами, предохраняют материал от разрушения под действием ультрафиолетовых лучей, гидрофобизируют поверхность, увеличивают огнестойкость материалов, устойчивость к перепадам температур и влажным условиям. Однако, полученный композит обладает высокой токсичностью при эксплуатации во влажных условиях, что является существенным его недостатком.

Исходя из этого, целью работы является разработка нового способа изготовления экологически безопасного композиционно-теплоизоляционного материала с улучшенными потребительскими свойствами, такими как коэффициент теплопроводности, на основе местного сырья Вологодской области (торф, древесные опилки, строительный гипс) и смеси кремнийорганических соединений (КОС).

Для достижения цели решаются следующие задачи:

1. Экспериментальным путем определить состав теплоизоляционной смеси, которая после температурной обработки, обеспечивает низкий коэффициент теплопроводности композита.

2. Подобрать температурный режим для структурообразования материала и в лабораторных условиях изготовить образцы теплоизоляционного материала из указанной смеси.

3. Определить основные характеристики, полученных лабораторных теплоизоляционных образцов: коэффициент теплопроводности, токсичность.

Для получения теплоизоляционных материалов (ТИМ) использовали верховой торф из торфяников Вологодской области Тотемского района со степенью его разложения 10–15% и исходной влажностью – 18–25%. По видовому составу образцы относятся к сфагново-осоковому торфу, что является преимуществом, так как сфагновые торфы обладают наибольшей пористостью.

В лабораторных условиях методом сжигания определили его химические характеристики: зольность, содержание органических веществ, в соответствии со стандартными методиками ГОСТ 27784-88 и ГОСТ 26213-91.

В отличие от существующих способов для получения смеси, исходный торф предварительно увлажняли путем его обработки паром при температуре 100-105°С до влажности 80%. Количество воды, вносимое в торф при увлажнении паром, достаточно для первичных процессов схватывания гипса и исключает побочные процессы вымывания и разложения гуминовых веществ, что предотвращает коррозионное разрушение строительных материалов. Для полного схватывания в теплоизоляционную смесь (ТИС) необходимо внести еще дополнительную порцию воды, содержание которой не должно превышать 5% от всей массы ТИС. После увлажнения часть торфа измельчали в шаровой мельнице, часть оставляли без измельчения и одновременно готовили две группы смесей с диспергированным торфом и торфом с сохранившейся природной структурой.

Для определения влияния степени измельчения торфа на его теплоизоляционные свойства, торф смешивали с опилками, влажность которых составляет 30–35%. После тщательного перемешивания смеси, к ней добавляют гипс, трехкомпонентную полимерную смесь, состоящую из полимеров: К-9; ПВБ; МСН-7 в определенных соотношениях.

После замеса смесь формуют, изготавливают образцы размерами 10х10х10 см, подвергают тепловой обработке при медленном постепенном повышении температуры до 105°С в течение 2 часов для образования более упорядоченной структуры и для предотвращения процессов усадки, коробления, образования трещин. По истечении указанного промежутка времени повышают температуру до 160-200°С и выдерживают при этом температурном интервале в течение 90-120 минут.

После охлаждения проводят испытания образцов в лабораторных условиях для определения теплопроводности и токсичности.

Анализ результатов свидетельствуют, что при диспергировании верхового торфа с сохранением состава исходной смеси наблюдается незначительное повышение коэффициента теплопроводности, что является недостатком.

В лабораторных условиях с помощью метода стационарного теплового потока определен коэффициент теплопроводности [4]. Результаты измерений представлены на рис. 1.

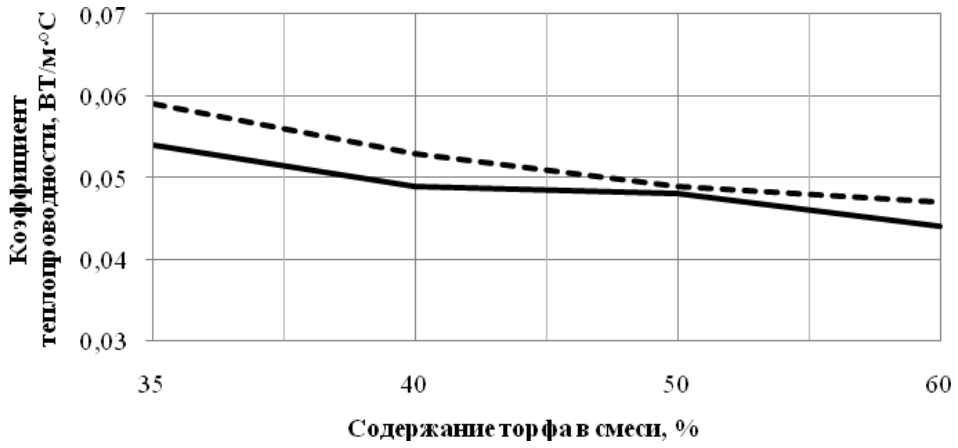


Рис. 1. Зависимость изменения коэффициента теплопроводности от степени диспергирования торфа:
- - - – диспергированный торф; ——— – торф с сохранившейся природной структурой

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что минимальный коэффициент теплопроводности для образцов, содержащих диспергированный торф, составляет 0,047 Вт/м·°С, для образцов с сохранившейся природной структурой – 0,044 Вт/м·°С. С увеличением содержания торфа от 35-60% коэффициент теплопроводности уменьшается.

Таким образом, при сохранении природной структуры торфа получают композит с меньшими значениями коэффициента теплопроводности, что является преимуществом данной технологии. При увеличении содержания торфа от 35 до 60%, наблюдается общая закономерность в уменьшении коэффициента теплопроводности.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что на качество ТИМ влияет предварительная механическая обработка торфа, а также химический состав исходной смеси. Измельчение торфа способствует увеличению коэффициента теплопроводности, что является недостатком. Увеличение содержания торфа в композите приводит к уменьшению коэффициента теплопроводности.

Токсичность образцов определяли методом биотестирования на инфузориях Paramecium caudatum и Tetrahymena pyriformis с помощью прибора БиоЛаТ. Анализ полученных результатов показывает, что все полученные образцы являются нетоксичными.

Таким образом, на основании экспериментальных полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Экспериментальным путем подобран оптимальный состав ТИМ, который обеспечивает низкую теплопроводность и токсичность.

2. В лабораторных условиях получены модельные образцы ТИМ на основе торфа, древесных опилок, строительного гипса и смеси кремнийорганических соединений.

3. Доказано, что для получения ТИМ можно использовать верховой торф с добавлением КОС.

На следующем этапе исследования планируется подобрать новые химические составы для получения ТИМ, которые исключают недостатки, указанные в данном исследовании.

1. Синицын, А.А. Пути повышения эффективности использования торфяных энергетических ресурсов / А.А. Синицын, В.П. Шевченко // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: материалы 5-й Международной научно-технической конференции. – 2009. – С. 149–152.

2. Копаница, Н.О. Особенности структур торфа как сырья для производства строительных материалов / Н.О. Копаница, М.А. Ковалева // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 1. – С. 119–124.

3. Ефанов, М.В. Получение композиционных материалов из торфа и древесины методом взрывного автогидролиза / М.В. Ефанов, В.В. Коньшин, А.А. Синицын // Журнал прикладной химии. – 2019. – Т. 92. – № 1. – С. 49–53.

4. Павлов, М.В. Экспериментально-расчетное определение температуропроводности и теплопроводности сыпучего дисперсного материала на примере фрезерного торфа при нестационарном тепловом режиме / М.В. Павлов, Д.Ф. Карпов [и др.] // Механизация строительства. – 2013. – № 11 (833). – С. 34–39.

5. Пат. 2502988 Российская Федерация, МПК G01N 25/18. Способ определения теплопроводности сыпучих материалов при нестационарном тепловом режиме / М.В. Павлов, Д.Ф. Карпов, А.А. Синицын [и др.]; заявитель и патентообладатель Вологодский государственный технический университет. – № 2012129592/28; заявл. 12.07.2012; опубл. 27.12.2013. – Б. и. – 2013. – № 36.

6. Павлов, М.В. Решение краевой задачи термовлагопереноса в слое сыпучего дисперсного материала на примере фрезерного торфа в условиях инфракрасно-лучистого обогрева / М.В. Павлов, Д.Ф. Карпов, А.А. Синицын // Строительные материалы. – 2012. – № 6 (690). – С. 30 – 33.

Секция «АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ»

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ТОТЬМЫ

А.А. Альтапова
Научный руководитель ***Л.В. Анисимова,*** *канд. архитектуры, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Малые исторические города – это одна из многочисленных групп городских поселений в России, в которой в наибольшей степени сохранился историко-культурный потенциал. Зачастую этот потенциал малого исторического города, так сказать, «запечатан» или не используется на должном уровне, из-за чего социально-культурное развитие города в целом страдает.

Целью исследования является выявление ресурсного потенциала городской среды исторического поселения для разработки архитектурной концепции туристического кластера. Для выявления наиболее ценных фрагментов городской среды Тотьмы использовались методы количественного анализа. Количественные методы анализа разработаны в трудах К. Линча, П. Мерлена, В.А. Сосновского. Однако они не применялась к исследованию малого исторического поселения. Объектом данного исследования является историческая городская среда Тотьмы.

Тотьма – город в Вологодской области с населением около 10000 человек, основанный в 1137 году. Входит в список исторических поселений федерального значения. Город расположен на левом берегу ранее судоходной реки Сухоны.

На основе методики анализа историко-графических материалов (планы, схемы, художественные изображения города) и исторических текстов (архивные и литературные) были выявлены ценные исторические градоформирующие объекты:

1. Соляной завод (представлен двумя территориями – Старым и Новым усольями),
2. Сахарный завод (упраздненный до 1842 года),
3. Свечной завод (территория размещения на данный момент не определена автором),
4. Кузнечные мастерские (размещались вблизи Рождественского ручья, в Саблином конце),
5. Производство игрушек и мебели (Петровская ремесленная школа).

Также можно предположить, что при развитом судоходстве могла существовать верфь или какая-либо корабельная мастерская.

Количественные методы исследования заключаются в послойном анализе территориальной структуры города. В процессе исследования были проанализированы следующие факторы городской среды: категория, расположение исторически ценных градоформирующих объектов и их количественные показатели (объекты культурного наследия федеральные, региональные, выявленные и ценная застройка (согласно проекту границ территорий и предмета охраны с разработкой требований к градостроительным регламентам исторического поселения федерального значения г. Тотьмы Вологодской области), а также утраченные ценные объекты, кадастровая стоимость участков за 1 м^2, классификация дорог, покрытие и благоустроенность улично-дорожной сети, размещение объектов обслуживания, а также их количество, размещение ветхой и аварийной застройки.

На планировочную структуру города была наложена сетка с размерной единицей в 100 м. Далее получившимся ячейкам присваивались значения оценки, полученной в результате исследования. Полученные данные всех схем суммируются и выводятся в общую итоговую схему анализа, характеризующую современное состояние туристических ресурсов города [2].

Оценка схемы насыщенности территории объектами культурного наследия осуществлялась следующим образом: федеральные памятники оценивались цифрой 3, региональные – цифрой 2, выявленные объекты ИКН – цифрой 2 (так как спустя год с даты выявления объекта он попадет в одну из ранее указанных категорий), ценная застройка и утраченные объекты – цифрой 1 (рис. 1). На значение оценки в одной ячейке не влияло количество памятников одинаковой категории. При попадании в одну ячейку разных категорий объектов все их значения складывались.

Оценка кадастровой стоимости произведена на основе данных публичной кадастровой карты (рис. 2). За основу был принят параметр: стоимость земли за 1 м^2. Удаленность центра и местоположение участка в структуре Тотьмы не влияют на данный показатель. Ячейкам сетки присваивался определенный балл, в зависимости от ранга: «0» – при стоимости 0-150 руб./м^2, «1» – при стоимости 151-200 руб./м^2, «2» – при стоимости 201-300 руб./м^2, «3» – при стоимости выше 301 руб./м^2.

При анализе транспортной и пешеходной инфраструктуры определялся класс дорог, характер покрытия, наличие освещения, дорожная разметка (рис. 3). Обозначались улицы районного, городского значения, жилые улицы, местные проезды.

Оценка насыщенности объектами инфраструктурного обслуживания производилась в соответствии с количественным показателем объектов, попавших в ячейку сетки (рис. 4).

Карты-схемы накладывались друг на друга, в результате была составлена сводная аналитическая схема современного состояния исторической среды города Тотьмы. Выявлены наиболее ценные территории, располагающиеся в историческом центре города и вблизи набережной города Тотьмы, подходящие для размещения объектов туристическо-информационного кластера и ре-

месленно-исследовательского центра, исторических производств; определены территории потенциально привлекательные для прокладки туристических маршрутов и размещения на них различных мест притяжения; определены территории, в которых возможно раскрыть спящий потенциал (рис. 5).

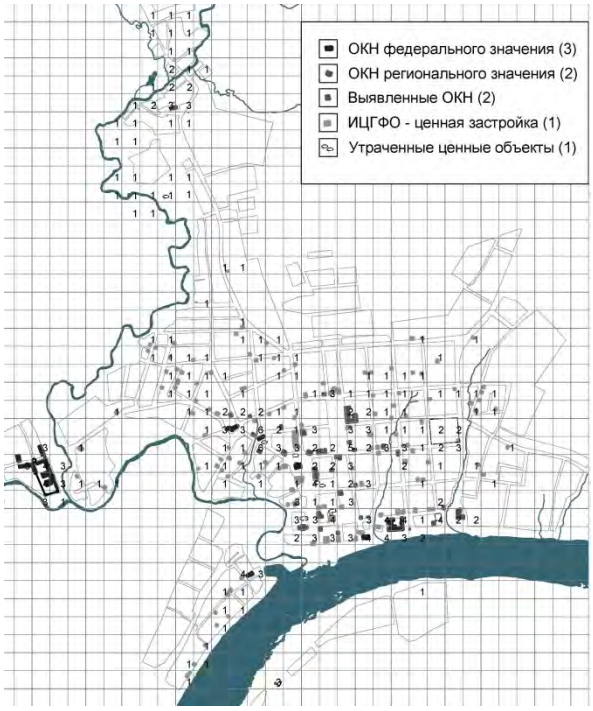


Рис. 1. Схема анализа насыщенности территории объектами культурного наследия

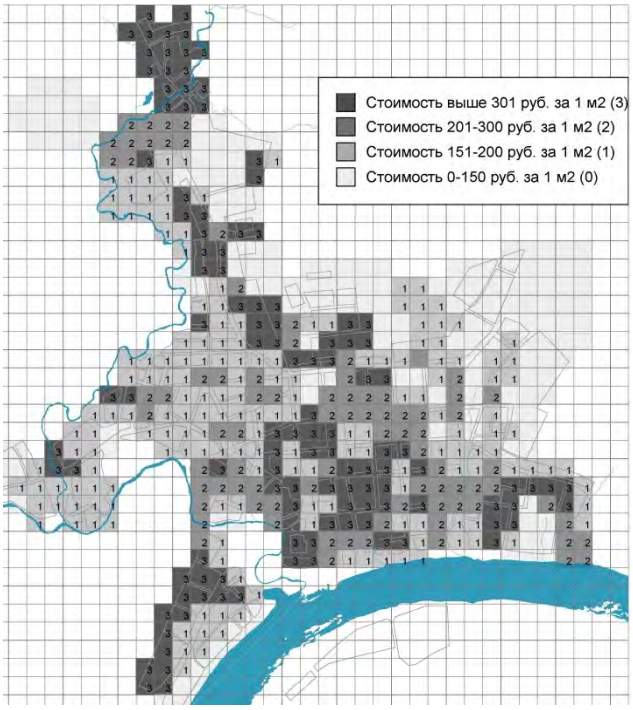


Рис. 2. Схема анализа кадастровой стоимости территорий

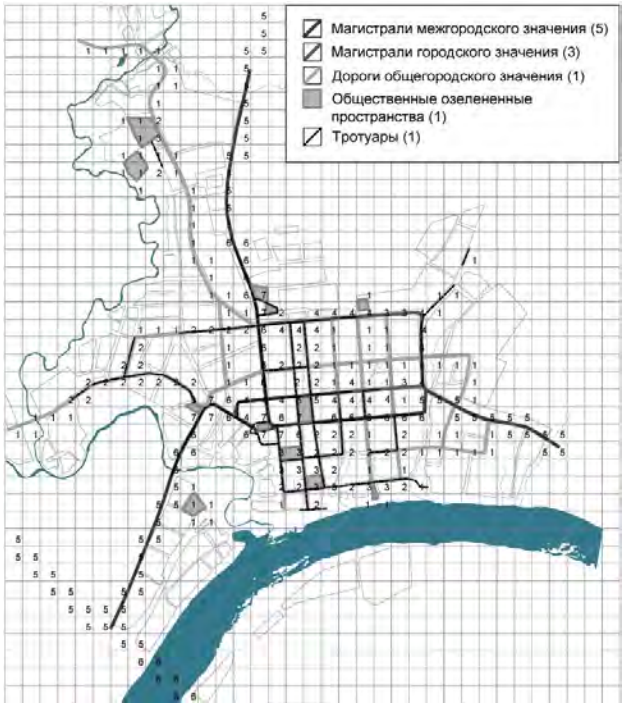


Рис. 3. Схема анализа транспортной и пешеходной инфраструктуры

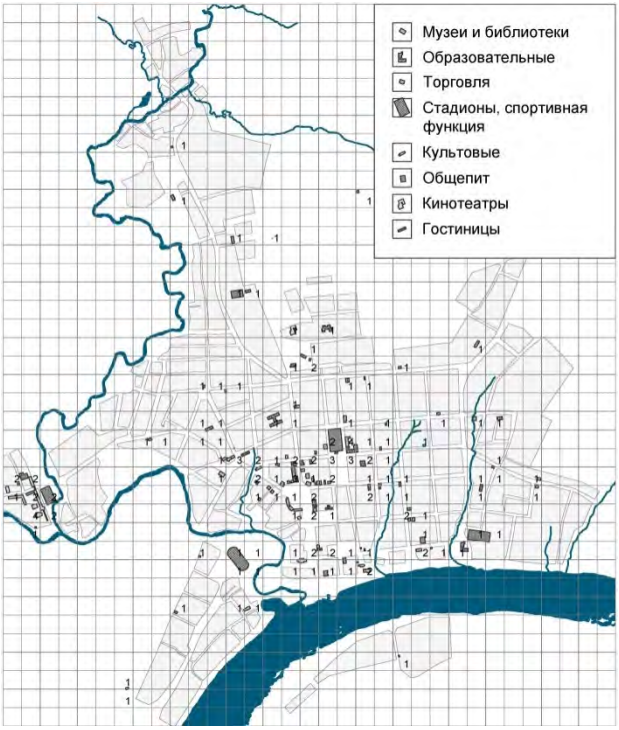


Рис. 4. Схема анализа насыщенности территории объектами обслуживающей инфраструктуры

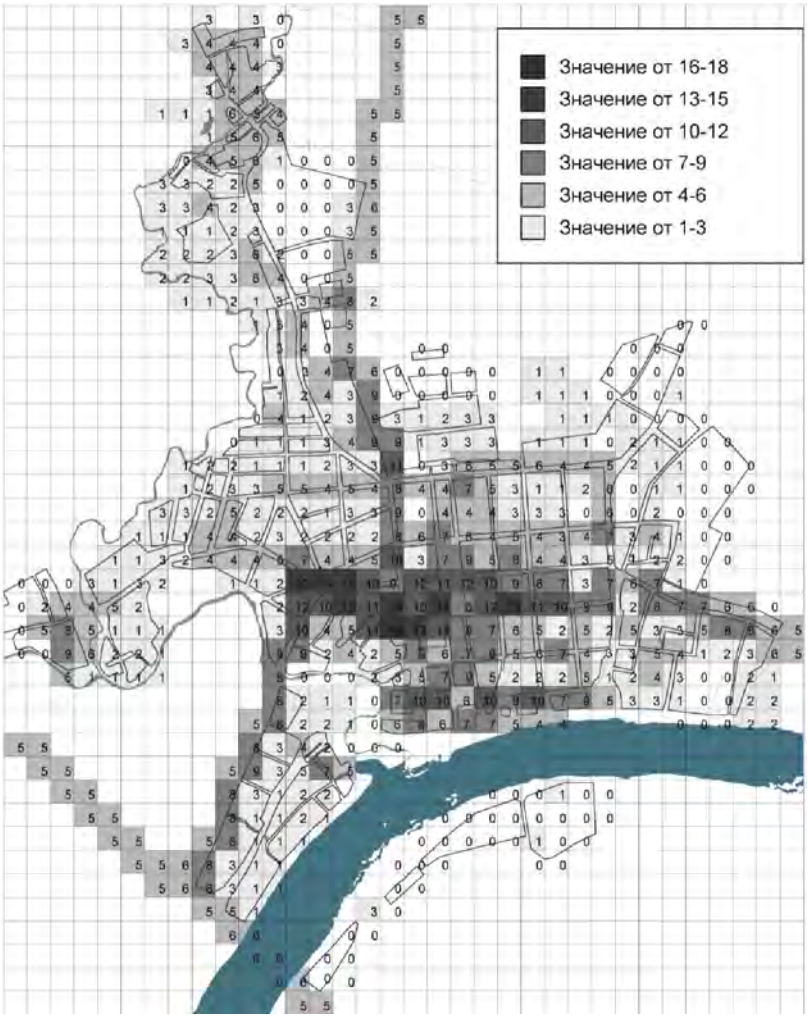


Рис. 5. Схема современного состояния города Тотьмы

При дальнейшей работе автором планируется разработка музейно-развлекательного кластера (кластер – объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами) в городе Тотьме, который подразумевает разработку туристических маршрутов различной направленности (ремесленно-производственной, архитектурной, культовой, гастрономической и др.) с различными тематическими местами притяжения по пути следования каждого маршрута. Основным местом притяжения будет являться - информационно-туристический и ремесленно-исследовательский центр изучения исторических производственных технологий. Для определения оптимального месторасположения этого центра автором исследования был проведен комплексный анализ состояния городской среды города Тотьмы.

1. Линч К. Образ города / пер. с англ. В. Л. Глазычева; сост. А. В. Иконников; под ред. А. В. Иконникова. – Москва: Стройиздат, 1982. – 328 с.

2. Подсосенная, Д.В. Исследование туристического потенциала города Белозерска / Д.В. Подсосенная, Л.В. Анисимова // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития: материалы межд. науч.-практ. конф., 22-23 апр. 2017 г. / ТИУ. – Тюмень, 2017. – С. 288-295.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

А.А. Гаммершмидт
Научный руководитель ***И.И. Колосова****, канд. архитектуры, доцент*
Томский государственный архитектурно-строительный университет
г. Томск

В современном дизайне городской среды рельеф имеет особое значение. Благодаря рельефу каждый город имеет своё индивидуальное очертание. Существует классификация разделения рельефа на 3 группы: рельеф положительных форм, рельеф отрицательных форм, нейтральный рельеф. Наиболее освоенными и благоприятными для строительства являются территории на положительном или нейтральном рельефе. На сегодняшний день существуют сложные места по условиям рельефа и геологии, – овраги, откосы, крутобережья, оползневые склоны и т.д. Для освоения таких территорий требуются дополнительные денежные вложения, инженерные, геологические исследования и инновационные разработки, индивидуальные проектные предложения. Чаще всего сложные места с рельефом включены генпланами городов в состав озеленяемых территорий. Но зачастую эти территории не используются должным образом. Города постоянно растут, меняются условия жизни, поэтому изучение, преображение и совершенствование таких «резервных» территории не может быть не актуальным.

Задача исследования – провести анализ использования положительных форм рельефа в городской среде. Структурировать и сравнить существующие решения их использования. Оценить какой приём используется чаще и почему.

К положительным формам рельефа относятся гребни гор, холмы, горы, склоны (выше условно установленной точки нулевого отсчёта).

Проанализировав формы рельефа и их использование, можно выделить основные принципы взаимодействия с ними:

А. Сохранение естественной формы. Ландшафтный характер холма может быть таким, что его наилучшее использование обеспечивается только в том случае, если он будет тщательно убережен от изменений. Так, холм может «работать» лучшим образом как достопримечательность парка, охотничий заповедник или фокусная точка жилого массива. В своём естественном нетронутом виде, покрытый лесом он может давать выход деловой древесины, кленового сока, орехов или фруктов. По всей нашей стране мы находим огромные пространства земли, которые оставлены в своём естественном виде как охотничьи заповедники, парки, леса [1].

Б. Размещения объекта на возвышенности также является наиболее распространённым вариантом использования положительной формы рельефа. Объект, расположенный на вершине будет являться доминантой в городе, символом региона, привлекающим туристов и горожан.

Один из первых примеров – это строительство оборонительных сооружений (замки, остроги, башни, вышки). Строительство чаще всего начиналось на холме, так как это наиболее выгодные в стратегическом отношении места,

обеспечивающие преимущества для обороны от внешних врагов. В качестве примера можно привести город Тобольск. Он был основан летом 1587 года близ впадения Тобола в Иртыш. Первый тобольский острог был выстроен из разобранных казачьих стругов. Он стал вторым русским городом в Сибири (годом ранее была основана Тюмень). Одной из главных достопримечательностей Тобольска является Тобольский кремль. Единственный каменный кремль в Сибири. Нередко его называют жемчужиной Сибири. Он расположился на верхней части Троицкого мыса.

Также в старину старались строить храмы на возвышенности, так чтобы было видно другие церкви и колокольни – таким образом передавали информацию о пожаре или нападении.

Возведение памятников и крестов на возвышенностях. Пример: статуя Христа-Искупителя (порт. Cristo Redentor) – знаменитая статуя Иисуса Христа с распростёртыми руками на вершине горы Корковаду в Рио-де-Жанейро. Является символом Рио-де-Жанейро и Бразилии в целом.

Функциональное использование возвышенности – это строительство астрономических обсерваторий, возведение телевышек и телебашен, маяков.

Например, крупнейший российский астрономический центр – САО РАН – образован 3 июня 1966 года. Он располагается у подножия горы Пастухова в Зеленчукском районе КЧР, оснащен двумя крупными телескопами.

В. Использование возвышенности как рекреационной зоны

Также один из распространённых принципов является использования возвышенности для организации рекреационных зон, парков, обзорных площадок создание мест для занятия спортом: скалолазание, спортивные трамплины, горнолыжные спуски, подъёмники, площадки для парапланистов.

Парки на холмах имеют центрическую точку на вершине или в верхней части холма (Аналогично решаются холмы, входящие в состав парка как его элементы). Планировка может быть центрической с ярко выраженной главной осью или свободной. В первом случае обработка холма более жестко подчиняется требованиям архитектурной композиции. Это такие парки, как Высокий Замок во Львове, Холм освобождения в Пловдиве. Во втором случае решение скорее подчиняется возможностям территории, не внося конструктивных изменений в общую тектонику объекта. Например, лесопарк на г. Ахун в Сочи, по южному склону которого проложен серпантинный подъем, завершающийся башней [2].

Г. Изменение, внедрение в рельеф. Первоначальный ландшафтный характер холма может быть изменён полностью за счёт видоизменения его формы при помощи землеройных машин, за счёт удаления естественно растущих на нём деревьев, за счёт посадки зелёных насаждений, устройства террас и т.д.

Усиление (террасирование, укрепление склона растениями, геотекстилем, геоматами, георешетками, подпорными стенками).

Частичное или полное внедрение зданий в рельеф.

Деформация – срезка вершины и подсыпка у основания для создания более пологого подъёма и площадки для благоустройства или строительства.

Д. Разрушение естественной формы. Холм или бугор может быть разрушен или перенесён при помощи землеройных машин; он может быть перерезан глубокой выемкой автострады; или же он может быть скрыт сооружением. Если предполагается какое-либо из этих действий, нет смысла рассматривать первоначальный природный характер холма в качестве предпосылки для проектирования.

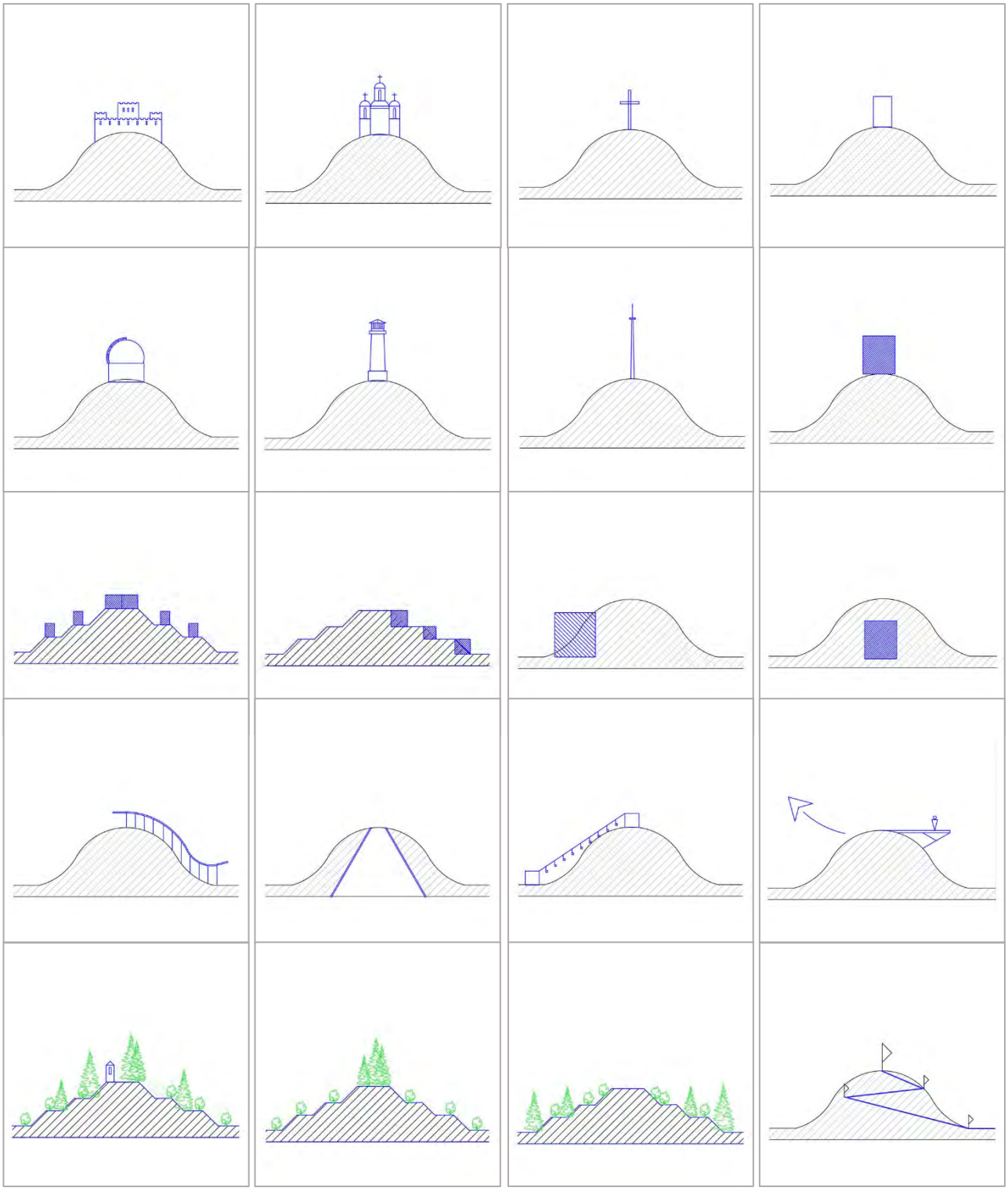


Рис. 1. Схемы использования положительных форм рельефа

Рассмотрев основные принципы использования и взаимодействия с положительными формами рельефа в городской среде можно сделать вывод, что в настоящее время положительные формы рельефа активно используются городами ещё с самого их основания. Один из самых распространённых – это размещение объекта на возвышенности. Такая территория более благоприятна, с неё открываются панорамный вид на город, объект будет виден из далека.

1. Саймондс, Д.О. Ландшафт и архитектура. Сокращённый перевод с английского А.И. Маньшавина. Издательство литературы по строительству. – Москва, 1965.

2. Ландшафтное искусство. Боговая И.О., Фурсова Л.М. – Москва: ВО «Агропромиздат», 1988. – 223 с.

ОЦЕНКА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛА БРАТКОВО В ШЕКСНИНСКОМ РАЙОНЕ

Е.Н. Герасимовская

Научный руководитель ***Ю.В. Анисимов****, канд. архитектуры, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Данная статья посвящена методике оценки туристско-рекреационного потенциала территории села Братково в Шекснинском районе.

Туристско-рекреационные ресурсы имеют первостепенное значение при управлении туризмом и определяют формирование турбизнеса в том или ином регионе, служат исходным базисом для производства туристского продукта при планировании приоритетных направлений инвестиционной политики региона.

Для расчета потенциала предлагается применить метод баланса. Данный метод позволит составить представление о наличии и об объеме туристско-рекреационных ресурсов поселения и определить возможные и приоритетные направления туристской деятельности.

Преимуществом метода баланса для расчета туристско-рекреационного потенциала является возможность учитывать большое число составных частей потенциала и вероятные способы их использования.

Структура метода баланса представлена в таблице 1.

Таблица 1

1	Выбор территории
2	Отбор ключевых ресурсов
3	Ранжирование оценочных шкал
4	Блочная оценка (среднее арифметическое значение всех компонентов из которых состоит блок)
5	Сверка результатов
6	Построение карты туристского потенциала

Цель исследования – оценить туристско-рекреационный ресурс села Братково в Шекснинском районе, на основе оценки выявит направление развития туристической деятельности в поселении.

Задачи:

- отобрать ключевые ресурсы территории сельского поселения Братково;
- дать оценку ресурсов поселения методом баланса;
- выявить направление развития туристической деятельности.

Гудковских пишет, что «под туристско-рекреационными ресурсами надо понимать природно-климатические, социально-культурные, исторические, археологические, архитектурные, научно-промышленные, зрелищные, культовые и иные объекты и явления, способные удовлетворить потребности человека в процессе и в целях туризма и создающие организационно-экономическую и материальную базу для развития туризма» [1].

Под туристско-рекреационным потенциалом, в свою очередь, понимается совокупность туристско-рекреационных ресурсов.

Очень часто, под рекреационным потенциалом понимается наличие на терриории определённых уникальных или, по крейней мере, интересных не только для местных жителей объектов, но это не вполне обязательный признак, а только желательный вариант. Рекреационный потенциал территории очень изменчив и зависит от особенностей социальной среды в пределах которой она расположена [2].

В данном исследовании на территории поселения оцениваются: природный, культурно-исторический и социально-экономический компоненты.

Оценка давалась согласно подробному описанию и ранжированию баллов согласно методике, приведённой Гудковских М.В. и имеет следующие формулы для расчёта туристско-рекреационного потенциала (ТРП):

$$ТРП = (П+КИ+СЭ)/3,$$

где, П – природный блок, КИ – блок культурно-исторических ресурсов, СЭ – блок социально-экономических условий.

Каждый блок вычисляется по формуле:

$$r = \frac{k_1+k_2+k_3+\cdots k_n}{n},$$

где r – ранг показателя k;

k – балл оценки ресурса (0; 0,2; 0,4; 0,8; 1);

n – количество оцениваемых показателей.

Результаты вычислений следует оценивать так: 0-0,3 – низкий туристско-рекреационный потенциал, 0,4-0,7 – средний и 0,8-1 – высокий, согласно приведённой Гудковских методике оценки туристско-рекреационного потенциала.

При оценке блока природных ресурсов были рассмотрены: флористические, фаунистические, климатические, ландшафтные, гидрологические ресурсы. Внутри каждой из пяти составляющих отдельно оценивались свои показатели. На примере ландшафтных ресурсов, это: количество форм рельефа, гус-

тота расчленения рельефа, км/км², амплитуда высот, м, наличие озёр, прудов, карьеров, площадь зеркала, км², был дан балл категории эстетической ценности ландшафтов.

Средний приведённый балл ресурсного потенциала блока природных ресурсов составляет – 0,53, что находится в пределах среднего показателя.

Культурно-исторический блок включает в себя оценку материальных ресурсов (объекты историко-культурного значения) и духовных, к которым относятся: атмосфера и облик поселения, его история, местный фольклор. Группа критериев, характеризующих возможности включения памятников архитектуры в туристско-рекреационную деятельность, включает такие параметры оценки, как узнаваемость памятника, возможности включения его в экскурсионную деятельность, сохранность и значимость памятника [1].

Средний приведённый балл ресурсного потенциала культурно-исторического блока составляет – 0,83, что находится в пределах высокого показателя.

В социально-экономическом блоке оценивались: трудовые ресурсы (инфраструктура, плотность населения, чел/км²; количество трудоспособного населения, чел/км²), информационные, к которым относятся: транспортная доступность, наличие и качество сотовой и интернет-связи.

Согласно исследованию, место имеет высокую оценку информационных ресурсов, так как находится вблизи от трассы А-114, обладает высокой транспортной доступностью с областным центром, в поселении хорошая сотовая связь.

Средний приведённый балл ресурсного потенциала социально-экономического блока составляет – 0,63, что находится в пределах высокого показателя.

Негативных экологических факторов, влияющих на территорию не обнаружено, так как роза ветров исключает проникновение вредных воздушных масс от предприятий.

Схема оценки туристско-рекреационных ресурсов территории и итоговые подсчёты туристско-рекреационных ресурсов по каждому компоненту (см. рисунок 1).

Рис. 1. Схема оценки туристско-рекреационных ресурсов территории

В методике балльных оценок можно найти определённые недостатки, но в настоящее время применение системы баллов является общепризнанной основой формализации и рационализации оценки ТРП [3].

Вывод: Исследование показало, что территория сельского поселения Братково имеет средний потенциал природных и социально-экономических ресурсов, и высокий потенциал культурно-исторических, что даёт основания для развития туризма в поселении с культурно-познавательной функцией как основной.

1. Гудковских М.В. Методика комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/metodika-kompleksnoy-otsenki-turistsko-rekreatsionnogo-potentsiala

2. Сафарян А.А. Подходы к оценке туристского потенциала территории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-otsenke-turistskogo-potentsiala-territorii

3. Концептуальные основы туризма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://topuch.ru/konceptualenie-osnovi-turizma-11-ponyatiecelii-funkcii-turizma/index8.htm

СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТОРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА БЕЛОРЕЦКА

А.А. Гнилицкая, Р.Р. Гайфуллина
Научный руководитель ***С.Х. Баймуратова****, канд. архитектуры, доцент*
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа

Белорецк – город в Башкортостане, на реке Белой, в 245 километрах к юго-востоку от Уфы. Площадь города 41 км^2. Он занимает пограничное положение между Башкирией и Челябинской областью. К несомненным плюсам его географического положения можно отнести наличие железной дороги, связывающей его с основными регионами России, протяженностью около 300 км. Главной же отличительной чертой района является его привлекательная природная среда. На территории находится природный заповедник, в котором есть редкие виды растений и животных, занесенные в красную книгу РФ. Но, несмотря на плюсы географического положения, в Белорецком районе довольно суровый климат горной местности, зимы здесь продолжительные и морозные.

По данным федеральной службы государственной статистики по РБ на 2017 год численность постоянно проживающего населения Белорецка за по-

следние 5 лет снизилось на 2,86% и составляет 65 801 человек, из них 41489 человек трудоспособного возраста.

Рис. 1. Показатели соотношения населения на 2017 год, по данным Федеральной службы государственной статистики по РБ

По данным сайта муниципального района, уровень зарегистрированной безработицы экономически активного населения на 1 октября 2019 г. составил 0,39%, на учете 265 безработных.

Было проведено социологическое исследование среди жителей города Белорецк. Опрошено 40 человек, большая часть из которых работает по найму, из них 70% женщины, средний возраст респондентов – 35 лет. На вопрос: «Что жителям недостает, чтобы они остались в городе», 50% опрашиваемых ответили – рабочих мест. Активная и высококвалифицированная часть населения не хочет оставаться в городе, где их квалификация не будет востребована и уезжает в крупные города. Также 25% опрошенных – не устраивает качество здравоохранения в городе.

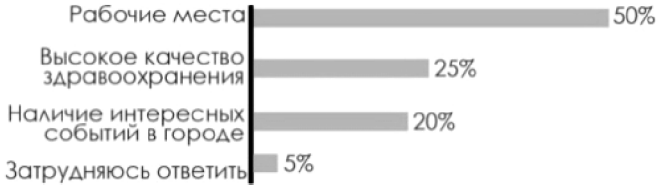


Рис. 2. Статистика по социологическому исследованию

Горожане предпочитают обращаться за более качественной медицинской помощью в более крупные города – Уфу, Магнитогорск. Не смотря на это, Белорецк является наиболее обеспеченным городом в сфере здравоохранения в Уральском экономическом подрайоне и является центром здравоохранения всего района. Также город выпускает порядка 400 молодых специалистов в год на базе Белорецкого медицинского колледжа.

К сожалению, практически все крупные местные предприятия либо являются филиалами, либо находятся под управлением больших корпораций. Лишь ООО БЭМЗ «Максимум» – электромеханический завод, фактически принадлежит Белорецку. Но, несмотря на то, что все предприятия приносят

малую прибыль городу, они предоставляют рабочие места жителям. По данным федеральной службы государственной статистики численность работников всех производственных предприятий города Белорецк за 2018 год составляет 20571 человек.

Что же касается высшего образования, важно не столько количество, сколько качество образования, разветвленность профилей и наличие связки с региональными местами приложения труда. В Белорецке работают филиалы УГАТУ и его факультеты ФАП, ФИРТ, ФАТС, БГПУ с социальными и педагогическими дисциплинами. Также 5 профессиональных училищ готовят специалистов в сфере педагогики, медицины, металлургии. Существует научный и образовательный потенциал на базе уникальной системы Белорецкой компьютерной школы (БКШ).

Регулярно физической культурой и спортом занимаются 28,3% жителей города Белорецк. Для этого в городе созданы все условия – стадион «Металлург», стадион «Юность», бассейн «Дельфин», лыжные и беговые трассы, горнолыжный комплекс «Мраткино», спортивный комплекс на горе «Курташ», стрелковый тир, стадионные и спортивные площадки образовательных учреждений и предприятий. Горный рельеф местности способствует профессиональному развитию различных видов спорта – горнолыжного спорта, сноубординга, биатлона, скалолазания. Из минусов можно выделить лишь отсутствие всепогодных спортивных сооружений.

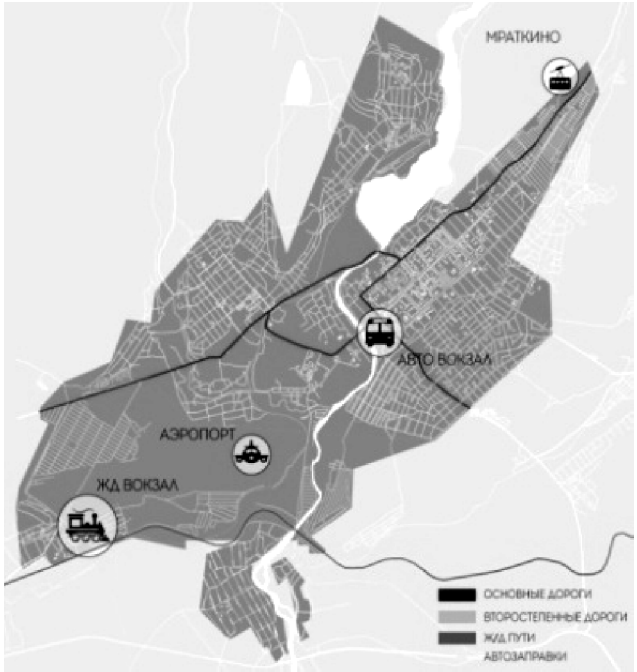


Рис. 3. Транспортная сеть города Белорецка

На территории городского поселения Белорецка создана и поддерживается инфраструктура для повышения культурного уровня населения, администрация регулярно проводит мероприятия по улучшению материально-технической базы учреждений культуры, но в городе отсутствует какое-либо единое уникальное многофункциональное пространство, которое могло бы стать точкой притяжения для посетителей из соседних городов.

Главным плюсом транспортной сети Белорецка является наличие железнодорожного сообщения, а также крупного автовокзала, связывающего город с близлежащими населенными пунктами. При большом ресурсном потенциале транспортной системы, территория полностью оторвана от столицы Башкирии и равнинной её части. Достаточно извилистые серпантины автомобильных дорог не подходят для большегрузов.

В городе недостаточно развита сеть общественных пространств, они не связаны единым пешеходным маршрутом, в отдаленных районах общественных пространств просто нет. Однако в центральной части есть достаточное количество парков, аллей, пешеходных пространств, бульваров.

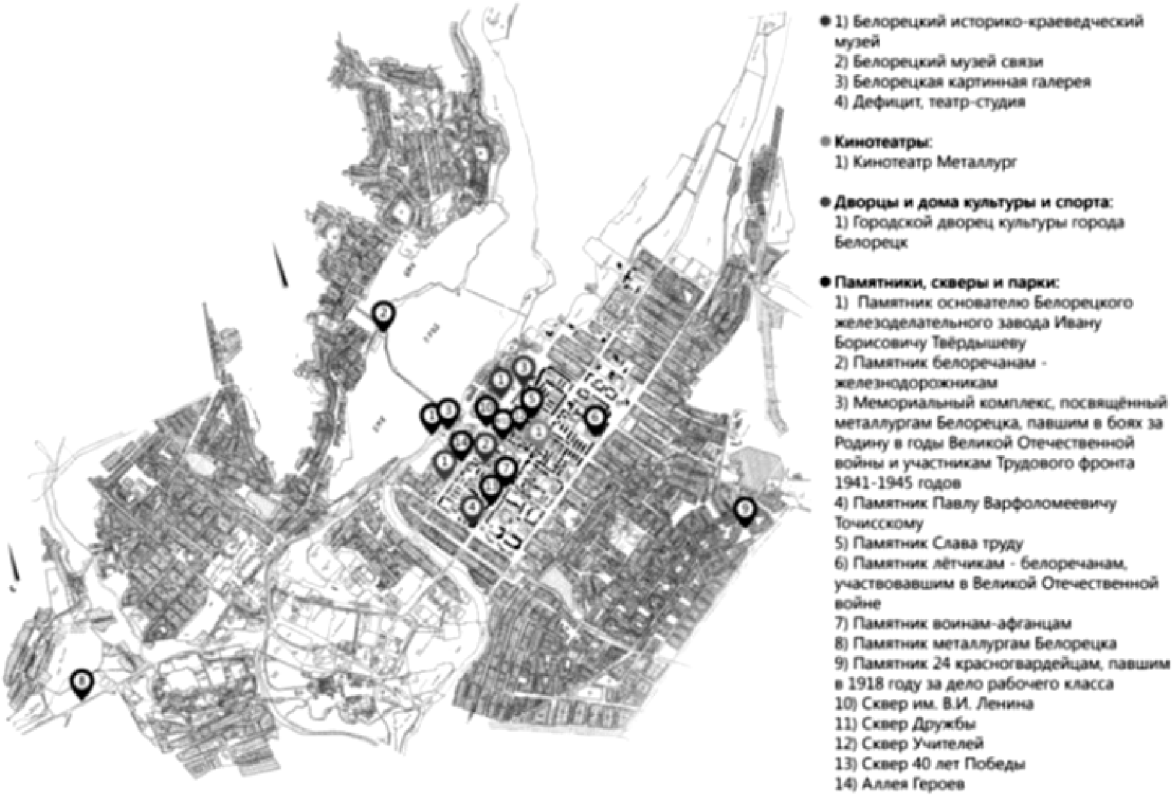


Рис. 4. Расположение в структуре города объектов общественного назначения

Многочисленные лесные массивы на окраинах города жители также используют в качестве городских парков. В городе практически не сформирован зеленый каркас, как элемент благоустройства города и представлен лишь единичными зелеными включениями. По результатам опроса в городе, 13,9% респондентов удерживает уникальная природа, а 11,1% экологическая привлекательность Белорецкого района.

Рис. 5. Статистика по социологическому исследованию

Таким образом, именно природная идентичность является визитной карточкой города, это высоко ценится как приезжими, так и местные жителями.

Огромное количество посетителей района прибывает сюда именно с туристической целью. Ведь район обладает разнообразными природными ресурсами, уникальной флорой, историческими и природными памятниками.

Многие из опрошенных людей ассоциируют свой город именно с природными достопримечательностями района – горы, горнолыжный курорт, туризм.

Рис. 6. Ассоциативный визуальный ряд

Район обладает большой возможностью для развития различных видов туризма: лечебный, историко-культурный, горнолыжный и спортивный, походный, спелеотуризм, а также сплавы. Необходимо развивать существующие туристические маршруты. Помимо официальных троп, существует множество маршрутов дикого туризма, который достаточно хорошо работает в летнее время года. Необходимо также сделать инфраструктурно привлекательным для туристов и сам город, ведь порой туристические точки притяжения близ города затмевают его. Некоторые гости района даже не заезжают в Белорецк, а здесь действительно есть, на что посмотреть и где провести время.

Таким образом, можно сделать вывод, что сильными сторонами города Белорецк, безусловно, является его природная идентичность и туристическая привлекательность, инновационные разработки БКШ, а также спортивный потенциал.

Несмотря на то что Белорецк в настоящее время является монопрофильным городом, анализ современных факторов показал возможность развития новых сфер, таких как туризм и инновационные технологии, которые способны задать городу новый вектор развития и сделать его привлекательным для жизни и туризма.

1. Депрессивные территории Башкирии [Электронный ресурс]. – URL: http://journalufa.com/3351-depressivnye-territorii-bashkirii-o-polozhenii-del-v-zaurale-i-severo-vostochnyh-rayonah.html (дата обращения 16.10.2019).

2. Единая межведомственная информационно-статистическая система. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.belormedkol.ru/ (дата обращения 16.10.2019).

3. Печаткин, В. В. Формирование и развитие кластеров в регионах России: ключевые проблемы и пути их решения (на примере Республики Башкор-

тостан) / В. В. Печаткин // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 1. – С. 68–76.

4. Карта Белорецкого района [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kartarf.ru/rayony/beloreckiy.html (дата обращения 14.10.2019).

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ

Д.К. Гурина

Научный руководитель ***И.Н. Сабитов****, канд. архитектуры, профессор*

Уфимский государственный нефтяной технический университет

г. Уфа

Одной из ключевых потребностей человека всегда являлась энергия, а современный мир проявляет тенденцию к сверхпотреблению энергии. Согласно рейтингу, составленному Американским советом по энергоэффективности, Россия занимает 21 место из 25 рассматриваемых.

Мировой энергетический кризис послужил поводом создания энергоэффективных домов и энергосбережения. После Второй Мировой войны в СССР на съездах КПСС рассматривались вопросы о необходимости уменьшения удельных энергозатрат. Многочисленные вооруженные конфликты 1973–1991 вызвавшие нефтяное эмбарго и резкое повышение цен на нефть и газ, затем военная операция США против Ирака «Буря в пустыне» вновь вызвала высокую стоимость нефти и газа. Все энергетические затраты вели цивилизацию к экологическому бедствию.

В России общая площадь зданий в эксплуатации составляет около 5 млрд. м^2. Для их отопления требуется 400 млн. тонн в год условного топлива, это составляет более трети энергоресурсов нашей страны.

В Европе, с учетом климатических условий, затраты энергии на квадрат жилой площади в 2-3 раза меньше чем в России. В России не придавали должного значения проблемам энергосбережении в следствие низкой стоимости энергии, но по подсчетам специалистов, ресурсов природных источников энергии при таком темпе использования хватит лишь на ближайшее 50 лет [1].

В связи со всеми выше перечисленными факторами началась активная разработка проектов по созданию новых материалов, позволяющих более эффективно использовать солнечную и иную возобновляемую энергию. Первоначально акцент был сделан на экономии энергии и энергосбережении, затем стали использовать термин «энергоэффективность». Это подразумевает не урезание лишнего, а повышение эффективности использования энергии.

Одно из главных целей стало исследование, направленное на повышение энергоэффективности в человеческой деятельности. Большое количество энергии в странах с умеренным климатом тратится на отопление зданий и чем суровее климат, тем больше расход. В связи с этим люди во все времена пыта-

лись создать энергоэффективные дома, позволяющие использовать все ресурсы дома для повышения их тепловой эффективности [2].

В 1972 г. в Манчестере, штат Нью-Хэмпшир, США, архитекторы Николас Исаак и Эндрю Исаак, запустили первый демонстрационный проект энергоэффективного дома. Основной целью данного проекта было заявлено появления суммарного эффекта энергосбережения от использования инженерных и архитектурных решений, которые направлены на экономию энергетических ресурсов.

Большой вклад в изучение энергоэффективного дома внес, архитектор Хеймо Каутонена. Архитектор со своей командой построили здание «EKONOhouse». В данном проекте осуществлялась постройка двух внешне совершенно одинаковых секций дома. Одна часть здания была построена по строительным нормам, существующим на тот момент, не содержащая никаких инновационных решений по энергосбережению. А при строительстве второй части были применены методы, позволяющие уменьшить количество расходуемой энергии, на единицу жилой площади. В ходе строительства данного здания, проектировщики получили шанс сравнивать энергопотребление обеих секций дома и оценивать эффективность выбранных тех или иных решений.

Впервые в России, в Москве в 8-м микрорайоне Куркино, в 1998–2002 гг. реализован проект «Энергоэффективный жилой дом в микрорайоне Никулино-2». Целью данного проекта являлось исследовать и внедрить в строительство жилых домов новейших технологий энергоэффективности, с последующим уменьшением энергетических затрат на эксплуатацию жилого фонда, как минимум в два раза [3].

Энергоэффективность дома зависит не только от инновационных разработок по снижению потребляемой эрергии, но и от правильно выбранных приемов проектирования. Ниже представлены модели разработок энергоэффективных домов на уровне планировки, на уровне зонирования, при озеленении, на уровне планировки и зонирования дома, и в конструкциях дома.

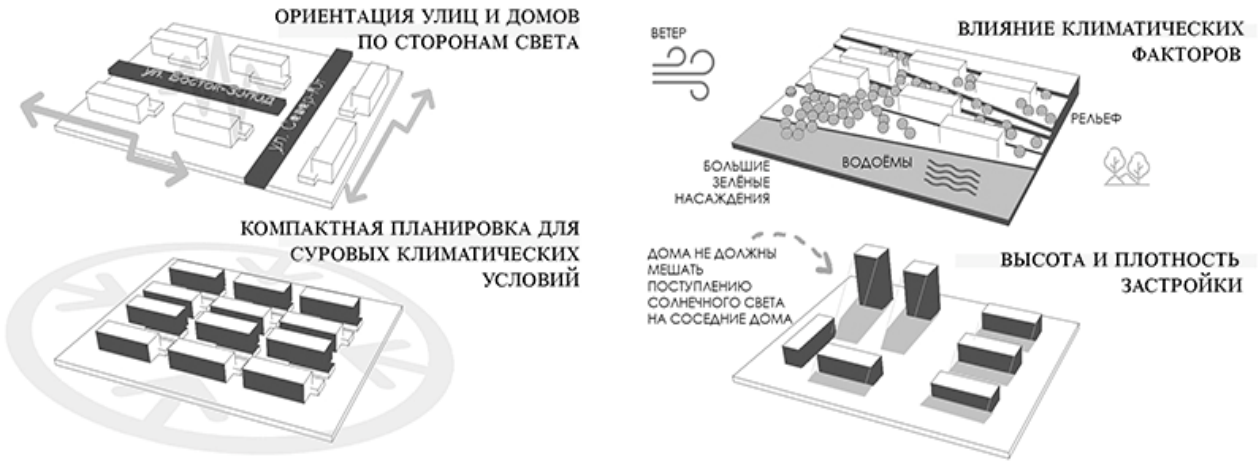


Рис. 1. Разработка энергоэффективных домов на уровне планировки

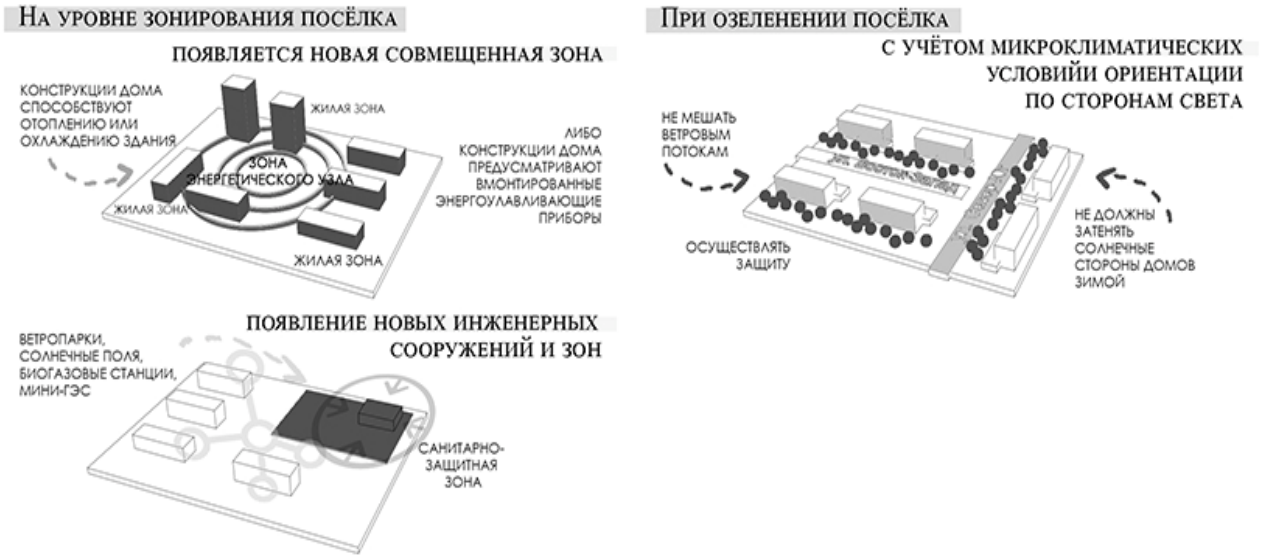


Рис. 2. Разработка энергоэффективных домов на уровне зонирования и озеленения

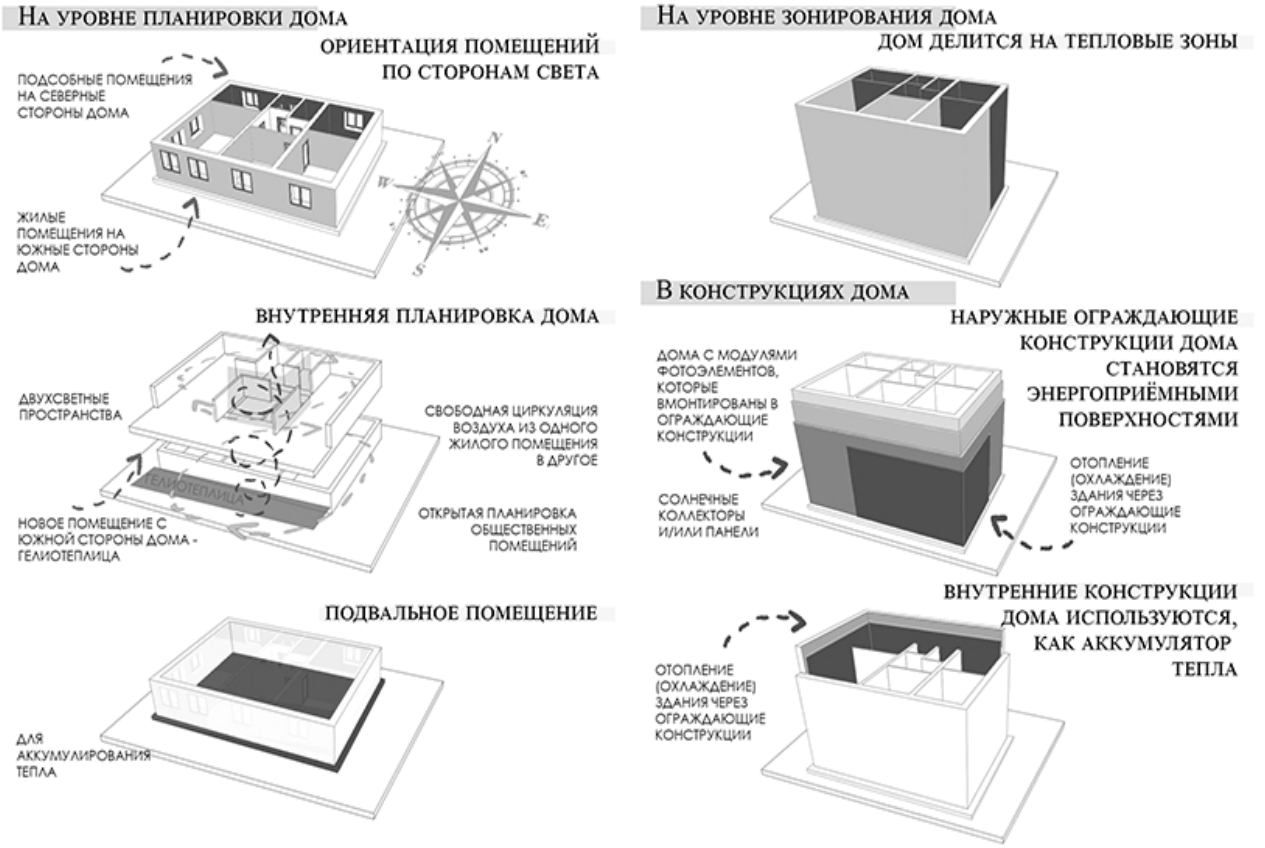


Рис. 3. Разработка энергоэффективных домов на уровне планировки, зонирования и конструктива дома

Рассмотрев историческую причину возникновения энергоэффективных домов, создание таких домов в разных странах мира и практическое решение энергосбережения, можно сказать, что энергоэффективный дом предусматривает в первую очередь снижение теплопотребления и теплопотери. Так как

более 90% потребляемой энергии в обычном доме уходит на: отопление, что составляет 60-75%, и горячее водоснабжение, что составляет 15-30%.

В современных энергоэффективных домах все внимание отдано наружным ограждающим конструкциям, благодаря определенной толщины и качественному материалу, можно экономить на энергии в 5-15 раз. Существуют даже дома без отопления, такие пассивные дома имеют хорошее утепление и теплопотери снижаются в 8-10 раз, поэтому внутреннего тепловыделения достаточно для отопления [2].

Энергосбережение экологи оценивают в 4-5 раз выгоднее, чем вырабатывать такое же количество энергии, поэтому на сегодняшний день признано, что сэкономленная энергия - это самый большой источник энергии.

1. Кузнецов А. И. Проектирование энергосберегающих зданий / А. Кузнецов // Проектные и изыскательские работы в строительстве. – 2010. – № 1. – С. 15-20.

2. Широков Е.И. Экодом нулевого энергопотребления – реальный шаг к устойчивому развитию / Е.И. Широков // Архитектура и строительство России. – 2009. – № 2. – С. 35-39.

3. Жигулина А. Ю. Энергоэффективные жилые дома. Мировая и отечественная практика проектирования и строительства: канд. техн. наук. 2012.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ГРАНИЦЫ ПУБЛИЧНОГО И ПРИВАТНОГО

Л.Р. Давлетьянова

Научный руководитель ***Ю.В. Расулева****, канд. наук, профессор*

Уфимский государственный нефтяной технический университет

г. Уфа

Пространственная граница – это место соприкосновения двух и более разнородных пространств, совокупность которых, в конечном счете, формирует основу пространственной структуры объектов. То есть пространственными границами можно назвать множество всех точек, которые прилегают как к первому пространству, так и ко второму пространствам. В качестве границ могут рассматриваться принятые в различных культурах персональные, публичные, социальные дистанции, которые непременно оказывают определенное влияние на формирование материально-пространственной окружающей среды.

Организация архитектурного пространства подразумевает, с одной стороны, расчленение его на разнородные участки, а с другой – соединение отдельных качественно разнородных пространств между собой. Первостепенно пространственные границы формируются способами материальной организации соприкосновения пространств: стенами, заборами, ставнями, порталами и

т.д., а затем на этот физический слой накладываются и другие способы разграничения либо соединения посредством границ, ведь зачастую пространственные границы объектов гораздо шире их материальной ипостаси и определяются они человеческим восприятием [1].

В современную эпоху глобализации происходят крупные перемены в традиционных пространственных параметрах жизни человека. Постоянное увеличение пространства жизни человека в социуме основывается на связи с внешним миром с помощью различных новых каналов, однако, при этой современной тенденции можно наблюдать, насколько уменьшаются границы личного пространства человека. Они сужаются практически до приделов физической оболочки. Это явление характеризует двойственность пространственных границ современности и разделяет их в социальном плане на категории приватного и публичного [2].

Понятие границы, зачастую, связывают с определением недоступности и запрета. Однако границы являются не исключительно элементом, служащим для защиты от проникновения, но и инструментом формирования и организации городского пространства [3].

Чтобы понять, где начинается та самая граница, рассмотрим, что является для человека приватным пространством. Наименьшая архитектурная единица, которую человек приписывает себе в качестве приватного пространства – это его дом. Границы дома выступают пограничным пространством между внутренним и внешним, приватным и публичным, «своим» и «чужим».

В современном мире понятие «дом» имеет множество форм восприятия, индивидуальных для каждого человека. Так, некоторые люди могут иметь множество мест, которые считают своим домом. Для кого-то дом ограничивается собственным пиджаком, для кого-то домом может являться весь мир. Дом может быть местом постоянного пребывания, метафизическим, как место человеческого, существования, природным, как планета. Однако в целом домом можно назвать некое ограниченное пространство, в котором человек чувствует себя комфортно в интерьере. Дом дает человеку чувство собственности, а владение им, как персональной территорией вызывает положительные эмоции. Дом дает ощущение социальной, физической и психологической защищенности.

При дальнейшем рассмотрении можно заметить, что преодоление границы «дом-улица» является лишь началом цепочки городских пространственных границ. Проходя по актуальному городскому маршруту человек ежедневно преодолевает определенное количество масштабов пространственных границ, имея при себе постоянно свои собственные культурологические, этические, ментальные физические и др. границы, что в целом влияет на психологическое состояние человека и ощущение его себя частью городской системы.

Альфред Шюц (1899–1959) – австрийский социолог и философ, утверждал, что дом является нулевой точкой в системе координат, которую человек приписывает миру для ориентации в нем [2].

Российский урбанист, архитектор и исследователь Александр Высоковский (1948–2014) также использовал понятие точки отсчета. По его мнению, главная ее функция заключается в том, чтобы вносить смысл в нейтральное пространство, делать его обжитым и задавать определенную ценность. Каждый город имеет свои точки отсчета городского пространства, основанные на ценности для его жителей. Все, что людям важно обычно находится в пределах этой точки. Оценивание окружения и построение среды складывается у человека одновременно из двух мнений. Первое – это удерживающая смысл коллективного при пребывании человека в городе точка отсчета. Второе – это сам человек с его персональной средой. Материально это могут быть места, где человек ощущает себя в персональном мире, помимо основного понятия «дом».

«В системе ценностей современного человека нет понятий окружения, соседства. На все, что за пределами частного, – наплевать» (А. Высоковский) [4]. Именно поэтому существует необходимость присвоения городскому публичному пространству некоторых черт частного – стирания жестких границ. В данном случае стирание границ пространства означает не уничтожение материальной границы, а нахождение способа облегчения перехода между восприятием человеком частного и публичного. Ведь если человек ассоциирует себя не только со своим домом, но и воспринимает двор, улицу, район и город как «свое», меняется не только ментальное ощущение себя в городском пространстве, как в безопасности и комфорте, но и отношение самого человека к материальному пространству окружения. Человек не станет намеренно портить городскую территорию, если отождествляет ее с собой и со своей жизнью. Городская среда формируется не только из социальной и физической составляющей, но и на основе персональных ощущений человека.

Оппозиция приватное-публичное несет в себе более сложное объяснение, чем оппозиция внутреннее-внешнее. Может показаться, что противопоставление приватного и публичного основывается на разнице между вещами, которые должны быть скрыты и интимны, и вещами, которые находятся в публичном доступе, будь то городские объекты, элементы архитектуры, общественные здания и т.д. Однако отношения приватного и публичного не всегда определяется только лишь границами дома как маркерами этих двух пространств. Современные тенденции изменяют разграничение социального пространства человека на приватное и публичное, делая эти пространства переменными величинами.

Поведение людей в пространственном плане носит определенный характер. Актуальная среда человека – определенные места обитания человека, в которых он чувствует себя привычно, где присутствуют обыденные установленные маршруты. Актуальная среда обитания каждого отдельно взятого человека составляет менее 1% территории всего города, а в крупных мегаполисах и того меньше. Одомашнивание публичного пространства позволяет уве-

личивать площадь актуальной среды и позволяет человеку ощущать себя полноценной частью города.

Одним из главных критериев разграничения пространств выступает индивидуальность личности самого человека как члена социума, его особенности социально-политического восприятия и самоидентификации.

Уникальный жизненный опыт, личная история жизни, собственные впечатления и воспоминания, собираясь воедино, становятся для человека тем самым средством, с помощью которого он «одомашнивает» городскую среду и начинает ассоциировать ее с собой [5]. Осваивание среды публичного происходит посредством персонализации факторов среды и элементов окружения, при очеловечивании окружающего пространства. Чтобы приспособиться к окружению и облегчить процесс присвоения окружающего пространства, человек, преодолевая границу публичного, начинает приспосабливать общественное пространство города, давая имена и проводя личные ассоциации. Лично для себя каждый человек подмечает разные особенности, это могут быть даже неприметные элементы. Хорошим примером очеловечивания среды можно назвать способ, которым люди объясняют друг другу путь. Чаще всего описывая необходимый маршрут, мы упоминаем отличительные городские детали, будучи уверенными, что спрашивающий выделит их из городского образа, как и мы.

Приватное и публичное является специфическим восприятием окружающего мира. На уровне сознательного у человека возникает эмоциональная окрашенность среды, каждый привносит в нее свои душевные переживания. Таким образом, появляется телесность среды, которую следует отличать от материи среды, не зависящей от эмоций субъекта и не порождающейся ими. Наполнение средовой субстанции в ментальном слое сознания позволяет повысить привлекательность среды и способствует возникновению образов места для каждого отдельного человека. Можно подытожить, что публичный образ места формируется из бесконечного числа ее приватных образов, сотканный воедино.

1. Явейн О. И. Проблема пространственных границ в архитектуре [Текст]: автореферат диссертации на соиск. учен. степ. канд. архитектуры: 18.00.01 / Иванов А.К. – МАрхИ. – Москва, 1982. – С. 159.

2. Лапшина Е.Г. Архитектурное пространство как динамическая система [Текст] : дис. … канд. архитектуры : 05.23.20 / Горшкова Г.Ф.–ННГАСУ. – Нижний Новгород, 2016. – С. 382.

3. Линч К. Образ города (пер. с английского Глазычева В.Л.; под ред. Иконникова А.В.). – Москва: Стройиздат, 1982. – С. 328.

4. Александр Высоковский [Текст] : сборник : в 3 т. / А. А. Высоковский ; сост. И. Абанкина [и др.]. – Москва : Grey Matter, 2015. – Том 1 : Theory. – 2015. – 435 с. : ил., фот.

5. Донгузова Е.И., Спирина О.Ф., Ишмухаметова А.А. Предпроектные исследования роли визуальных и смысловых кодов в формировании городской идентичности // Проблемы строительного комплекса России: материалы XIX Международной научно-технической конференции. – Уфа, 2015. – С. 184-186.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОГО МАЛОЭТАЖНОГО ЖИЛИЩА ДЛЯ МНОГОДЕТНЫХ СЕМЕЙ

А.М. Кулешова
Научный руководитель ***В.М. Молчанов****, канд. архитектуры, профессор*
Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета
г. Ростов-на-Дону

Основой демографической политики государства является разносторонняя поддержка многодетных семей. Одной из главных проблем многодетных семей является отсутствие жилища. Среди многодетных семей большое количество малообеспеченных, так как материальный уровень семьи снижается с рождением каждого ребенка. Малообеспеченные многодетные семьи имеют право на бесплатное получение квартиры, или земельного участка и субсидии на строительство жилья. В России низкий уровень обеспеченности жильем, по оценкам экспертов около 40 млн. человек или 28% населения страны нуждаются в жилище, причем более 12 млн. человек из этого контингента должны получить квартиры бесплатно, а остальные – с помощью субсидий государства [4], поэтому актуальным является массовое строительство доступного жилища.

В Ростовской области проблема обеспечения многодетных семей земельными участками решается с помощью предоставления участков в сельских поселениях: Золотой Колос, Красный Колос, в пригороде г. Новочеркасска, Батайска, Сальска и поселка Целина. Частично участки были предоставлены и в г. Ростове-на-Дону, на территории бывшего совхоза Нива, в г. Ростове-на-Дону. Поселки Красный Колос и Золотой Колос предназначены для жителей г. Ростова на-Дону, остальные – для населения близлежащих территорий. Трудности обустройства этих территорий связаны с необходимостью инженерного благоустройства, стоимость которого оказалась высокой. Расстояние от Ростова-на-Дону до поселков соответствует нормативному расстоянию от дома до работы, с доступностью 40 минут, по оживленной трассе М 4, на которой часто оказываются транспортные пробки. Социальная инфраструктура заложена генпланом, но в какие сроки будет построена, неизвестно. Мест приложения труда в поселении не запланировано, кроме работы в школе, детсадах и местной администрации. Возможно, эти участки будут проданы, как это происходит часто. Очевидно, что решение проблем строительства жилища для многодетных семей должна осуществляться иными способами. Для определения направле-

ний по решению проблемы строительства социального жилища следует изучить опыт строительства социального жилища в России и зарубежом.

Социальное жилище в России начало массово строиться в 40–50 годы. Первые серии типовых проектов были разработаны для малоэтажного строительства 161-165, 201, 215-216, 235-236, 251. Типовые проекты были малоэтажными 1-3 этажа, блокированные и секционные с 3-4 квартирами на этаже, предназначалась для строительства в небольших городах и сельских поселениях, из местных материалов. Квартиры во всех этих сериях были преимущественно 1-, 2-комнатные, встречалось небольшое количество 3-комнатных квартир. Многодетные семьи расселялись в этих квартирах, независимо от количества детей. В планировке применялись проходныекомнаты, что затрудняло использование их для размещения детей.

В сельской местности массовое строительство социального жилища осуществлялось за счет средств колхозов и совхозов, 1- и 2-квартирными домами, а в рабочих поселках изредка применялись блокированные дома. Участки при 1-, 2-квартирных домах не более 1000 м^2, при блокированных – 600 м^2. Модель квартиры предусматривалась со следующими параметрами в городских домах: 3-комнатная – 58-63м^2, и 61-66м^2, 4-комнатная – 70-74 и 73-77 и 5-комнатная – 84-91, и 87-94 м^2. Для расселения семей с разным демографическим составом предусмотрены квартиры типа А и Б ограничивалась соотношение между жилой и общей площадью. В этот период большое внимание уделялось научным исследованиям в области регионального усадебного жилища: Н.М. Согомонян, О.Д. Бреславцевым, [4] А.Н. Сахаровым, А.А. Махкамовым. Махкамов А.А. [2] рассмотрел особенности организации сельского жилища для многодетных семей для условий Средней Азии. Им определен принцип проживания сложных семей на одном участке. Подсчитано, что время формирования многодетной семьи – 8-10 лет, от 2 человек до 8, за этот период семья дважды испытывает острую необходимость в расширении площади квартир, дальнейшие ее требования связаны с изменением возраста детей. Композиционным ядром по его предложению, может являться двух-, трех-, четырехкомнатная квартира, к которой пристраивают ячейку для подрастающих детей, с самостоятельным входом и прихожей. Таких ячеек может быть три-четыре. Усложнение структуры ячейки связано с усложнением семьи за счет образования новых семей. Общесемейные помещения могут быть общими для всей семьи или раздельными. Малые семьи и одиночки расселяются в многоквартирные дома разных типов, большие семьи – в частные дома. В исследованиях Н.М. Согомонян, Г.С. Змеула, О.Д. Бреславцева (ЦНИИЭПграждансельстрой) и др. [4] изложена теория растущего дома для сельского строительства в средней полосе России – за счет переоборудования мансардных помещений и перепланировки и пристройки помещений, в работе А.Т. Максименко – особенности реконструкции индивидуальных жилых домов для самодеятельного строительства с учетом изменения состава семьи – «растущего» дома.

Проживание больших семей в городском жилище рассматривались в исследованиях ЦНИИЭП жилища, ТашЗНИИЭП, ЛенЗНИИЭП, СибЗНИИЭП, КиевЗНИИЭП. С предложениями по организации жилищ для сложных семей, имеющих в своем составе пожилую пару, выступали Г.Д. Платонов, В.Л. Ружже, О.Я. Смирновой, Э.Н. Русановой, В.Ю. Дурманова. В сфере малоэтажного жилища в сельской местности в 1981–1985 годы на основе проведенных в предыдущий период научных исследований, были разработаны и массово выпущены каталоги малоэтажных жилых домов для застройки всельской местности для многих регионов России, в том числе и для Ростовской области.. Особенностью проектов сельских индивидуальных домов в этот период было наличие хозяйственного помещения для ведения личного подсобного хозяйства в составе дома, для детей отводилась одна-две самые маленькие спальни в доме, 8м^2 на одного ребенка и 10 м^2 на двоих. Зонирование дома предполагалось на дневную и ночную зону – спальни и ванная.

В работах К.К. Карташовой, В.И. Смотриковского [1], В.А. Овсянникова, К.В. Кияненко, В.М. Молчанова [3] прорабатывались вопросы создания методики формирования социальных моделей массового жилища, в основном для преобладающих в демографической структуре населения массовых типов семей – нуклеарных с одним-двумя детьми.

На смену СНиП 2.08.01-85 введен в действие с 1 января 1990 г. СНиП 2.08.01-89 – «Жилые здания». В нормах увеличилось количество общей площади квартир, увеличились нормы на подсобные помещения, появились нормы на площадь 6-комнатных квартир для многодетных семей, сохранились нормы по заселению квартир типа А и Б по заселению квартир разными типами семей. Модель квартиры принципиально изменилась, было снято ограничение на соотношение жилой и общей площади. В это период многодетные семьи предположительно расселяли в 5-, 6-комнатные квартиры, была разработана секция 83 серии с 2-мя 6-комнатными на этаже. В последствие многие 6-комнатные и 5-комнатные квартиры были проданы «новым русским».

Но с 1990 годов прекратилось строительство социального жилья и началось проектирование коммерческого. Квартиры социально-незащищенным группам населения предоставляются очень редко, очередь на получение квартир до сих пор тянется десятилетиями. В связи с обнищанием населения и неблагоприятной социальной обстановкой появилось большое количество сирот.

В период с 2005 года правительство начало уделять повышенное внимание проектированию и строительству домов для многодетных семей. Было предложен каталог проектов одноквартирных коттеджей в Московской области. Но проекты не пользовались спросом, так как планировочные решения напоминали гостиницы, не отличались привлекательным обликом, вызвали критику со стороны общественности в соцсетях. Отсутствовали современные требования энергоэкономичности, рациональности.

В Московской области вопрос с предоставлением жилья многодетным администрация попробовала решить с помощью предоставления арендного

жилья – 2-этажных блокированных домов, больших по площади, построенных в городском районе. Арендное жилище предоставляется на период «многодетности» семьи, при уменьшении жилище должно быть возвращено или приватизировано. За семьей сохраняется ее прежняя квартира. Но дальнейшая судьба этих семей пока не понятна и законодательно не определена. Возможно, им будут оставлены коттеджи, так как большие квартиры в многоквартирных малы по площади, не приспособлены для проживания многодетных семей и стоят дороже.

С 2016 года, будут выделены секции с квартирами для многодетных семей в типовых проектах, разработанных для Москвы. В таких квартирах по шесть комнат и два-три санузла.Большую часть комнат концепция предлагает выделить детям. В квартирах будет просторная гостиная, средних размеров родительская спальня и четыре небольшие детские комнаты. В доме может быть семь секций, и одна из них – для многодетных.

Выводы: В результате изучения опыта проектирования домов для многодетных семей установлено:

1. Исследования по проектированию жилища для многодетных семей не проводились.

2. Возможны два направления в обеспечении многодетных семей жилищем: в условиях города – квартирами в многоквартирных домах или таунхаусах с небольшими участками или без них, а в условиях сельского поселения – одно-двух-квартирными жилыми или блокированнымидомами с приусадебными участками, многоквартирными малоэтажными домами в районных центрах или малых городах.

3. Одним из важных условий в обеспечении городских многодетных семей является предоставление земельного участка для строительства жилого дома. Обычно такие участки предоставляют в пригородах крупных городов или в сельских поселениях в 40-минутной доступности до места работы. Но пока этим способом не удалось обеспечить многодетные семьи жилищем в короткий срок.

4. Основными типами жилища, нашедшие применение в практике – этогосударственный жилой фонд, строительство арендных коттеджей за счет муниципальных средств, частных домов с помощью средств благотворительности.

5. Для многодетных семей возможно использовать опыт растущего дома для сокращения стоимости и сроков строительства.

1. Карташова К.К., Смотриковский В.И. Организация хозяйственно-бытовых помещений в городском жилище. ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре / К.К. Карташова, В.И. Смотриковский. – Москва: 1984. – 56 с.

2. Махкамов А.А. Сельские жилые дома юга страны / А.А. Махкамов. – Москва: Стройиздат, 1984. –148 с., ил.

3. Молчанов В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий / В.М. Молчанов. Учеб. пособие. –2-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2003. – 240 с.

4. Согомонян Н. М. Сельский жилой дом: проектирование, застройка усадьбы / Н. М. Согомонян. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 2-е издание, исправленное и дополненное. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.

МИРОВОЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ПРИРЕЛЬСОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ

И.В. Кушнир

Научный руководитель ***С.М. Геращенко****, канд. архитектуры, профессор*

Сибирский федеральный университет

г. Красноярск

Одним из ключевых индикаторов развития крупнейших городов является их рост вследствие усиления процессов урбанизации. На сегодняшний день существуют два основных направления развития: экстенсивных подход, который предполагает комплексное освоение свободных территорий, и развитие застроенных территорий – интенсивный подход к развитию города, при котором предполагается пересмотр внутренних территорий города, их ревалоризация (переосмысление их ценности) и уплотнение.

На данный момент бессистемный подход к освоению периферийных территорий приводит к усугублению транспортных проблем, экологической и социальной устойчивости. Формируются высокоплотные микрорайоны, в которых жителям становится выгодно приобретать жилье с низкой стоимостью квадратного метра, но при этом возникает потребность в личном транспорте. Поэтому приоритетной функцией становится наличие бесплатных парковочных мест, а не развитие пешеходных пространств или строительство объектов социальной инфраструктуры. Районы ориентированные только на личный автомобиль обречены на постоянные транспортные заторы в часы пик, низкий уровень обеспечения общественного транспорта, снижение стоимости недвижимости.

При интенсивном подходе ключевым вопросом в развитии территорий города становится их инвентаризация, оценка потенциала развития и дальнейшее внесение изменение в существующие документы градостроительного регулирования. Наибольший потенциал к преобразованиям имеют территории, прилегающий к крупным автомобильным и железнодорожным магистралям, на которых могут формироваться центры транзитно-ориентированного развития, тяготеющие к крупным транспортно-пересадочным узлам и остановкам общественного транспорта. Прижелезнодорожные территории имеют в этом

случае особую роль, т.к. уже имеют инфраструктуру необходимую для развития магистрального общественного транспорта, и они требуют комплексного преобразования.

Концепция транзитно-ориентированного развития предполагает пешеходную доступность объектов обслуживания в радиусе 400–800 метров от транспортно-пересадочного узла и отвечает на целый ряд вопросов пространственной организации таких территорий [2]. Основными объектами преобразования становятся остановочные пункты, объекты железнодорожной инфраструктуры, санитарно-защитная зона от железной дороги (50–100 м по СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03), зоны коммунально-складского назначения [1].

Рассмотрим сложившиеся в мировой практике концептуальные подходы к преобразованию прирельсовых территорий.

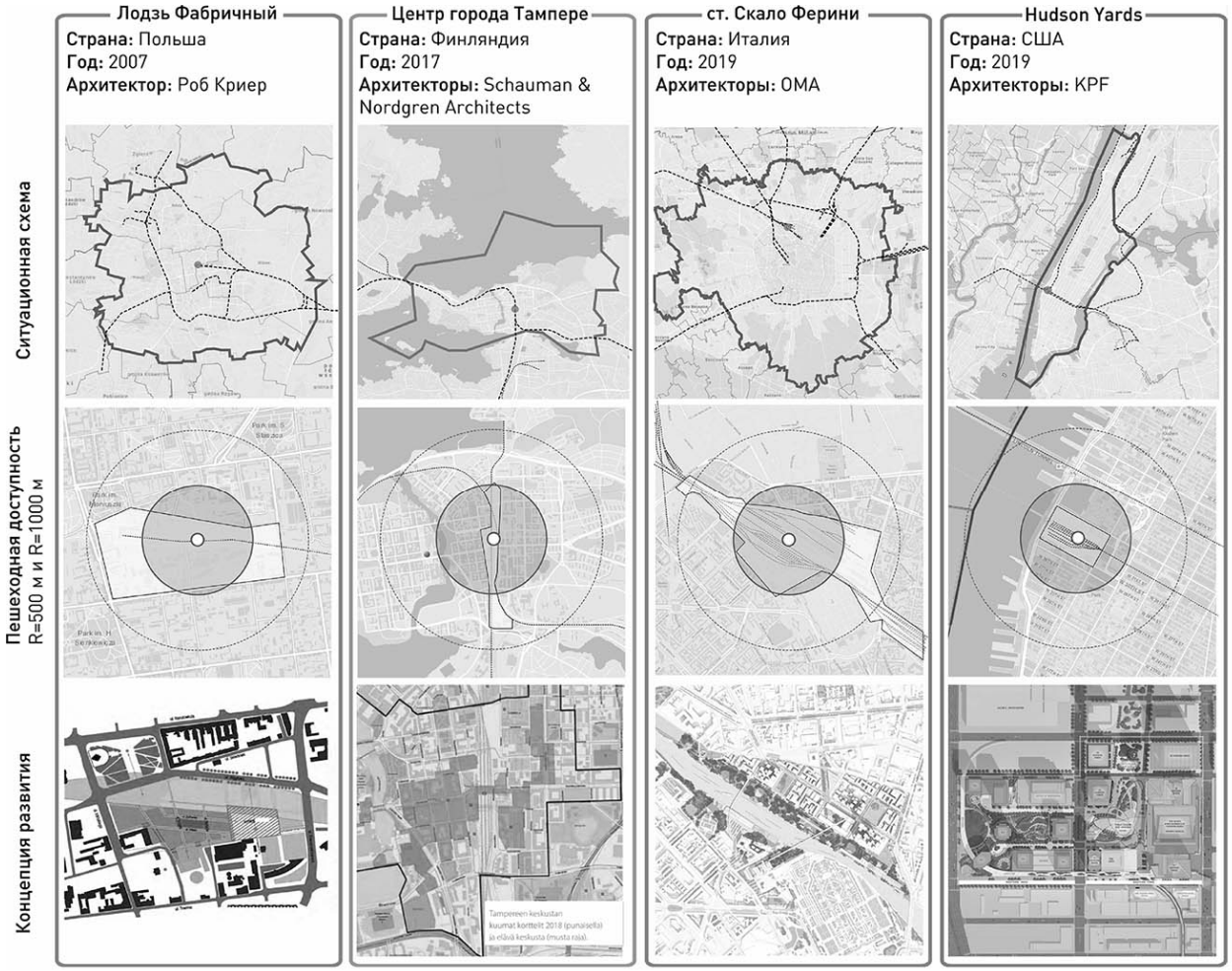


Рис. 1. Существующее состояние исследуемых территорий

Лодзь Фабричный – Транснациональный узел и центр четырех культур

Проект Новый Центр Лодзи составляет часть городской программы развития промышленной территории [3]. Стратегия заключается в создании Нового Центра Города в районе Вокзала Лодзь Фабричная и старинной электростанции ЭЦ-1. Благодаря архитектуре, культурным событиям и предоставляе-

мым услугам, доступностью разных видов городского транспорта проект превратил Лодзь в точку притяжения агломерации. Район площадью в 90 гектаров, на котором возникнет Новый Центр Лодзи, разделен на две части, в первой (30 гектаров) будет преобладать культурная и артистическая деятельность, во второй (60 гектаров) будет реализована коммерческая деятельность. Основными объектами и точками притяжения стали: Подземный вокзал, конгресс-центр, интерактивный образовательный центр, киностудия SE-MA-FOR, улицы Четырёх Культур (представляющие Немецкую, Русскую, Еврейскую и Польскую) в центре которых находится зона Искусства, рынок Кобро.

Стратегия развития центра FIVE-STAR CITY CENTRE в г. Тампере

В Тампере одним из направления развития городского центра, создания новых рабочих мест и жилых кварталов, предложено осваивать территорию над веткой железнодорожной дороги, для полной интеграции территории в городскую ткань [4]. К 2024 году предполагается строительство самого крупного стадиона в Финляндии Tampere Central Deck and Arena, в котором будут проводиться не только спортивные, но и культурные мероприятий, будут построены казино, новые жилые группы для 15000 новых жителей, гостиницы и объекты обслуживания.

Реконструкция территорий станций Скало Фарини и Сан-Кристофоро

В городе Милан, департамент экологии, архитекторы Иполито Пестеллини Лапарелли и Рейнира де Граафа, разработали концепцию совместно с Laboratorio Permanente двух заброшенных железнодорожных станций на севере и юге периферии Милана – Скало Фарини и Сан-Кристофоро [5].

Согласно концепции территория Скало Фарини обозначен как зеленая зона, а участок Сан-Кристофоро – как синяя зона. Оба работают как экологические фильтры: зеленая зона содержит огромный парк, который охлаждает горячие ветры, исходящие с юго-запада, очищая воздух от токсичных частиц; Большой бассейн в синей зоне очищает грунтовые воды и создает ландшафт, как для людей, так и для животных. Эти две новые зоны восстанавливают экологию Милана, обеспечивая чистый воздух и воду, решая проблему изменения климата и загрязнения в масштабе города.

В этой новой системе общественное пространство, включая воду, озеленение и мосты, являются константами, а здания вариативными и неопределенными. В Фарини направления развития зависит от будущего экономического состояния города, что дает гибкую пространственную структуру, которая может реагировать на изменения в политической и экономической сфере городского управления.

Район Хадсон Ярдс в Нью-Йорке

Хадсон Ярдс – новый район площадью 124,2 га построен на двух платформах над железнодорожной станцией Лонг-Айленд – Рэйл-Роуд, который является точкой схода 30 железнодорожных путей [6]. Центром района станет парк, который станет одним из крупнейших общественных пространств в

Нью-Йорке, который объединит жилые, коммерческие и торговые объекты. Парк будет связан с набережной реки и бульваром Гудзон, районом Хай Лайн. Строительство новых офисных центров в самом центре Манхэттена способствует будущему росту города, и обеспечат его статус мировой финансовой столицы.

В результате изучения опыта развития прирельсовых территорий, можно сделать вывод, что в важную роль для формирования центров развития играет общественный транспорт магистрального значения, вокруг которого формируется высокая плотность застройки. На прирельсовых территориях размещаются крупные культурные и общественно-деловые объекты притяжения районного и общегородского значения, которые формируют уникальный облик и идентичность территории, а также создает основу для полицентрического развития города.

Положительный опыт использования прирельсовых территорий в разных странах может служить основой стратегии развития прирельсовых территорий г. Красноярска и стать важным шагом для устойчивого развития внутренних территорий города.

Рис. 2. Прирельсовые территории г. Красноярска

1. Канунников М. Н. Многофункциональные комплексы в прирельсовых территориях современного города: на примере Москвы : автореф. дис. канд. архит. 18.00.02. – Москва, 2002. – 23 с.

2. Transit Oriented Development Elements of Placemaking – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tod.org/placemaking.html

3. Łódź Fabryczna najnowocześniejsza w Europie – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rp.pl/Koleje/312079855-Lodz-Fabryczna-najnowoczesniejsza-w-Europie.html

4. Five-star City Centre – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tampere.fi/en/housing-and-environment/city-planning/development-programs/five-star-city-centre.html

5. OMA + laboratorio permanente win contest to transform two disused railway yards in milan – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.designboom.com/architecture/oma-laboratorio-permanente-farini-competition-04-12-19/

6. KPF - Hudson Yards – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kpf.com/projects/hudson-yards

КОНЦЕПЦИЯ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РОСТОВА-НА-ДОНУ

А.Р. Новикова

Научный руководитель ***И.М. Кулешова****, доцент кафедры архитектуры жилых и общественных зданий*

Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета

г. Ростов-на-Дону

Проектирование биоклиматических жилых комплексов в наши дни является актуальным направлением развития архитектуры. Обостряющаяся экологическая ситуация, недостаток природных ресурсов, высокая стоимость традиционных источников энергии, способствуют проектированию зданий, которые не будут причинять вред естественной природной среде, экономить ресурсы, использовать альтернативные источники энергии и создавать благоприятный микроклимат для жизни внутри здания.

Понятие биоклиматического комплекса было сформулировано многими авторами: Аладаром и Виктором Олгуай, В.П. Кеппеным, П.В. Пипуныровым, Уильямом МакДоно, Е.М. Беловой. По мнению авторов, биоклиматический жилой комплекс это комплекс, обеспечивающий благоприятный микроклимат, за счет естественного движения воздуха, тепла, экономящий энергию с помощью архитектурно-планировочных решений, конструктивных и инженерных средств, включая использование возобновляемых источников энергии. В биоклиматическом жилом комплексе человек должен быть защищен от атмосферных воздействий, контактировать с окружающей средой в различных режимах: открытом режиме при благоприятных условиях, закрытом – при неблагоприятных; жить в чистой среде и дышать чистым воздухом.

Принципы создания биоклиматических жилых комплексов на данном этапе развития архитектуры заключаются в соответствии экологическим стандартам (BREEAM и др.), основами которых является причинение минимального ущерба окружающей среде, экономии воды и энергии, сохранение и увеличение площади озеленения, использование экологически чистых материалов.

Проектирование с учетом стандартов оценки эффективности и экологичности зданий позволит создавать жилые комплексы, не наносящие большой вред окружающей среде и обеспечивающие комфортные и полезные для здоровья человека условия проживания. Например, в наши дни самым распространенным является появившийся в Великобритании международный экологический стандарт BREEAM, представляющий собой рейтинговую систему, которая имеет следующие категории: «здоровье и благополучие», «загрязнение», «вода», «энергия», «материалы», «отходы», «транспорт», «землепользование», «наноматериалы и нанотехнологии». В соответствии с экологическим стандартом благоустройство территории вокруг здания должно обеспечивать визуальный комфорт и создавать условия для эмоционального и физического восстановления; при строительстве и эксплуатации зданий необходимо минимализировать ущерб окружающей среде; на территории здания следует обеспечить повторное использование воды, применять сантехническое оборудование, экономящее воду; конструктивное решение должно обеспечивать эффективную теплоизоляцию и энергосбережение, следует использовать возобновляемые источники энергии, современные материалы, не наносящие вред окружающей среде и человеку; в процессе строительства необходимо минимизировать объем отходов, организован раздельный сбор мусора, следует нивелировать влияние транспорта на окружающую среду. Проект здания должен обеспечивать максимальное сохранение и приумножение озеленения при минимальной площади застройки; следует использовать новые конструктивные и облицовочные материалы, технологии, энергоэффективную свето- и электротехнику [4].

Биоклиматический жилой комплекс для города Ростова-на-Дону спроектирован с учетом всех категорий стандарта BREEAM.

Категория «Здоровье и благополучие». Идея жилого комплекса состоит в создании в многоэтажном здании условий, аналогичных жизни в частном жилом доме. Каждый жилой блок – это квартира с садом. Для совместных занятий выращивание растений будут предусмотрены общие сады и огороды. Планировочные решения квартир должны быть предназначены для разных типов семей: одиночек, молодых семейных пар, семей с детьми, пожилых семей с родителями и одиночек. Для одиночек и молодых семей будут предусмотрены 1-, 2-комнатные квартиры; для семей с детьми – 5-комнатные и более; для различных типов семей – 3-, 4-комнатные; для пожилых семей – 1-, 3-комнатные квартиры. Оболочка здания будет изменяемой и выполнять следующие функции: защита от климатических воздействий (ветер, перегрев, холод) и возмож-

ность контакта с окружающей средой. Все помещения максимально будут обеспечены естественным освещением.

В биоклиматическом жилом комплексе необходимо создать социально-бытовые условия для жизни людей, обеспечив их общественным обслуживанием: детскими садами, учреждениями питания, развлечения, развивающими учреждениями для обучения профессии, максимально возможным количеством рабочих мест, ремонтными и сервисными учреждениями. На территории комплекса будут расположены: досуговый центр, спортивные площадки, детские площадки, площадки для отдыха взрослых.

На территории комплекса запроектированы большие озелененные и обводненные массивы, снижающие температурные колебания, что позволит создать благоприятный макроклимат и визуальный комфорт. Посадка хвойных растений, которые выделяют полезные фитонциды, благоприятно повлияет на здоровье людей. Предусмотрены отдельные велодорожки, пешеходные дорожки.

Категория «Землепользование». Жилые здания будут иметь небольшую площадь опирания и застройки, чтобы сохранить как можно больше пространства для естественной природы. Например, в проекте Винсента Каллебаута Kings Forest, представляющего собой комплекс домов, стоящих на одной опоре и напоминающих форму кокона или листа [6]. Площадь озеленения будет компенсироваться при создании озелененных покрытий и террас в зданиях, озелененных фасадов. На территории комплекса будутсохранены растущие деревья и кустарники и посажены новые зеленые насаждения.

Категория «Загрязнение». На территории комплекса следует посадить деревья: вяз, каштан, сирень, шиповник, акацию, которые очищают воздух от CO_2, выхлопных газов; хвойные деревья, очищающие воздух от вредных микроорганизмов. В жилых и общественных помещениях – хлорофитум, герань, фикус и пальмовые растения следуетразместить с южной, восточной и западной сторон; шлюмбергеры – с северной стороны длязащиты от всех видов вредных газов и токсичных веществ. Для снижения выбросов CO_2 при строительстве будет использован низкоуглеродистый бетон, например как в проекте конференц-центра в Дублине [1].

Категория «Материалы». Для несущих конструкций предусмотрено использование низкоуглеродистого бетона, который разработала канадская компания Carbon Cure Technologies. Для производства бетона используется углекислый газ, который минерализуется и становится постоянно улавливаемым [5]. Оболочку здания следует выполнить из эластичного саморегенерирующегося бетона, изобретенного голландским инженером Хэнком Джокерсом. В состав бетона вводятся капсулы с минералами, добытыми из ракушек. Если образуются трещины или микроповреждения, то при попадании воды из минералов образуется известь, скрепляющая их. Такой бетон легче на 40-50% [3]. Для устройства тротуаров и дорожного покрытия применять литракон (светопропускающий бетон). Например, в Китае инженеры решили строить

дороги, размещая солнечные панели под слоем литракона, чтобы с их помощью подзаряжать электрокары [3].

Категория «Транспорт». Транспорт будет предусмотрен не индивидуальный, а общественный – такси, каршеринг. Стоянки автотранспорта не предусматриваются, автомобили будут допускаться только на временную парковку для каршеринга и такси. Передвижение по территории жилого комплекса предполагается на электромобилях, гироскутерах, электросамокатах, велосипедах, для которых будут организованы отдельные полосы. Электромобили и электросамокаты будут подзаряжаться от дороги из литракона со встроенными солнечными панелями.

Категория «Энергия». Форма жилых зданий компактная в плане, стремится к сферической – наиболее энергоэффективной [2]. Обтекаемая форма здания позволит снизить ветровую и снеговую нагрузки и уменьшить теплопотери. Конструктивное решение обеспечит эффективную теплоизоляцию и энергосбережение. Благоприятные параметры микроклимата будут обеспечивать конструкции двойных стен и перекрытий, аккумулирующих солнечное тепло в холодный период и служащих для проветривания в жаркий период года. С целью циркуляции воздушных потоков в зданиях предусмотрены атриумы и вертикальные зимние сады. Купол в верхней части здания предполагается выполнить из множества линз, собирающих и фокусирующих солнечные лучи на энергоустановке, что позволит обеспечить здание электроэнергией и горячим водоснабжением.

Категория «Вода». В жилых зданиях, аналогично проекту Arboricole Винсента Каллебаута, предусмотрена система сбора дождевой воды для бытовых нужд и полива растений. Вода будет собираться с поверхности оболочки здания желобами, расположенными по периметру каждого этажа и связанными между собой, позволяющими воде течь от крыши до подземного технического этажа. Накопительный резервуар будет расположен в помещении технического этажа и соединен с системой водоснабжения и полива [6]. Снизить водопотребление на 50% позволит применение ресурсосберегающей водоразборной арматуры: сенсорных смесителей с терморегулятором и аэратором, смесителей для душа с функцией регулировки расхода воды и ограничителем температуры, унитазов с 2 кнопками (режим эконом).

Категория «Отходы». На территории комплекса будет предусмотрена хозяйственная площадка со специальными контейнерами для раздельного сбора мусора, конструктивно и планировочно обособленная. Контейнеры будут разделены для разных видов отходов: бумага, стекло, пластмасса, металлы, полимеры, пищевые отходы, резина, текстиль, строительный мусор, электроника и специальный контейнер для опасных материалов (например, содержащих ртуть, гальванические элементы, аккумуляторы и т.п.). Отходы будет забирать уборочная машина и отвозить на мусороперерабатывающий завод для повторного использования материалов, и мусоросжигательный завод для выра-

ботки тепловой энергии, а невозвратные материалы отправлять на захоронение на оборудованных полигонах.

Категория «Наноматериалы и нанотехнологии». В биоклиматическом жилом комплексе будут использованы новые виды материалов: бетон, поглощающий углекислый газ, саморегенерирующийся бетон, литракон, моллированное стекло. Оборудование будет энергоэффективным: светодиодное освещение, оснащенное датчиком движения и функцией регулировки яркости света, в зависимости от интенсивности естественной освещенности; ресурсосберегающая водоразборная арматура и сантехническое оборудование.

1. Архитектура будущего [Электронный ресурс] – URL: http://itw66.ru/blog/future_architect/60.html (дата обращения: 19.10.19).

2. Лицкевич В.К. Жилище и климат. – Москва: Стройиздат, 1984. – 288 с.; ил.

3. Технологии. Российский строительный проект «Строительная Россия». [Электронный ресурс]. – URL: https://xn----ptbbtciddgad9n.xn--p1ai/ (дата обращения: 18.10.19).

4. BREEAM [Электронный ресурс]. – URL: https://cig.bre.co.uk/breeam/russia/nc2016/#04 (дата обращения: 14.01.19).

5. From carbon to simply better concrete [Электронныйресурс]. – URL: https://www.carboncure.com/ (дата обращения: 17.10.19).

6. Vincent Callebaut Architects/ Projects [Электронныйресурс]. – URL: http://vincent.callebaut.org/category/projects/user (дата обращения: 17.10.19).

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ХРАМОВ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

К.А. Пестерев

Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. тех. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На данный момент литература по храмам Вологды является в своём большинстве краеведческой и касается в основном истории и, отчасти, архитектуры памятников, не делая акцентов на строительных конструкциях. Гораздо реже встречаются статьи по реставрации отдельных церквей, содержащие описание используемых конструктивных решений.

На данный момент этой проблемой в масштабе целого города никто не занимался. Существуют только единичные случаи статей, в которых идёт изложение истории строительства и представляется проект реставрации с подробными чертежами и описаниями каждого элемента храма.

Актуальность исследовательской работы заключается в создании цикла описаний по результатам не проводившихся раннее исследований и будет полезна всем специалистам, чья деятельность касается вологодского храмового зодчества.

Цели и задачи настоящей работы состоят в попытке проведения исследования конструктивных элементов храмов г. Вологды, их классификации, и выявлении взаимосвязей с архитектурным стилем и типом здания.

Каменное храмовое строительство на Руси началось в конце 10 века с постройки Десятинной церкви в Киеве. Основная историческая функция любого православного храма – проведение богослужений и иных обрядов, например, крещений. Поэтому храмы обладают отличной от других общественных зданий планировкой и архитектурой. Храмы должны быть достаточно просторными, тёплыми, и обладать хорошей акустикой.

Исторически сложилось, что большинство храмов по планировке делятся на следующие части: паперть (крыльцо), трапезную, основную часть, алтарь. Также храмы бывают тёплые и холодные.

Для исследования была составлена таблица храмов. В неё вошли все сохранившиеся в Вологде каменные церкви, которых в общей сложности 41 здание. В данной статье будут рассмотрены 3 из них – яркие представители своих архитектурных течений, построенные в разные периоды истории: Софийский собор, Храм Константина и Елены, Воскресенский собор.

Софийский собор - древнейший каменный храм Вологды, если не считать собора Спасо-Прилуцкого монастыря. Построен он в 1568–1570 гг. по распоряжению Ивана Грозного, одно время лично следившего за строительством. Храм холодный.

Архитектура собора тяготеет к двум традициям: московской, взяв за основу объёмно-пространственную композицию и шестистолпную конструкцию Успенского собора московского кремля, и новгородской, стремясь к простоте фасадов и малому количеству декора.

Храм крестово-купольный, в основной части его стоят 4 крестообразных столба 2200 мм толщиной, соединяющиеся между собой и стенами храма арками. Ещё аналогичных 2 столба отделяют основной объём от алтаря, к ним крепится иконостас. Они же вместе с двумя соседними столбами при помощи системы подпружных арок держат парусный свод с большим центральным барабаном. Боковые главки также опираются на парусные своды, которые в свою очередь опираются на стены и столпы храма. Все основания арок соединяются металлическими стяжками. Стяжками соединяютсяиоснования двух смежных арок, расположенных в углах здания, одной пятой опирающиеся на общий столб, а второй на смежные стены храма. Все остальные пространства четверика перекрыты крестовыми сводами. Апсиды перекрыты конхами. Толщина стен четверика – 2600 мм, стены апсид тоньше. Состояние всех ограждающих и несущих конструкций храма работоспособное, так как он своевременно реставрируется. Покрытие у храма позакомарное.

Храм Константина и Елены построен около 1690 г. в стиле «Русского узорочья». На фасадах присутствуют типичные для этого стиля элементы: кокошники на барабанах и четверике, простые и строенные полуколонны, крыльцо с колоннами – бочкамии другие.

В подклете здания расположен двухапсидный тёплый храм, над ним находится двухсветный холодный храм с прямоугольной алтарной частью. Четверик двухступенчатый, с пятью главками, имеет четырёхскатную кровлю. С западной стороны к основному объёму примыкает небольшая трапезная и длинное крыльцо. К трапезной с северо-запада примыкает шатровая колокольня. Для перекрытий подклета используются коробовые своды; в основной её части используется система из 4 таких сводов, опирающихся на стены и центральный столб габаритами 1600×1600 мм. Апсиды перекрыты конхами. Трапезная часть холодного храма перекрыта также коробовым сводом, а основная – сомкнутым, на который опирается центральный барабан. Толщина стен четверика составляет около полутора метров, стены трапезной и апсид тоньше – чуть больше метра, колокольни – 1300 мм. Материал стен и перекрытий – кирпич. Четырёхскатная крыша смонтирована поверх сомкнутого свода. Для этого был сделан деревянный каркас, повторяющий форму свода, соединяющийся планками со стропилами. Собор в хорошем состоянии, отреставрирован.

Тёплый Воскресенский собор построен в 1776 году в стиле барокко. Это двухэтажное здание, соединяющееся со стеной архиерейского двора. Пятиглавый собор имеет трапезную, овальный основной объём, скруглённый алтарь и четыре полукруглых придела. Из-за овальной формы в храме используются нетипичный для Вологды купольный тип перекрытия основной части, завершённый круглым барабаном. Алтарь перекрыт гранёной конхой, а трапезная – коробовым сводом. В подклете под основной частью используется сложное гранёное коробовое перекрытие, опирающееся центральный квадратный столб толщиной 2100 мм. Кирпичные стены храма имеют толщину примерно полтора метра. Крыша повторяет форму сводов с помощью каркаса из журавцов. Над трапезной установлена скатная крыша, в которой используются стропила. Храм недавно принадлежал вологодской картинной галерее, но был передан РПЦ и сейчас в нём периодически проводятся реставрационные работы. Храм в хорошем внешнем состоянии.

В результате исследования установлено:

- Есть 3 основных типа решения храмов: теплый, в котором есть система отопления, холодный и комбинированный, который наиболее распространён в Вологде. При комбинированном решении и тёплый и холодный храмы расположены в пределах одного здания – отапливаемая часть может располагаться либо в подклете, либо в трапезной части.

Тёплые и холодные храмы отличаются в основном габаритами и архитектурными решениями. Как отдельные здания тёплые храмы обычно ниже и шире холодных и имеют в своём составе колокольню и более развитую тра-

пезную часть, которая может требовать наличия столпов для возможности перекрытия. У них меньше ярусов окон в основной части, которая в целом ниже, чем у холодного храма для удобства отопления. Если тёплый и холодный храмы расположены в одном безподклетном здании, то холодный устраивается в высоком четверике, а тёплый – в большой трапезной, в которой также находятся приделы – выделенные для дополнительного алтаря части здания. Придел может располагаться как в основном здании, так и быть к нему пристройкой. Если же подклет присутствует, то он обычно перекрывается коробовыми сводами, опирающимися на один или два центральных столба.

- Необычной является ориентация многих центральных храмов не на запад-восток, а на берег р. Вологды.

- В городе сохранились храмы разных периодов постройки, из них 12% – 16 в., 30% – 17 в., 50% – 18 в., 10% – 19 в. Из всех храмов 40% – это представители древнерусских архитектурных течений, в основном московских, 30% – барокко, 20% – классицизм, также есть представители эклектики.

- Одна из местных архитектурных особенностей – двухапсидный алтарь, таких храмов в Вологде сохранилось порядка пяти. Некоторые храмы обладают необычной планировкой, например, ц. Георгия на Наволоке – прямоугольное в плане здание с отсутствующим членением, а ц. Варлаама Хутынского имеет паперть – полуротонду.

- Также для храмов Русского Севера по сравнению со столичными характерно меньшее количество декора, а также его упрощение.

- Все храмы Вологды построены из кирпича и облицованы известковым раствором. Основными несущими элементами всех храмов являются стены и столбы. Их толщина варьируется от метра до двух. Количество столбов обычно чётное и достигает шести. При этом около 50% храмов – бесстолпные, 5% – шестистолпные, 7% – двухстолпные, 10% – четырёхстолпные. Остальные храмы ввиду двухэтажности имеют более сложные конструкции.

- Для перекрытий используются различные типы сводов, в основном коробовые, а также арки. Перекрываемый одним сводом пролёт доходит до 11 метров при коробовом или сомкнутом своде и до 16 м при купольном своде в бесстолпных храмах, при большем расстоянии между продольными стенами в конструкцию храма добавляются столбы.

- Общие габариты храмов варьируются в ширину от 12 м, при отсутствии столбов до 25 м, при их наличии, и от 25 до 46 метров в длину.

- Используемые крыши – скатные и позакомарные. Главок в храмах от 1 до 5.

- Храмы устанавливались на бутовые фундаменты. У всех храмов металлическая кровля, которая бывает как скатной, так и может повторять форму кирпичного перекрытия. В качестве материала кровли используется затенённая медь или сталь.

- Около 40% храмов – памятники федерального значения, столько же – регионального, 10% – выявленные.

- Из 41 храма большинство отреставрированы и находятся в работоспособном состоянии. Но также у 14 из них есть значительные утраты, например, могут отсутствовать своды, колокольни, главки и др. 5 из них нуждаются в косметическом ремонте. Срок службы любого из этих храмов может исчисляться ещё сотнями лет при условии правильной эксплуатации и проведения своевременных ремонтов.

1. Воскресенский собор. Паспорт / Памятники истории и культуры СССР (недвижимые). – Вологда, 1981. – 88 с.

2. Пилявский В. И. История русской архитектуры: Учебник для архитектурных специальностей вузов / Пилявский В. И., Тиц А. А., Ушаков Ю. С // Ленинград: Стройиздат, 1984. – 512 с.

3. Софийский собор. Паспорт / Памятники истории и культуры СССР (недвижимые). – Вологда, 1981. – 88 с.

4. СП 31-103-99. Свод правил. Здания, сооружения и комплексы православных храмов: утв. Приказом Госстроя России 27. 12. 1999 г. № 92. – Введ. 27.12.1999. – Москва: АХЦ «Арххрам», 1999. – 40 с.

5. Церковь Константина и Елены. Паспорт /Памятники истории и культуры СССР (недвижимые). – Вологда, 198. – 76 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА

А.Д. Соколова

Научный руководитель ***Л.В. Анисимова****, канд. архитектуры, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Целью исследования являлось формирование концептуальной модели плавательного бассейна для студентов Вологодского государственного университета по результатам социального опроса населения и анализа выбранного участка.

В данный момент на территории города Вологды существует около двадцати общественных бассейнов, пользующихся спросом у населения.

Известно, что плавание является наиболее гармоничным видом спорта. Оно оказывает благотворное влияние на физическое и интеллектуальное развитие человека. К сожалению, у большей части студентов нет возможности посещать бассейн на платной основе, а у университета - ресурсов, чтобы предоставлять обучающимся регулярные занятия по плаванию. Выходом из данной ситуации является внедрение в структуру спортивного ядра университета современного плавательного бассейна. Участок, выбранный для проектирования, располагается в Южном жилом районе города рядом с парком Победы и стадионом «Локомотив» (рис. 1).

Рис. 1. Ситуационный план

Рис. 2. Районы проживания респондентов

Территория является собственностью университета. С 1952 года она использовалась кафедрой биологии и экологии как опытное поле для проведения летних практик. На участке организована агробиологическая станция, которая на момент исследования находится в упадке. Все учебные и хозяйственные строения на участке подлежат сносу по причине физического и морального износа. Площадь участка составляет 7,4 га. Кроме того, выбор места был

обусловлен необходимостью наличия плавательного бассейна в данном районе. Как показал инфраструктурный анализ, в радиусе полутора километров от участка проектирования отсутствуют учреждения подобного типа. Для выявления потребности строительства плавательного бассейна в данном районе города была проведена выборка респондентов по месту проживания (рис. 2).

По результатам социального опроса было выяснено, что жители этого и прилегающих районов поддерживают инициативу строительства бассейна на данной территории.

Всего в опросе участвовало 48 человек. Основная часть респондентов проживает в Завокзальном, Бывалово и 5-м микрорайонах. Наибольшую заинтересованность в данном вопросе проявили женщины от 35 до 45 лет. Около 17% опрашиваемых – студенты, 12% школьники (рис. 3-4).

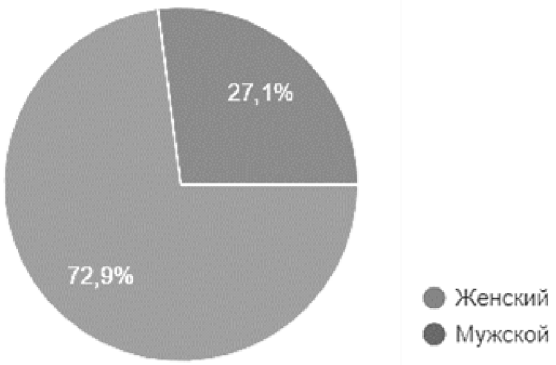


Рис. 3. Половой состав

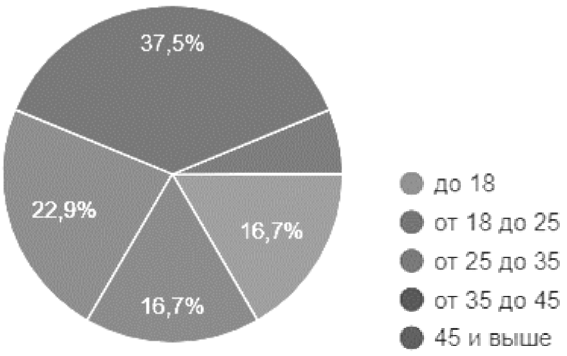


Рис. 4. Возрастной состав

На сегодняшний день самым посещаемым бассейном города является «Динамо». Также популярностью пользуется «Лагуна» и небольшой бассейн «Ква-Ква», направленный на обучение детей дошкольного и младшего школьного возраста плаванию (рис. 5).

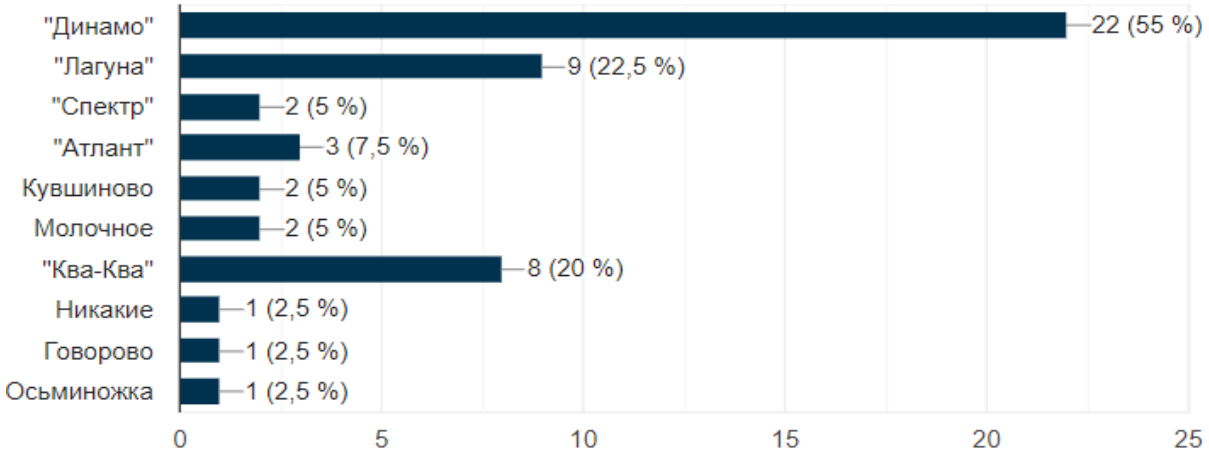


Рис. 5. Перечень посещаемых бассейнов

Одной из причин посещаемости бассейна Динамо является его местоположение в структуре города. Расположенный в центральном планировочном

районе этот бассейн равноудален от всех районов города. Второй причиной отрыва двух лидеров опроса является размеры ванны и количество дорожек в этих бассейнах. Кроме того эта группа бассейнов пользуется большим спросом, так как является одними из немногих, предоставляющих услуги по обучению плаванию.

На вопрос о целях посещения бассейнов города респонденты ответили, что кроме совершенствования навыка плавания в равном соотношении люди посещают бассейны с оздоровительной и рекреационной целями, что позволяет предположить необходимость многофункциональности проектируемого бассейна.

Также некоторые респонденты подчеркнули, что обучающие занятия посещают их дети, это подтверждает выводы о востребованности данной функции (рис. 6).

Рис. 6. Цель посещения

По результатам опроса главной проблемой существующих городских бассейнов является большая загруженность бассейнов людьми (45,5%), вероятно, по причине того, что подавляющая часть опрашиваемых предпочитает посещать одни и те же бассейны, а также маленькая ванна бассейна (27,7%), высокая стоимость услуг (22,7%) и отсутствие кафетерия (13,6%) (рис. 7).

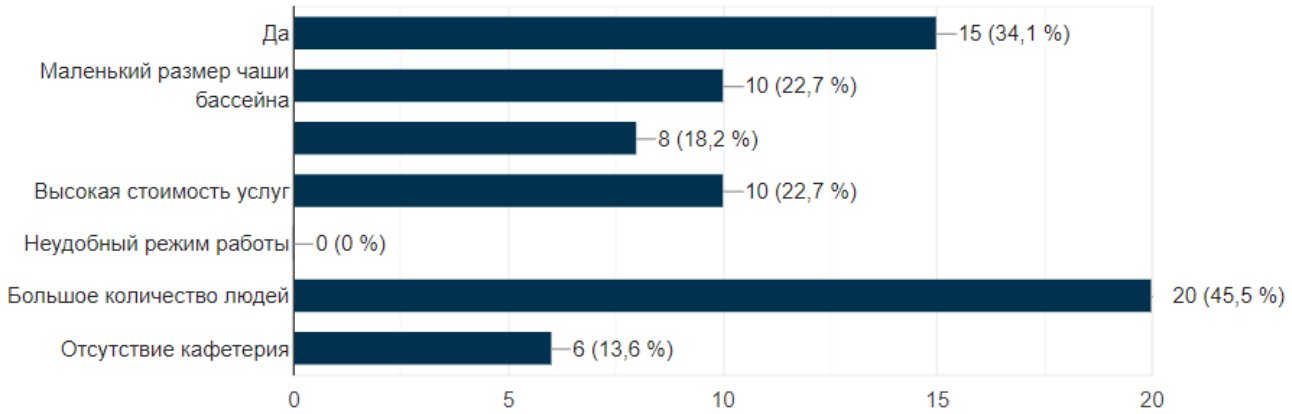


Рис. 7. Проблемы бассейнов города

Одна из причин – неудовлетворительный размер водной чаши (максимальная длина дорожки в Вологде составляет 25 м), имел продолжение. 87,5% считают, что городу необходим бассейн олимпийского стандарта с длиной дорожки 50 м. Около 35% опрашиваемых претензий к существующим бассейнам не имеют.

На просьбу оценить выбранный для проектирования участок, 75% респондентов ответили, что их устраивает расположение будущего бассейна в структуре города. Почти все они являются жителями прилегающих районов.

Из предложенных вариантов функционального наполнения наиболее востребованными оказались: обучение плаванию детей, наличие кафе и сауны, возможность проведения групповых занятий как в воде, так и в фитнес-зале (рис. 8).

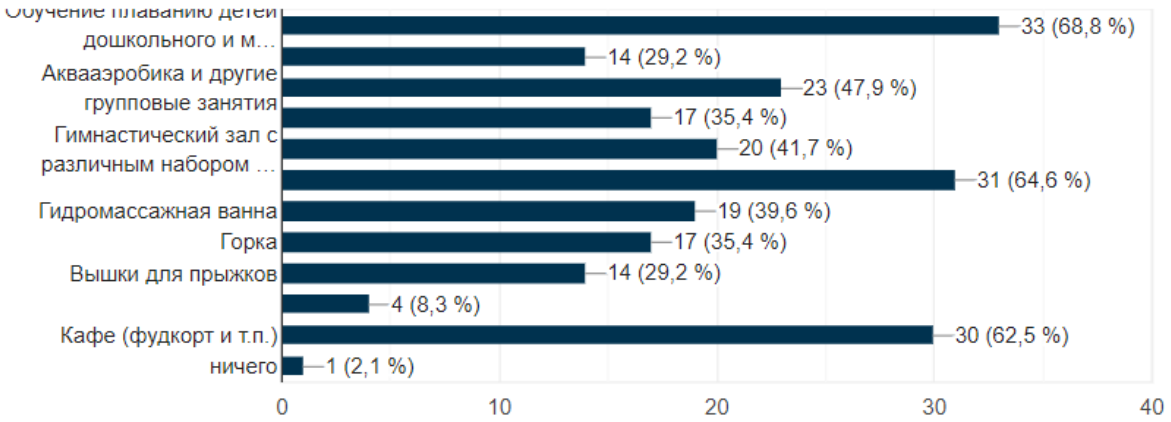


Рис. 8. Возможный функциональный состав бассейна

Согласно результатам проведенного опроса, анализа территории и современной проектной практики была сформулирована концептуальная модель плавательного бассейна. Для обеспечения экономической эффективности объекта необходимо предусмотреть возможность его функционирования не только для студентов ВоГУ, но и для всего города, в особенности для жителей прилегающих районов. В дневное время будние дни в бассейне проводятся учебные пары с преподавателями, вечера и выходные заняты групповыми занятиями, спортивными секциями, проводится сдача дорожек в аренду. Также в любое время рабочего дня для населения остается возможность свободного посещения плавательного бассейна.

Кроме того, поток посетителей должен быть разделен и в пространстве. Необходимо устройство нескольких водных чаш с отдельными входами и раздевальными. Каждая из них будет направлена на различные виды деятельности: спорт, отдых или обучение. Внедрение функций кафетерия, гимнастических и тренажерных залов повысит рентабельность бассейна, привлечет новых пользователей.

Важной составляющей устойчивого развития является энергоэффективность. Снижения расходов на эксплуатацию бассейна и уменьшения его влия-

ния на окружающую среду можно добиться путем использования современных технологий. Вместо хлорирования воды следует применять такой способ очистки как озонирование.

КОМПЛЕКСНЫЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ ЗАБРОШЕННОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

А.Н. Таслунов
Научный руководитель ***К.В. Кияненко****, д-р архитектуры, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В рамках проведения исследований по разработке проекта освоения заброшенной железной дороги автором был проведен комплексный градостроительный анализ ее территории. Цель исследования заключалась в установлении пространственного размещения градостроительных факторов, влияющих на разработку решения освоения территории. Исследование проводилось для заречной части г. Вологды площадью 7 кв. км, включающей непосредственно границы заброшенной железной дороги и прилегающие территории (рис. 1). Исследование проводилось на основе картографических данных генерального плана г. Вологды [1] методом послойного составления планограмм. Для этого территория была разбита с помощью сетки со стороной квадрата 100 метров.

Рис. 1. Границы исследования

В первую очередь было исследовано расположение инженерной инфраструктуры: водоснабжение, водоотведение, подключение газа, тепловые сети, электрические сети. Наличие инженерных сетей повышает ценность участка и является одним из ключевых факторов для расположения на этой территории наиболее значимых социальных объектов (рис. 2).

Рис. 2. Анализ обеспеченности инженерной инфраструктурой

Далее был проведен анализ транспортной инфраструктуры, которая является основой для градостроительного каркаса города (рис. 3). Участки, расположенные у наиболее значимых транспортных магистралей, обладают наилучшей доступностью, и, соответственно, они обладают наибольшей градостроительной ценностью, к ним тяготеет расположение общегородского общественного обслуживания. И наоборот, участки, расположенные возле наименее значимых городских магистралей, более подходят для расположения жилой функции и местного общественного обслуживания.

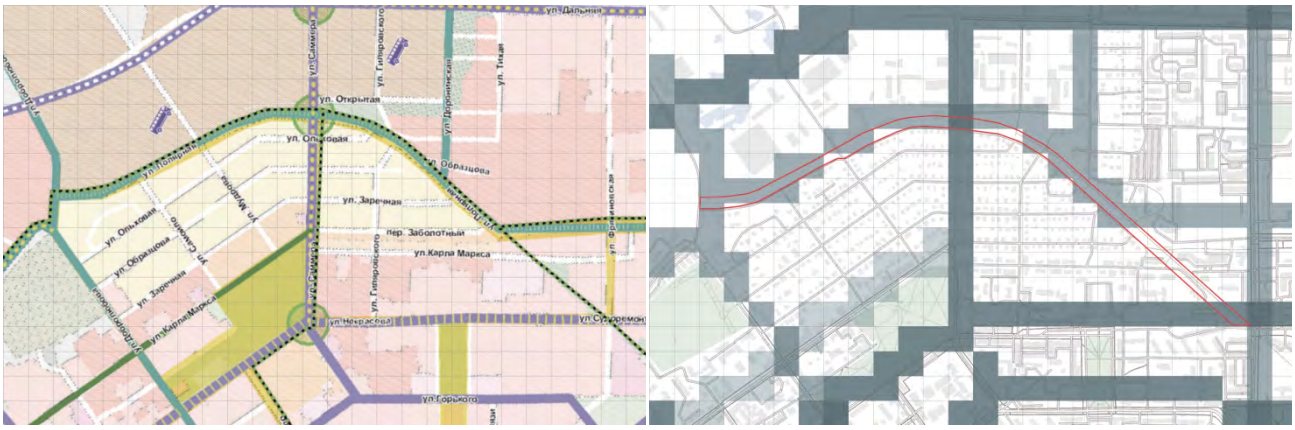


Рис. 3. Анализ транспортной инфраструктуры

Анализ расположения существующей структуры объектов социального обслуживания необходим для понимания основных мест тяготения населения (рис. 4). Планограмма интенсивности расположения объектов социальной инфраструктуры показывает ценные градостроительные территории, а также

предполагает возможные места кластеризации общественного обслуживания населения.

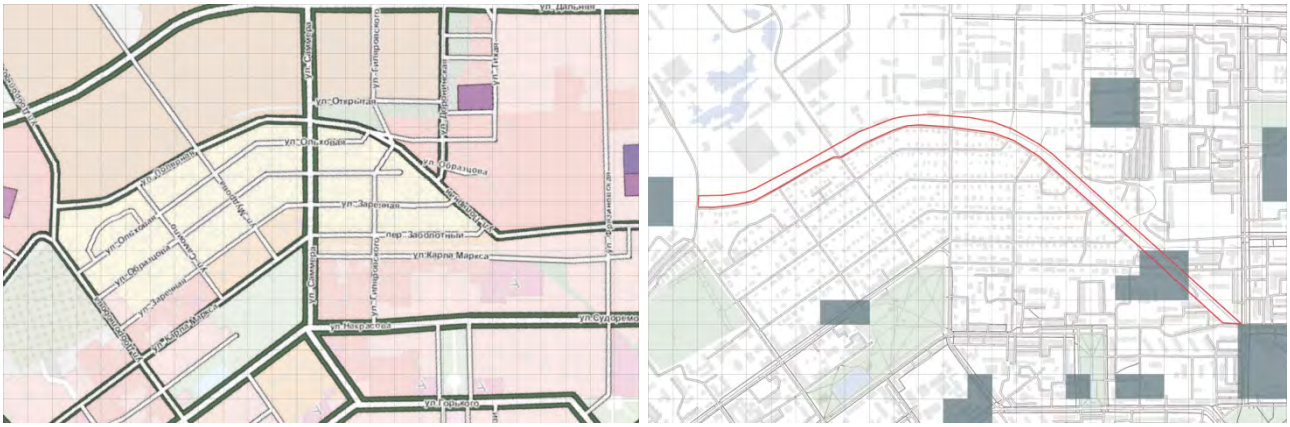


Рис. 4. Анализ социальной инфраструктуры

В итоге результаты проведенных анализов объединяются в одну общую планограмму методом послойного наложения (рис. 5). Эта схема показывает взаимное влияние всех факторов на расположение на исследуемой территории наиболее благоприятных с градостроительной точки зрения участков для освоения. На них целесообразно располагать наиболее значимые социальные объекты. Также характеристика интенсивности этих участков становится базой для разработки функционального решения территории и зон общественного обслуживания населения на разных уровнях интеграции с городом.

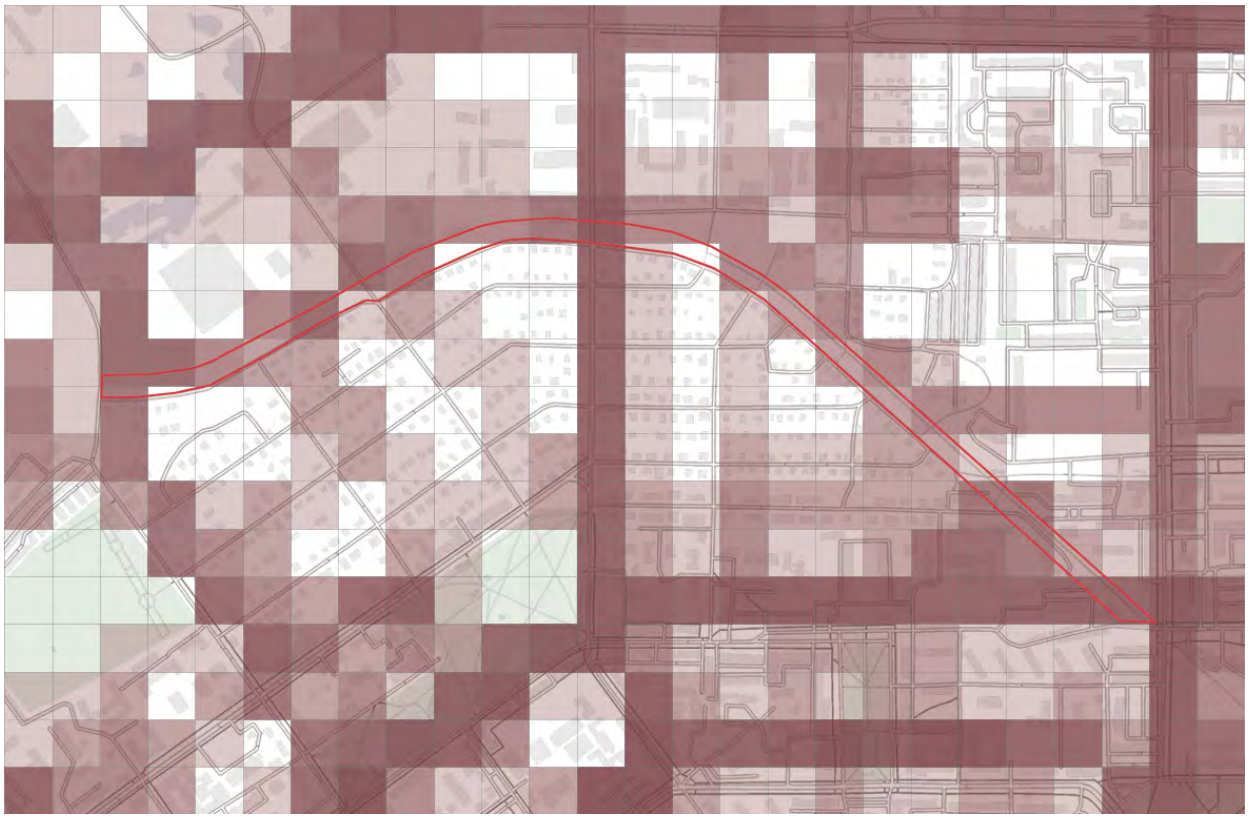


Рис. 5. Планограмма исследования территории

Данный анализ дает предварительную картину для разработки градостроительного решения и, конечно, требует уточнения другими исследовательскими методами, его простота и легкость применения полезна на первых этапах работы с территорией.

1. Решение Вологодской городской Думы от 29 декабря 2014 года № 171 «Об утверждении генерального плана городского округа применительно к территории города Вологды».

2. Сосновский В.А. Учебное пособие для архит. и строит. спец. вузов / Под общ. ред. Н.Н. Миловидова, Б. Я. Орловского, А.Н. Белкина. – Москва: Высш. шк., 1988. – 104 с.

3. Сосновский В.А., Русакова Н.С. Прикладные методы градостроительных исследований / Сосновский В. А., Русакова Н.С: Учеб. пособие. – Москва: «Архитектура-С», 2006. – 112 с.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ВЕРХНЕГО ПОСАДА ВОЛОГДЫ

А.В. Шпигина

Научный руководитель ***Л.В. Анисимова,*** *канд. архитектуры, профессор*

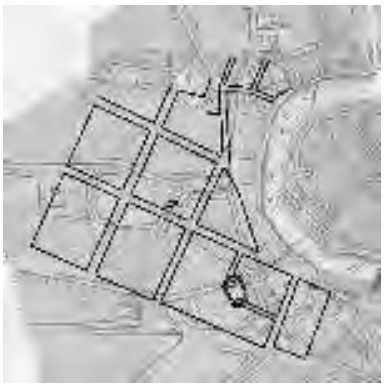
Вологодский государственный университет

г. Вологда

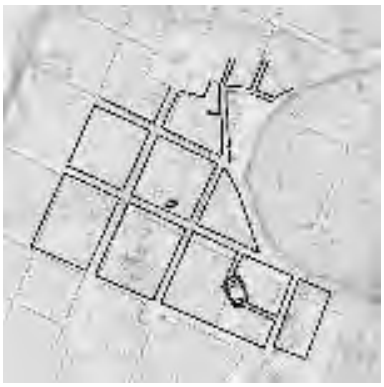
Городская среда исторического города – это напластования застройки различных эпох, имеющие достаточно разнообразную степень ценности и сохранности. Особенно актуально это для исторической среды центральной части города [2]. Регенерация такой среды предполагает тщательное изучение культурно-исторической ценности застройки, степени морального и физического износа, изучение вопросов возможности приспособления зданий к новым функциям.

Цель исследования выявить территориальные резервы для будущего развития инфраструктуры. Объект исследования исторические жилые кварталы Верхнего посада города Вологды в границах улиц: Пролетарская, проспект Победы, набережная реки Вологды и Завражская. Метод исследования территории – комплексный градостроительный анализ территории.

Выбранный объект исследования расположен в центральной части города Вологды, что говорит об истории этого места. Был выполнен историко-генетический анализ развития территории во временной период с 1785 года по 2010 г. (рис. 1). Исследование топографии места позволяет утверждать, что с конца XVIII века общая конфигурация территории имела незначительные изменения, по большей степени вдоль улицы Бурмагиных. Структура кварталов сохранилась без изменения.

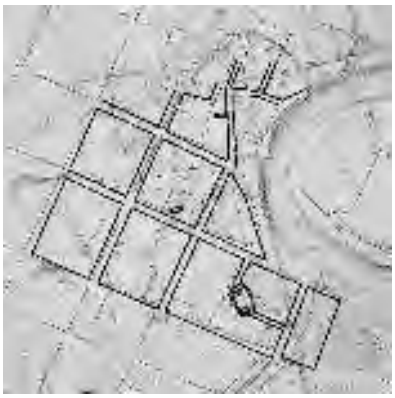


План
г. Вологды, 1785 г.

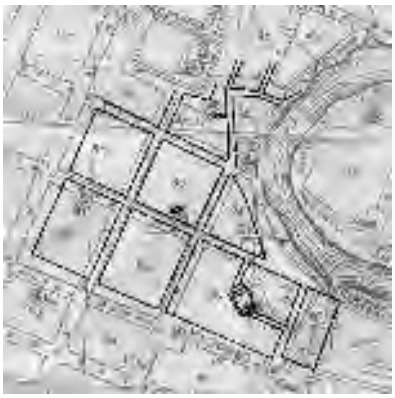


Генплан
г. Вологды, 1780 г.

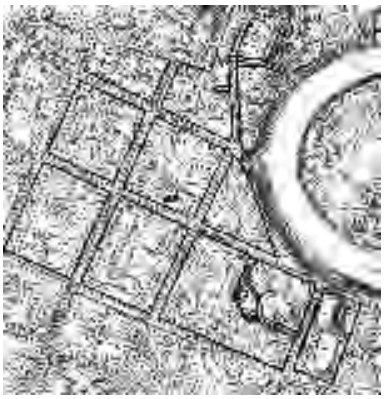
План
г. Вологды, 1794 г.



План г. Вологды, 1840 г.



План г. Вологды, 1908 г.



План г.Вологды, 2010 г.

Рис. 1. Историко-генетический анализ

В настоящее время жилая застройка состоит из одно- и двухэтажных домов, по большей степени, деревянной. Соответственно это либо частные, либо многоквартирные жилые дома. Частично жилой фонд находится в ветхом и аварийном состоянии. Причиной этого является тот факт, что большая часть территории была активно застроена в период с начала XX в. и до середины XX в. Далее единично строились отдельные здания, а уже с 2000-х годов началось активное строительство частных жилых домов. Здания расположены хаотично внутри кварталов. Четкая линия застройки прерывается или теряется совсем. На данной территорий большое количество бесхозных зелёных насаждений. Общественных зданий практически нет: только один продуктовый магазин и шиномонтаж.

Количественные и качественные методы анализа городской среды используются в градостроительстве для определения проблемных мест, находящихся в депрессивном состоянии, и выявлении дефектных элементов городской среды [1]. В рамках исследования использован пофакторный анализ территории для получения объективных данных по имеющимся территориальным ресурсам и потенциалу развития данной территории [3].

Условные обозначения

- Частная жилая застройка
- Многоквартирная жилая застройка
- Магазины
- Административные здания
- Здания культурного назначения
- Школы
- Культовые здания
- Неэксплуатируемые здания
- Места общественного питания

Рис. 2. Функциональный анализ территории

Первым важнейшим фактором является исследование транспортной инфраструктуры. Основная магистраль на данной территории – проспект Победы. Улицами городского значения являются ул. Маяковского, ул. Пролетарская, ул. Воровского. Улицы Ударников, Бурмагиных, Засодимского, Ленинградская менее интенсивные. Автобусные остановки расположены на проспекте Победы и на улице Воровского. Они используются автобусными маршрутами № 7, 8, 11, 13, 27, 29, 37, 32, 403. Состояние автомобильных дорог варьируется от хорошего до удовлетворительного. Тротуары на данной территории есть только на улицах Проспект Победы Маяковская, Пролетарская до перекрёстка с улицей Маяковского, Воровского. Вдоль набережной реки Вологды на данной территории только пешеходная зона, выложенная брусчаткой. На улице Бурмагиных пешеходная зона отсутствует полностью. По результатам исследования была выполнена схема транспортных и пешеходных связей (рис. 3), на которой вся территория была классифицирована по бальной система от 1 до 3 относительно близости её расположения от оживлённых и обустроенных артерий города.

Далее в рамках исследования был проведён анализ ветхости и аварийности застройки (рис. 4). Ветхость и аварийность зданий определялась на основе натурного исследования и степенью морального и физического износа. По результатам исследования ветхими и аварийными зданиями были признаны церковь Иоанна Богослова, церковь Николая Золотые Кресты, жилые частные дома по адресам: ул. Воровского, 34, ул. Ленинградская, 12, ул. Маяковского, 2А и т.д.; многоквартирные жилые дома: ул. Бурмагиных, 15, ул. Ударников, 6, ул. Ударников, 13 и т.д. Однако, церковь Иоанна Богослова и церковь Ни-

колая Золотые Кресты являются памятниками истории и культуры регионального значения и подлежат восстановлению.

В рамках исследования был проведён анализ культурной ценности архитектурной застройки. На данной территории сосредоточились ОКН федерального, регионального значения, выявленные памятники и ценная градоформирующая застройка. Были выявлены дисгармоничные объекты, которые подлежат сносу. К ним была отнесена застройка по адресу ул. Пролетарская, д. 11. По данному адресу расположены СТО, шиномонтаж, продуктовый магазин. На рис. 5 вся территория была классифицирована по бальной система от 1 до 3 сосредоточения ОКН по степени значимости.

Следующим важным фактором для исследования является кадастровая схема города с принадлежностью собственности земли. На основе рис. 6 можно сделать вывод: большая часть территории является частной собственностью, но оставшаяся весомая часть принадлежит муниципалитету. Кадастровая стоимость участков варьируется от 842 631 р. до 45 703 721. Вдоль проспекта Победы, ул. Ударников, на перекрёстке ул. Воровского и ул. Бурмагиных участки частной собственности примыкают плотно друг к другу.

Внутренняя территория кварталов хаотично раздроблена на мелкие участки между которыми отсутствуют запроектированные проезды и пешеходные тротуары, что придает территории запущенный не благоустроенный вид.

Рис. 3. Схема транспортных и пешеходных связей

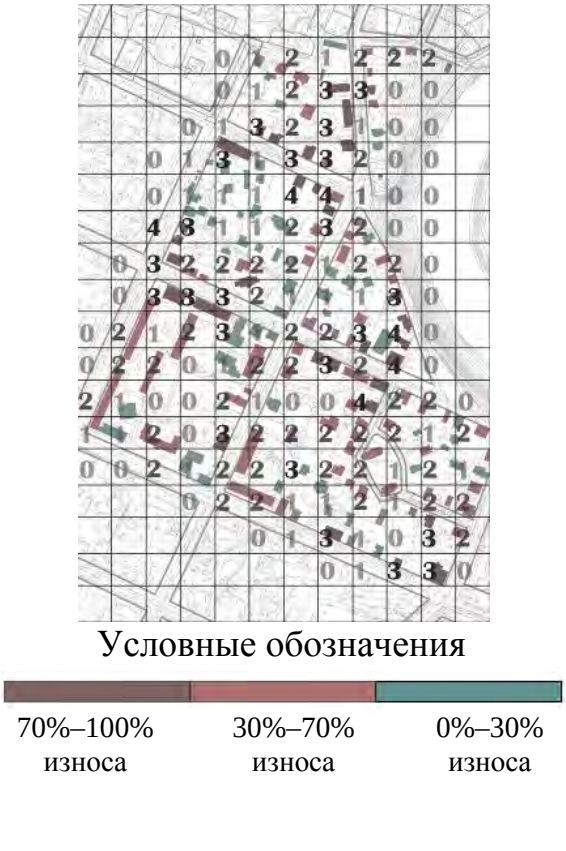


Рис. 4. Схема ветхости и аварийности застройки

Условные обозначения

ОКН федеарльного значения | ОКН регионального значения | Выявленный ОКН | ЦГФО | Дисгармоничные объекты

Рис. 5. Схема расположения объектов культурного наследия

Условные обозначения

Собственность публично-правовых образований | Частная собственность | Собственность муниципалиета

Рис. 6. Схема кадастровых границ

Условные обозначения

7-9 баллов | 4-6 баллов | 1-3 балл

Рис. 7. Аналитическая схема состояния территории

Итогом аналитического исследования являются выявленные резервы территории, пригодные для размещения нового строительства, создающего условия будущего устойчивого развития. Наивысшим потенциалом обладает территория с оценкой 7-9 баллов. Данная территория максимально приближена к городским магистралям, имеет объекты культурного наследия, а также территориальные резервы для застройки объектами инфраструктурного назначения. К ней относятся фрагменты вдоль проспекта Победы, перекрёсток улиц Маяковского и Пролетарской, на ул. Воровского. Территория с оценкой 4-6 баллов примыкают к улицам городского значения, и могут быть застроены объектами с жилой функцией. Территории с оценкой 1-3 баллов имеют скрытый потенциал, т.к. по большей степени находятся внутри квартала или примыкают к менее интенсивным улицам.

1. Гутнов, А.Э. Эволюция градостроительства [Текст] / А.Э. Гутнов. – Москва: Стройиздат, 1984. – 256 с.

2. Глазычев, В.Л. Социально-экономическая интерпретация городской среды [Текст] / В.Л. Глазычев. – Москва: Наука, 1984. – 180 с.

3. Турбина, Е.Г. Город в теории. Опыт осмысления пространства [Текст] / Е.Н. Турбина. – Москва: Новое литературное обозрение, 2011. – 519 с.

ПОЧВЕННАЯ МЕЗОФАУНА КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ПОЧВ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К АВТОМАГИСТРАЛЯМ

Е.В. Булавина
Научный руководитель ***С.Е. Витковская****, д-р. биол. наук, профессор*
Российский государственный гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург

Городские почвы выполняют разнообразные экологические функции, главными из которых являются пригодность для произрастания зеленых насаждений, способность сорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, а также задерживать поступление пыли в атмосферный воздух [1]. Оценка качества городских почв является одной из ключевых задач геоэкологического мониторинга урбанизированных территорий.

Основным источником поступления загрязняющих веществ в городскую среду г. Вологды является автотранспорт [2]. В связи с этим в качестве объекта исследования была выбрана почва с участков, прилегающих к автомагистралям г. Вологды.

Целью данной работы являлась геоэкологическая оценка состояния почв вдоль автомагистралей города Вологды. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Произвести отбор проб почв вдоль городских автомагистралей.
2. Определить биомассу и численность представителей семейства почвенных малощетинковых червей Lumbricidae в пробах почв.
3. Произвести анализ и сравнение биомассы и численности представителей семейства почвенных малощетинковых червей Lumbricidae в пробах, отобранных на территориях, прилегающих к автомагистралям г. Вологды и в контрольных точках.
4. Оценить экологическое состояние почв, прилегающих к автомагистралям г. Вологды по сравнению с контрольными точками.

Для оценки качества почв был выбран метод биоиндикации, основанный на способности организмов, обитающих в почве, реагировать на наличие опасных загрязнителей, в частности тяжелых металлов. Показатели состояния почвенной фауны, такие как биомасса и биоразнообразие являются комплексными показателями загрязненности почвы. Преимущество метода биоиндикации заключается в учете комплекса биологически важных факторов, отражающих экологическое состояние почвы [3].

В ходе проведенных ранее исследований [4, 5] были выявлены представители почвенной фауны, являющиеся перспективными с точки зрения био-

индикации загрязнения почв, среди которых представители семейства Lumbricidae.

Дождевые черви (семейство Lumbricidae) заглатывают огромное количество земли, из которой усваивают органические вещества, точно так же могут поедать большое количество сгнивших листьев, аккумулируя в теле тяжелые металлы [6].

Отбор почвенных проб производился в период с 15 августа по 20 сентября 2019 года вдоль улиц Чернышевского, Герцена, Конева, Мира, Сергея Преминина, Ленинградская и Пошехонское шоссе. Вдоль каждой улицы отбиралось несколько точечных проб, объединенных затем в соответствующие смешанные пробы. В качестве контроля использовались пробы, отобранные на участках не подверженных антропогенной нагрузке – на охраняемой природной территории Вологодской области находящейся в черте г. Вологды – в парке Мира и на территориях находящихся в 10 и в 13 км к северо-западу от границы города. Выбор контрольных точек обусловлен преобладанием южных, юго-западных и северо-западных ветров в течение года, что не способствует атмосферному переносу загрязняющих веществ в северо-западном направлении.

Для учета почвенной фауны использовался метод почвенных раскопок и метод прямого учета почвенных животных. Подсчет почвенной мезофауны производился путем ручной разборки проб с последующей фиксацией найденных животных в спиртовом растворе.

На рисунке 1 представлена биомасса представителей семейства Lumbricidae, а так же среднее значение биомассы в городских пробах вдоль автомагистралей и в контрольных пробах.

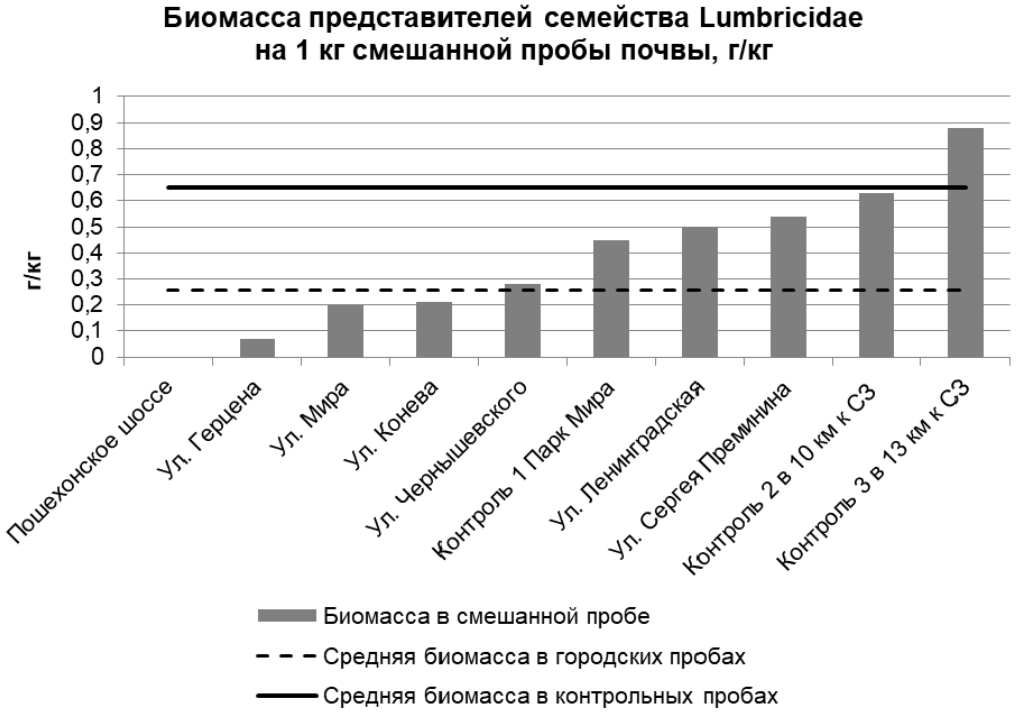


Рис. 1. Биомасса представителей семейства Lumbricidae на 1 кг смешанной пробы почвы, г/кг

Установлено, что биомасса представителей семейства Lumbricidae в пробах с урбанизированных территорий варьировалась от 0 до 0,540 г на 1 кг почвы. Обследованные участки можно разделить на 3 группы с низкой биомассой от 0 до 0,070 г/кг почвы (Пошехонское шоссе, ул. Герцена), средней биомассой от 0,200 до 0,280 (ул. Конева, ул. Мира, ул. Чернышевского) и относительно высокой от 0,500 до 0,540 г/кг почвы (ул. Ленинградская, ул. Сергея Преминина).

Биомасса в контрольных фоновых точках варьировалась от 0,450 до 0,880 г/кг почвы при этом возрастает по мере удаления контрольных точек от урбанизированных территорий.

На рисунке 2 представлена численность представителей семейства Lumbricidae, а так же среднее значение численности в городских пробах вдоль автомагистралей и в контрольных пробах.

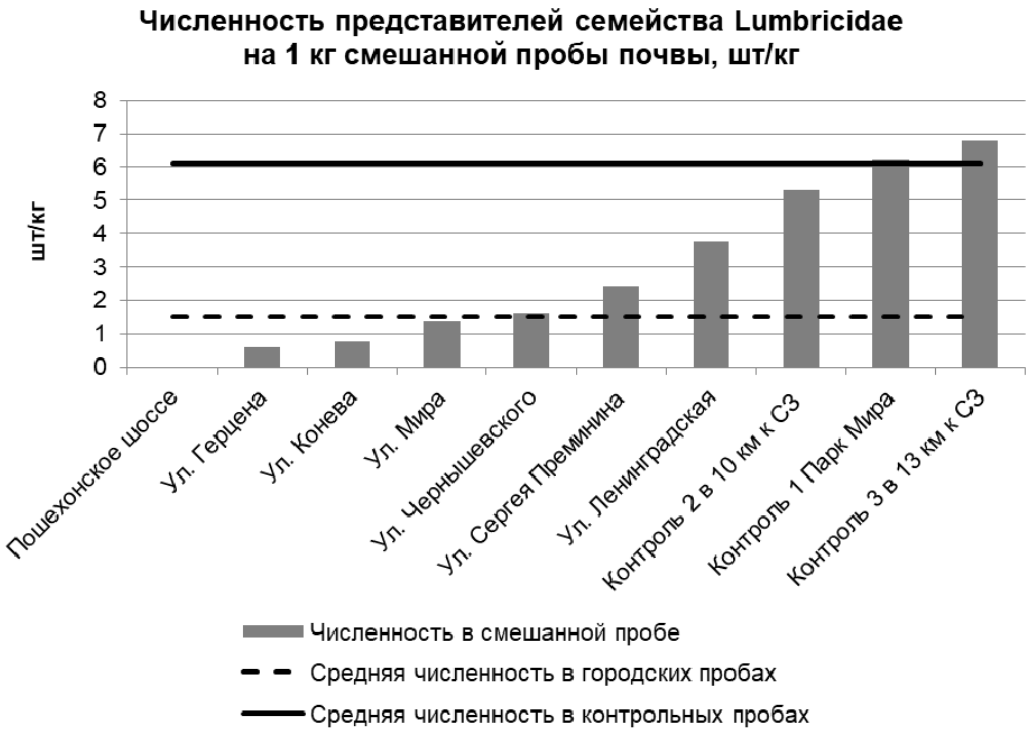


Рис. 2. Биомасса представителей семейства Lumbricidae на 1 кг смешанной пробы почвы, г/кг

Численность представителей семейства Lumbricidae в пробах с урбанизированных территорий варьировалась от 0 до 3,740 шт. на 1 кг почвы. Участки можно разделить на 3 группы с относительно низкой численностью особей от 0 до 0,750 шт. на 1 кг почвы (Пошехонское шоссе, ул. Герцена, ул. Конева), со средней численностью особей от 1,400 до 1,580 шт. на 1 кг почвы (ул. Мира, ул. Чернышевского) и относительно высокой численностью особей от 2,440 до 3,740 шт. на 1 кг почвы (ул. Сергея Преминина, ул. Ленинградская).

Численность представителей семейства Lumbricidae в контрольных фоновых точках варьировалась от 5,300 до 6,780 шт. на 1 кг почвы, при этом

численность особей возрастает по мере удаления от урбанизированных территорий.

На основе полученного материала выявлены участки почв вдоль автомагистралей с наименьшей биомассой и численностью представителей семейства Lumbricidae (Пошехонского шоссе, ул. Герцена) по сравнению с фоновыми участками, что говорит о высокой антропогенной нагрузке на них.

Средней биомассой и численностью представителей семейства Lumbricidae относительно фоновых точек выделяются участки почв вдоль автомагистралей на ул. Мира, ул. Чернышевского, ул. Конева.

Наибольшей биомассой и численностью семейства Lumbricidae, а так же сходными значениями с фоновыми контрольными участками выделяются почвы вдоль автомагистралей на ул. Сергея Преминина и ул. Ленинградской, что говорит об относительно низком антропогенном воздействии на почвы.

В качестве рекомендации снижения антропогенного воздействия на урбаноземы вдоль автомагистралей с наименьшими и средними значениями биомассы и численности представителей семейства Lumbricidae, восстановления ее экологических функций, рекомендуется подсыпка плодородного слоя почвы и посадка защитных зеленых насаждений.

Благодарность: работа поддержана грантом Правительства Вологодской области.

1. Бабич, Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: монография / Н.А. Бабич, О.С. Залывская, Г.И. Травникова. – Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. – 144 с.

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2017 году / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. — Вологда, 2018. — 257 с.

3. Рассадина Е. В. Биоиндикация и ее место в системе мониторинга окружающей среды // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2007. – № 2 (5). – С. 48.

4. Булавина, Е. В. Биоиндикационная роль почвенной мезофауны / Е. В. Булавина // Материалы 53-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2015: Биология. – Новосибирск, НГУ 2015. – С. 17.

5. Булавина, Е. В., Павлов, И. Н. Влияние тяжелых металлов на почвенную фауну города Вологды / Е. В. Булавина, И. Н. Павлов // Материалы региональной научной конференции VIII ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых: в 2-х т. / Мин-во образования и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2014. – Т. 1: Технические науки. Экономические науки. – С. 198-204.

6. Филимонова, Ж. В. Энхитреиды (Oligochaeta, Enchytraeidae) в биотестировании и контроле загрязнения почв: дис. … канд. биол. наук: 11.00.11 / Ж. В. Филимонова. – Москва, 2000. – 276 с.

СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА «СПАССКИЙ БОР» ТАРНОГСКОГО РАЙОНА

М.А. Горлищева
Научный руководитель ***В.П. Уханов****, канд. геогр. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Все произрастающие на территории нашей страны леса различаются по экономическим и природным условиям и их роль в народном хозяйстве весьма разнообразна.

Цель исследования – это оценка состояния защитных лесов заказника «Спасский бор». Природный государственный заказник был учрежден 11 марта 1993 года.

Основная цель создания особо охраняемой природной территории (ООПТ) – это сохранение ценных природных комплексов Тарногского района и редких исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу. Также в задачи заказника входит охрана «Помяновского» клюквенного болота и сохранение сосновых боров Нижне-Сухонского ландшафта.

Важной особенностью заказника является высокий возраст коренных лесов. В составе древостоя выделяются участки с возрастом сосны свыше 140 лет и более. В заказнике представлен весь спектр сосновых лесов, представленных в области на сегодняшний момент.

Заказник расположен на правом берегу реки Кокшеньги в 45 километров от села Тарногский городок. Площадь заказника на сегодняшний момент составляет 4622 га. Что составляет 93 % территории покрытым лесом. Помимо площади, занятой лесом, в состав лесного фонда включены не покрытые лесом и нелесные площади (поляны, гари и лесные дороги).

Часть особо охраняемой природной территории выделена для работы школьного лесничества (988 га). Из общей площади школьного лесничества из 988 га, лесная занимает 861 га.

Покрытая лесом площадь представлена преимущественно сосняками естественного происхождения (753га), а около 10% занято насаждениями искусственного происхождения. Не сомкнувшихся лесных культур нет. Нелесная площадь составляет 127 га (рис. 1) [1].

На территории заказника расположено охраняемое клюквенное болото –

«Помяновское». Учреждено Тарногским лесхозом, Спасским лесничеством, площадь его составила 117 га, тип торфяной залежи болота – верховая и переходная, средняя глубина залежи 1,56 м. Растительный покров болота представлен сфагновыми и гипновыми мхами, миртном болотным, багульником и клюквой. Природное значение: водоохранное болото, регулятор водного режима реки Кокшеньга; ценные ягодные угодья, места произрастания клюквы, морошки голубики и брусники.

Рис. 1. Лесной массив школьного лесничества, общая площадь 988 га (М 1:500000)

В лесном массиве в основном преобладают сосновые средневозрастные насаждения (65%), 109 га или 13% – это спелы сосновые насаждения. Произрастающие в лесничестве насаждения по своему возрасту различны. Березовые насаждения занимают лишь 3 га площади или 0,3%. Ель, берёза, осина, ива не имеют широкого распространения в составе древостоя. Из черёмухи, рябины в сочетании с другими древесными и кустарниковыми породами формируется в увлажненных местах преимущественно подлесок.

На выделенной территории школьного лесничества распространены насаждения второго – пятого классов возраста. Преобладают леса второго класса возраста.

Леса лесничества характерны высокой производительностью. Среди них преобладает второй класс бонитета, полнота средняя. Наиболее распространенными типами лемма являются сосняки черничные, кисличные, брусничные.

Охраняемые виды в пределах изученной территории представлены видами трав и кустарников: гроздовник вирджинский, хвощ камышовый, лиственница сибирская, осока прямоколосная, ладьян трехнадрезанный, очиток большой, грушанка зеленоцветная, какалия копьевидная.

В пределах изученной части заказника (школьного лесничества) проводятся целенаправленные лесохозяйственные мероприятия по охране леса и ле-

совосстановлению: лесовосстановительные мероприятия, лесные питомники, санитарные рубки, мелиорация.

На основе собранной информации, разработаны ряд общих предложений по его улучшению:

- оборудование дополнительных мест отдыха;
- ограничить посещаемость квартала 58 (выдел один, 11). Исключением могут быть запланированные спортивные и культурные мероприятия;
- периодическая уборка бытового мусора (коммунальных отходов);
- регулярный контроль общественности и органов полиции за соблюдением режима территории памятника природ.

1. Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга / под ред. К.Н. Кобякова. – Санкт-Петербург, 2011. – 506 с.

ПИРОЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РЕЗИНЫ

Н.Д. Заступов
Научные руководители: ***С.М. Хамитова****, канд. с.-х. наук, доцент*
Л.М. Воропай*, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Среди всех проблем природопользования немаловажной является утилизация и переработка отходов. По данным Минприроды в России за год образуется более 70 млн тонн твердых коммунальных отходов. Из этого количества утилизируется только 7%, а остальное отправляется на полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) или попадает на несанкционированные свалки [1].

Около 15% ТБО приходится на синтетические полимеры, большая часть которых остается невостребованной. Существуют две типовые группы способов переработки отходов полимеров. Это физико-механические способы (сортировка, измельчение, термическая обработка) и химические способы (пиролиз, гидролиз, реакции окисления и связывания). Из химических способов наиболее распространенными являются пиролитические способы, в результате которых получают в основном жидкие или газовые фракции. Следует отметить, что существующие типовые технологии являются многостадийными, энергозатратными, требуют дорогостоящего оборудования для разделения продуктов пиролиза на отдельные фракции и имеют невысокий выход конечных продуктов за счет потери газовых фракций.

Поэтому в предыдущих исследованиях был предложен экологически-безопасный пиролитический способ переработки полимеров, содержащих в

своем составе только атомы углерода, кислорода и водорода (полиэтилен, полистирол, полиэтилентерефталат). Суть способа заключается в том, что предварительно измельченные, отходы полимеров загружают в пиролитический контейнер, добавляют воду в качестве катализатора, и в целях герметичности закрывают керамической заглушкой, которая также выполняет функцию матрицы для импрегнирования. Затем проводится пиролиз в течение 3 часов при температуре 550°С и после охлаждения реактора, разделяют продукты пиролиза.

В отличие от существующих технологий, в результате которых получаются жидкие и газовые фракции, данный способ позволяет за одну стадию получить два твердых продукта, используемые в качестве адсорбентов – активированный уголь и импрегнированную глину [2].

Однако большинство видов синтетических полимеров имеют в своем составе гетероатомы, поэтому целью данного исследования является экспериментальное обоснование возможности переработки резиновых отходов, содержащих гетероатом серы, экологически-безопасным пиролитическим способом.

Объектом исследования служат резиновые отходы, в состав молекул которых входят гетероатомы серы.

Предметом исследования является пиролитический одностадийный способ переработки невостребованных полимерных отходов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Экспериментальное определение технологических параметров пиролиза резины.

2. Обработка полученных результатов и подтверждение возможности внедрения в производство пиролитического способа переработки резины.

3. Определение адсорбционных свойств продуктов пиролиза.

На первом этапе исследования определяются условия пиролиза резины – температура и время. Пиролиз проводят в герметичном реакторе, в который загружают измельченную резину. Матрицей для импрегнированияслужит красная глина, одновременно выполняющая функцию заглушки.Пиролиз проводят в течении 3-хчасов, в качестве катализатора используется дистиллированная вода объемом 5 см3.

Известно, что пиролитическое разложение резины начинается с температуры 450–500°С. Поэтому был выбран температурный интервал 450–700°С. Однако, результаты свидетельствуют, что температура ниже 550°С недостаточна для формирования углеродистого остатка. Поэтому минимальная температура, с которой начинается пиролиз составляет 550°С; Максимальная температура – 650°С. При температуре выше 650°Спроисходит интенсивный процесс выгорания полимера, следствием чего является резкое уменьшение выхода углеродистого остатка и увеличение степени импрегнирования минеральной матрицы, приводящее к закупориванию её пористой поверхности.

Полученные в результате первого этапа эксперимента данные представлены на рисунке 1.

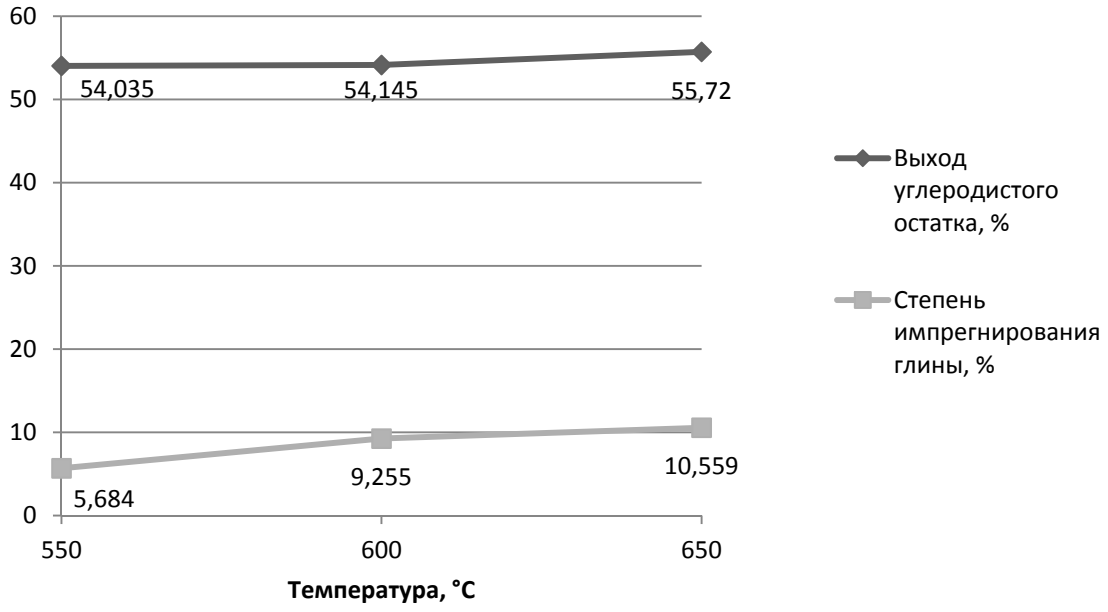


Рис. 1. Зависимость выхода твердого углеродистого остатка и степени импрегнирования минеральной матрицы от температуры

Результаты свидетельствуют, что с ростом температуры от 550°С до 650°С выход твердого углеродистого остатка увеличивается примерно на 1,5%.

Степень импрегнирования минеральной матрицы резко возрастает при температуре 550–600°С. При дальнейшем нагревании до 650°С степень импрегнирования минеральной матрицы увеличивается всего лишь на 1%, что связано с процессами выгорания углерода с её поверхности.

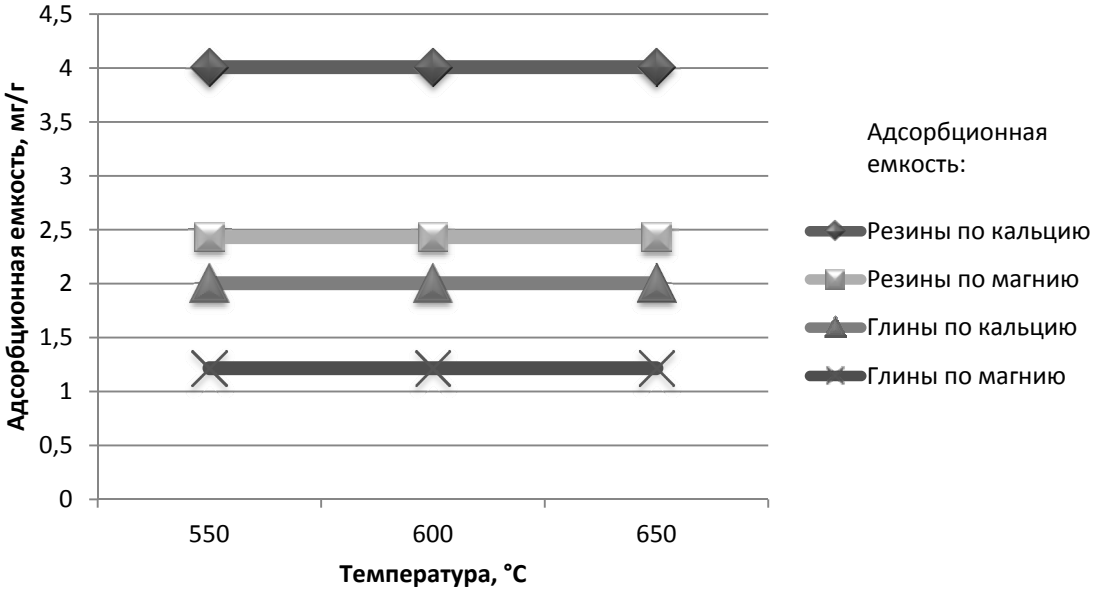


Рис. 2. Зависимость адсорбционной емкости от температуры

На втором этапе эксперимента исследуются адсорбционные свойства продуктов пиролиза – твердого углеродистого остатка и импрегнированной глины. Полученные данные представлены на рисунке 2.

Результаты эксперимента по определению степени адсорбции магния и кальция показывают, что температура обработки не влияет на адсорбционную емкость, как углеродистого остатка резины, так и образцов импрегнированной глины.

На основании проведенного эксперимента можно сделать вывод о том, что пиролиз резины при температуре выше 550°С нецелесообразен, так как повышение выхода твердого углеродистого остатка незначительно. При дальнейшем увеличении температуры происходят интенсивные процессы выгорания.

Таким образом, в результате эксперимента определены технологические параметры пиролиза резины:

Температура – 550°С;

время – 3 часа;

минеральная матрица – красная глина;

катализатор – вода, объемом – 5 $см^3$.

Исследование адсорбционных свойств продуктов пиролиза свидетельствует о возможности применения их в качестве адсорбентов.

На основании эксперимента можно сделать вывод, о возможности внедрения в производственные циклы пиролитического одностадийного способа переработки отходов резины, который по сравнению с существующими, является экологически-безопасным, не требует больших расходов дополнительного сырья и энергетических источников.

1. Комарова, В. Мусор под госконтролем: кто будет регулировать рынок отходов / В. Комарова, Л. Подобедова // РБК [Электронный ресурс]. – офиц. сайт. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/business/12/10/2018/5bbf1ff49a7947f41673dfd2 – Загл. с экрана.

2. Заступов, Н. Д. Пиролитический способ переработки полимерных отходов / Н. Д. Заступов; науч. рук. Л. М. Воропай // XII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых : материалы межрег. науч. конф. (Вологда, 19-23 ноября 2018 г.): [в 2 т.]. Т. 1 / [пред.А. А. Синицын]. – Вологда : ВоГУ, 2018. – С. 355 – 359.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФРЯЗИНОВСКОГО ПАРКА ГОРОДА ВОЛОГДЫ

М.А. Иванова, Е.И. Федченко
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова
г. Архангельск

Создание озелененных территорий в городе включает комплекс ландшафтно-планировочных, инженерных и агротехнических мероприятий, направленных на формирование комфортной среды для нормальной жизнедеятельности и отдыха населения с учетом различных требований.

Актуальность работы определяется экологической обстановкой в городах России и, в частности, в областном центре Вологодской области – городе Вологде.

Целью работы является комплексный анализ современного состояния Фрязиновского парка города Вологды.

Объектом настоящего исследования является Фрязиновский парк в городе Вологде.

В ходе исследования данного объекта была проведена комплексная работа, включающая анализ истории возникновения парка, фиксация количества деревьев и кустарников, а также оценка видового разнообразия.

Значимость работы: представленные результаты работы имеют важное прикладное значение для формирования качественной зеленой зоны города.

Возникновение неофициальной зеленой зоны на данной территории можно отнести к концу 1990-х годов при появлении микрорайонов «Фрязиново» и «Доронино». Неоднократно велись попытки обращений населения к властям города и депутатам городской Думы с просьбой создать парк на незастроенном участке между домами № 26 и № 32 по улице Фрязиновская.

В 2016 году появилась информация о том, что на планируемой парковой территории будет произведено строительство многоквартирного дома для граждан, нуждающихся в переселении из ветхого и аварийного жилья. В связи с этим, была создана рабочая группа под руководством Председателя Общественного Совета города Вологды, в которую вошли представители Законодательного собрания Вологодской области, Ассоциации ТОС, инициативной группы горожан.

В результате проведенной Госэкспертизы, проект на строительство дома имел ряд замечаний, на устранение которых требовалось дополнительное время. Это поставило под угрозу срыва сроков выполнения федеральной Программы по переселению граждан из ветхого и аварийного жилья.

Руководством области и города были приняты следующие меры:

1. Контракт на строительство жилого дома в рамках федеральной Программы по переселению граждан из ветхого и аварийного жилья был расторгнут главой города Вологды.

2. Для обеспечения жильем граждан выбран вариант приобретения готовых квартир у застройщиков города и на вторичном рынке, на что Вологодской области дополнительно были выделены средства.

3. 24 августа 2016 года глава города Вологды Е.Б. Шулепов на встрече с рабочей инициативной группой озвучил информацию о том, что внутри микрорайона «Фрязиново» будет организован парк, расположенный на территории, включающей в себя участки – между домами № 26 и 32 по улице Фрязиновской, пруд и территорию у больницы № 2. На публичных слушаниях жители города проголосовали за перевод рассматриваемого участка из категории ЖЗ «Зона застройки многоэтажными жилыми домами» в категорию Р1 «Зеленые насаждения общего пользования». Было принято решение рекомендовать Городской Думе города Вологды подтвердить это решение и принять постановление о переводе участка в категорию Р1 [1].

С 2017 года начинается новый этап борьбы за зеленую зону. Жители микрорайонов обсудили зонирование, конструктивные элементы и созданные студентами Генпланы будущего парка. В результате был составлен «Эскизный проект строительства Фрязиновского народного парка». В 2017 году поступили сведения о том, что мэр города Травников А.А. принял решение перевести участок в Р1 и создать парковую зону. А в 2018 году территория вошла в проект «Городская среда», и на ее благоустройство выделили 23 миллиона рублей. Однако подрядчик – строительная компания «Новый дом», работу выполнил не в полной мере и некачественно. По итогам работы были обнаружены следующие моменты: всхожесть посеянной травы составила всего 38%; 50% высаженных деревьев не прижились; у пруда около жилого дома № 26 недостаточный слой грунта береговой части (видна георешетка, скрепляющая береговую полосу); не все ландшафтные светильники в рабочем состоянии (многие из них вообще не были установлены); резиновое покрытие на одной из площадок для занятий спортом разрушено; детские площадки нуждаются в ремонте.

Впоследствии неоднократно проводились субботники силами жителей микрорайонов, а также при поддержке Администрации города Вологды, Ассоциации ТОС, многих общественных организаций и партий, обучающихся школ и вузов города.

В начале 2019 года рабочей группой кафедры геоэкологии и рационального природопользования Вологодского государственного университета была проведена научно-исследовательская работа по формированию рекомендаций по озеленению на территории Фрязиновского парка города Вологды. По итогу научно-исследовательской работы полученные результаты были внедрены на территории рассматриваемого парка, то есть, осуществлена аллейная посадка древесных пород: ясеня обыкновенного и клена остролистного.

Ясень обыкновенный – ценное дерево для зеленого строительства благодаря быстрому росту, мощным размерам, стройному стволу и ажурной кроне. Данная порода хорошо переносит зимние морозы.

Клен остролистный имеет большие размеры, прекрасную густую крону, стройный ствол, весьма орнаментальную листву – те качества, за которые клен особо ценится в декоративном садоводстве. Это одна из лучших пород для одиночных и аллейных посадок, красочных мощных групп.

Описанные древесные породы обладают высокими декоративными качествами, а также устойчивостью к агрессивной городской среде, поэтому они были использованы в озеленении.

В настоящее время площадь парка составляет 2,4 га. По состоянию на октябрь 2019 года в парке зафиксировано 13 пород деревьев и кустарников, их общее количество составляет 333 единицы. Преобладающей породой является кизильник блестящий, который составляет 21,6% от общего числа, произрастающих в парке. Второе место занимает клен остролистный, который составляет 15,6%, на третьем месте располагается ива – 13,5%, береза и дуб – 10-11%. Наименее встречаемые породы в парке – сирень, туя и боярышник. Их процент от общего числа составляет 1,5, 1,5 и 1,8% соответственно.

На основании проведенной биоэкологической оценки, выполненной в парке, можно сделать вывод о том, что большинство пород деревьев и кустарников имеют хорошее санитарное состояние.

При проведении работ для Фрязиновского парка были рассчитаны индексы видового разнообразия: индекс разнообразия Маргалефа и индекс разнообразия Менхиника. Данные индексы помогают оценить число видов в определенных выборках, при этом принимая во внимание выравненность и видовое богатство. Главным достоинством этих индексов является простота их расчетов. Значение индекса разнообразия Маргалефа составляет 2,07, значение индекса разнообразия Менхиника – 0,71. Чем выше значения этих индексов, тем выше разнообразие. Сравнив данные индексы с индексами в других парках города Вологды, можно сделать вывод о том, что видовое разнообразие во Фрязиновском парке значительно выше, чем в других парках города.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования следующие: в ближайшей перспективе вместе с преподавателями, обучающимися Вологодского государственного университета и организациями города Вологды планируется дальнейшая работа по улучшению санитарно-эстетического состояния, а именно высаживание древесных и кустарниковых пород, создание цветников и мероприятия по уходу за насаждениями во Фрязиновском парке.

В ходе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что Фрязиновский парк достаточно молодой, большинство пород деревьев и кустарников имеют хорошее санитарное состояние, видовое разнообразие деревьев и кустарников достаточно высокое, парк имеет хорошие перспективы для дальнейшего благоустройства.

1. Градостроительство, городское хозяйство и гражданская оборона Вологды [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://nashdom.vologda-portal.ru/. – Загл. с экрана.

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РТУТИ НА ЗДОРОВЬЕ ЖЕНЩИН ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА

А.И. Корнилова, О.Ю. Румянцева
Научный руководитель ***Е.С. Иванова****, канд. биол. наук, вед. науч. сотр.*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Ртуть (Hg) является токсичным химическим элементом, который содержится в воздухе, воде и почве. В организме человека он не является необходимым элементом и присутствует в следовых количествах. В окружающей среде Hg распространяется естественным образом и благодаря антропогенным процессам. Для Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ртуть и ее соединения являются веществами, которые представляют немаловажную проблему для общественного здравоохранения [1]. Опасность для окружающей среды и живых организмов представляет метилртуть – органическая производная ртути. Рыба и рыбные продукты – основной источник поступления в организм этой формы тяжелого металла. В водоемах Вологодской области были зарегистрированы высокие концентрации ртути в мышцах рыб [2]. Частое употребление рыбы с высокой концентрацией Hg способствует отравлению метилртутью, патологическим изменениям со стороны нервной, сердечно-сосудистой и других систем человека.

Цель работы: определение концентрации ртути в волосах женщин г. Череповца и влияния данного металла на их биохимические показатели крови.

Задачи. В задачи исследования входило:

1. Определить концентрацию ртути в волосах женщин;
2. Выявить связь содержания ртути в волосах женщин с возрастом, индексом массы тела (ИМТ), курением и другими критериями;
3. Выявить связь содержания ртути в волосах женщин с частотой употребления рыбы;
4. Выявить влияние ртути на биохимические показатели крови.

Материалы и методы. Сбор материала осуществлялся в 2019 году в медицинских учреждениях города Череповца. В исследовании приняли участие 1200 женщин в возрасте от 17 до 89 лет. Пробы волос отбирались в виде пучка. Для участниц исследования медперсоналом медицинских учреждений заполнялись анкеты, куда входили данные о: месте проживания, возрасте, весе, курении, рационе питания, биохимических показателях крови. Концентрацию ртути в образцах определяли на ртутном анализаторе РА-915М. Статистическую обработку данных проводили в программе STATISTICA. Достоверность различий концентрации ртути оценивалась с помощью непараметрического коэффициента Краскела-Уоллиса (Z, $p<0,05$), т.к. данные значения распределены не нормально. Корреляционные связи оценивались с помощью непараметрического коэффициента Спирмена (Rs, $p\leq0,05$).

Результаты исследования. Среднее содержание ртути в волосах женщин, проживающих в г. Череповце, составляет 0,538±0,023 мг/кг (таблица 1). При определении корреляционных зависимостей выявилось, что уровень ртути в волосах увеличивается с возрастом (r=0,230; p<0,05) (рисунок 1). Средний уровень концентрации Hg в волосах жительниц города не превышает рекомендованного безопасного значения в 1 мг/кг, даже учитывая, что Череповец является промышленным городом. Значение Hg до 1 мг/кг отмечено у 87 % женщин, превышение 1 мг/кг выявлено у 7 %, выше 2 мг/кг – у 6 %.

Ранее проведенное исследование в Кирилловском районе, который удален от г. Череповца на более чем 100 км, выявило, что средняя концентрация ртути в волосах жительниц данного района в 2 раза выше (1,099±0,118 мг/кг) [3], по сравнению с данными этого исследования. Вероятно, это связано с развитым рыболовством в Кирилловском районе.

Таблица 1

Показатели содержания ртути по всей выборке женщин г. Череповца

N	AM	Median	Min	Max	Q25	Q75	SD	SE
1200	0,538	0,342	0,0004	13,480	0,170	0,616	0,811	0,023

Примечание. N – выборка; AM – среднее арифметическое; Median – медиана, Q25 – нижний квартиль; Q75 – верхний квартиль; SD – стандартное отклонение; SE – ошибка среднего.

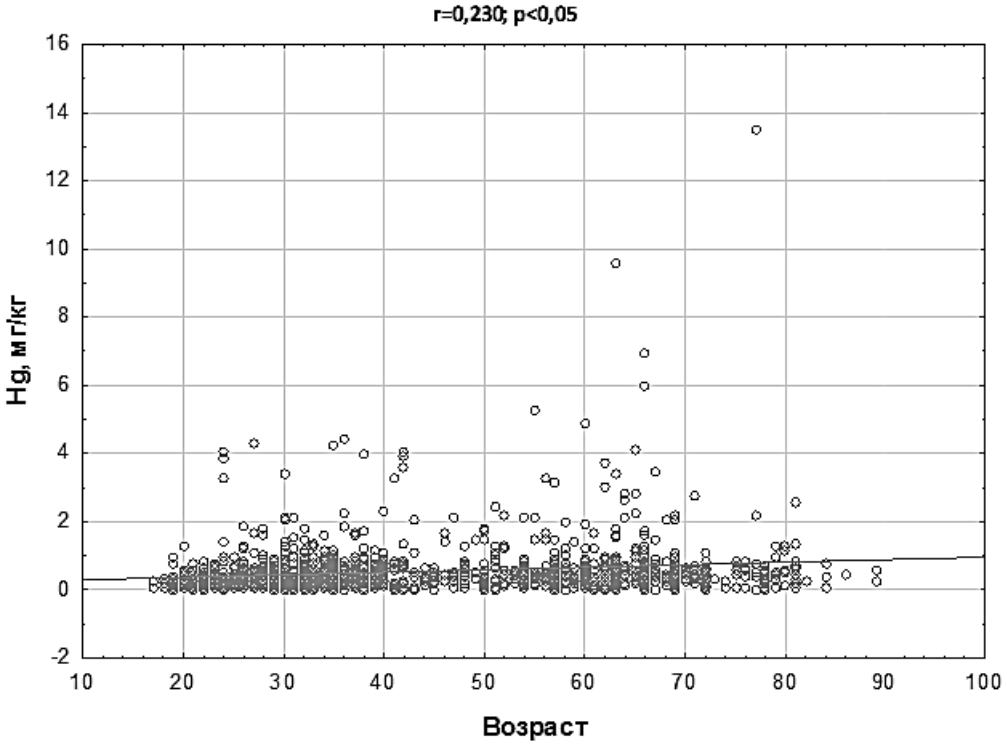


Рис. 1. Положительная корреляционная зависимость содержания ртути в волосах женщин от возраста

Выявлены различия концентрации ртути в волосах женщин, проживающих в Череповце, от возрастной группы, ИМТ и частоты употребления рыбы

(рис. 2). При этом, не выявлено различий между содержанием ртути в волосах жительниц и курением.

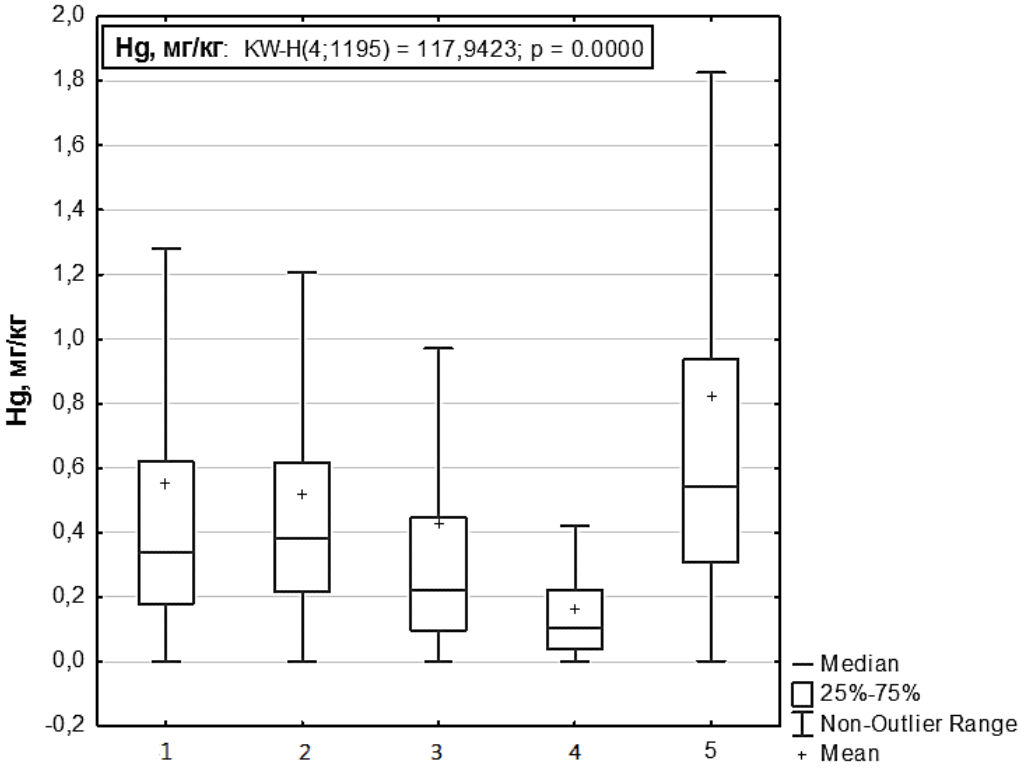


Рис. 2. Концентрации ртути в волосах женщин г. Череповца с разной частотой употребления рыбы: 1 – 1-2 раза в месяц; 2 – как минимум 1 раз в неделю; 3 – менее 1 раза в месяц; 4 – никогда; 5 – несколько раз в неделю

У женщин, употребляющих в пищу рыбу несколько раз в неделю, концентрация Hg в волосах = 0,823±0,097 мг/кг – это в 5 раз выше, чем в волосах женщин, которые не питаются рыбой (0,160±0,023 мг/кг). Жительницы г. Череповца употребляют в пищу 250±7 грамм рыбы в месяц. Рыба приобреталась в супермаркетах и/или была выловлена в водоемах города и области – Рыбинское водохранилище, р. Шексна и р. Ягорба.

Выявлена положительная корреляционная связь между содержанием ртути в волосах женщин и количеством холестерина ($r=0,188$; $p<0,05$), глюкозы ($r=0,136$; $p<0,05$), гемоглобина ($r=0,169$; $p<0,05$), эритроцитов ($r=0,097$; $p<0,05$) и гематокрита ($r=0,152$; $p<0,05$) в крови. При этом с показателями лейкоцитов ($r=-0,099$) и количеством распределения эритроцитов по объему ($r=-0,156$), при $p<0,05$ установлена отрицательная корреляционная связь.

Выводы:

1. Средняя концентрация Hg в волосах жительниц города составляет 0,538±0,023 мг/кг и не превышает рекомендованного безопасного значения (1 мг/кг). Концентрация Hg до 1 мг/кг отмечена у 87% женщин, превышение 1 мг/кг выявлено у 7%, выше 2 мг/кг – у 6%;

2. Выявлены различия концентрации ртути в волосах женщин от: возраста, возрастной группы и ИМТ. Различий между содержанием ртути в волосах и курением не обнаружено;

3. Выявлена связь содержания ртути в волосах женщин Череповца с частотой употребления рыбы;

4. Положительная корреляционная связь обнаружена между содержанием ртути в волосах женщин и количеством холестерина, глюкозы, гемоглобина, эритроцитов и гематокрита в крови, при $p<0,05$. Установлена отрицательная корреляционная связь с показателями лейкоцитов и количеством распределения эритроцитов по объему, при $p<0,05$.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00569.

1. Метилртуть: совмест. изд. Прогр. ООН по окружающей среде, Междунар. орг. труда и ВОЗ: [пер. с англ.]. – М.: Медицина, 1993. – 124 с.: ил. – Гигиенические критерии состояния окружающей среды / ВОЗ; 101. МПХБ: С. 97-121.

2. Степанова, И.К. Накопление ртути в рыбе из водоемов Вологодской области / И.К. Степанова, В.Т. Комов // Экология. – 1997. – Том 28. – № 4. – С. 234-239.

3. Rumiantseva, O.Y. Mercury Levels in the Hair Of Indigenous Population of the Coastal Area of the Vologda Region, Russia / O.Y. Rumiantseva, E.S. Ivanova, A.S. Elizarova, V.T. Komov, N.Y. Podduobnaia // Advances in Engineering Research. – 2018. – Vol. 177. – Pp. 112-116.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ

Д.М. Корякина

Научный руководитель ***Н.А. Дружинин****, д-р с.-х. наук, профессор*

Вологодская молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина

г. Вологда

Старовозрастные насаждения парков имеют не только историческую ценность, но и являются уникальными объектами садово-ландшафтной архитектуры, представляющими большой интерес. Оценка жизненного состояния растительности на этих объектах зеленого строительства является неотъемлемой частью сохранения и сбережения таких насаждений. Данный вопрос является актуальным и требующий особого внимания.

Объект исследования – наземные природные комплексы особо охраняемой природной территории областного значения Грязовецкого муниципального района Вологодской области (памятник природы «Старый парк» в п. Покровское).

Цель исследования: инвентаризация и оценка текущего жизненного состояния зеленых насаждений парка.

Задачи исследования:

- инвентаризация зеленых насаждений;
- дендрометрическая оценка древесно-кустарниковой растительности;
- заполнение учетной и технической документации (сводная ведомость подеревной инвентаризации древесно-кустарниковой растительности; инвентаризационная ведомость древесно-кустарниковой растительности; ведомость древесно-кустарниковой растительности, назначенных в санитарную рубку; ведомость древесно-кустарниковой растительности, нуждающейся в выполнении мероприятий по ее уходу) для организации мониторинговых наблюдений, направленных на сохранение и сбережение памятника природы.

Памятник природы образован решением Исполнительного комитета Вологодского областного Совета депутатов трудящихся от 29 января 1963 года № 98 «Об охране парков, типичных ландшафтов, геологических и палеонтологических памятников природы в Вологодской области» без изъятия земель из хозяйственной эксплуатации [1].

Объект садово-ландшафтной архитектуры расположен в селе Покровском Грязовецкого муниципального района на территории усадьбы Брянчаниновых и заложен в 1810 году. Территория занимает 11,65 га, включает три террасы: основной части из восьми липовых аллей, отделенных фруктовым садом; посадки из хвойных и лиственных старовозрастных деревьев и нерегулярной обсадкой деревьями и кустарниками по границам парка с включением открытого пространства в виде луга [2].

В ходе комплексного исследования проведена сплошная инвентаризация этой древесно-кустарниковой растительности. При выполнении учетных работ фиксировался видовой состав древесных и кустарниковых растений, диаметр стволов, высота растений, диаметры кроны, высоты штамбов. В камеральных условиях рассчитывались средние таксационные показатели, долевое участие пород в составе насаждения, средние баллы санитарной оценки и др.

В настоящее время, на рассматриваемой территории, произрастают древесные и кустарниковые растения искусственного и естественного происхождения. Ввиду неоднородности высотно-возрастного строения зеленых насаждений, выявлена высокая захламленность отдельных частей парка, отмечена растительность вегетативного происхождения, что снижает их эстетическую ценность. Сводная инвентаризационная ведомость объекта садов-ландшафтной архитектуры составлена, в ходе выполненных изысканий, по условно выделенным группам в основной части парка (таблица 1).

- старовозрастные и молодые посадки растений;
- молодые растения, а так же растения вегетативного происхождения, учтенные и рекомендованные к сохранению;
- поросль вегетативного происхождения.

Таблица 1

Сводная ведомость подеревенной инвентаризации древесных и кустарниковых растений основной части парка (старые и новые посадки)

Породный состав	Представленность растительности		Долевое участие растений по классам высоты, %				Средний диаметр ствола, см	Высота штамба, м	Диаметр кроны, м	
	экз.	%	1	2	3	среднее			С-Ю	З-В
Ель обыкновенная *(Picea abies)*	50	6,6	78	14	8	1,3	38,0	4,4	7,5	7,3
Лиственница сибирская *(Larix sibirica)*	26	3,4	12	65	23	2,1	18,0	3,5	6,1	6,2
Сосна обыкновенная *(Pinus sylvestris)*	11	1,5	100	-	-	1,0	46,3	8,8	9,4	8,4
Береза повислая *(Betula pendula)*	57	7,5	94	6	-	1,1	47,1	8,2	9,8	8,8
Дуб черешчатый *(Quercus robur)*	11	1,5	91	9	-	1,1	52,9	6,2	11,9	11,6
Клен остролистный *(Acer platanoides)*	11	1,5	-	44	56	2,6	17,0	1,5	3,3	2,1
Липа мелколистная *(Tilia cordata)*	592	78,1	59	12	29	1,7	36,6	7,4	10,0	9,0
Итого	758	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Единично встречаются молодые растения Ив, Лещины обыкновенной, Осины обыкновенной, Пихты сибирской, Рябины обыкновенной, Черемухи обыкновенной										

В ходе подеревной инвентаризации в общей сложности учтено 3940 растений. В целом, породный состав дендрофлоры на этой территории представлен 19 видами, в том числе 14 древесными растениями и 5 видами кустарников. Среди старовозрастных деревьев преобладающей породой является липа мелколистная (78%). Единично (до 2%) встречаются сосна обыкновенная, дуб черешчатый.

Среди обследованных видов растений 1 классом высоты характеризуются, береза повислая, дуб черешчатый, сосна обыкновенная. Самыми низкими древесными растениями являются клен остролистный. Максимальное значение по среднему диаметру определено для дуба черешчатого (52,9 см). Клен остролистный по этому показателю характеризуется наименьшим значением (17,0 см). Наибольшую проекцию (диаметр) кроны имеет дуб черешчатый. Остальные древесные породы характеризуются близкими значениями по этому показателю.

Среди деревьев, не имеющих исторической ценности, наибольшее долевое участия приходится на сосну обыкновенную (22%), осину обыкновенную (22%), тополь бальзамический (19%). Диаметры варьируют у этих древесных пород от 5,4 до 38,0 см, а высота находится в интервале от 5,8 до 20,3 м.

В ходе оценки старовозрастных растений по санитарному состоянию большая часть из них (72% от общего количества) отнесена к первым 3 категориям (I-III), т.е. признаны здоровыми, без признаков ослабления, с зеленой, блестящей листвой (хвоей), густой кроной, хорошим приростом и отсутствием вредителей и болезней. У них наблюдаются незначительные механические повреждения и небольшое количество усохших ветвей. Доля древесных и кустарниковых растений, характеризующихся неудовлетворительным жизненным состоянием составляет от 1% (для клена остролистного) до 18% (для сосны обыкновенной).

У экземпляров, отнесенных к ослабленным и сильно ослабленным категориям санитарного состояния, процент сухих ветвей на стволах достигал 50%, прирост по высоте практически отсутствовал, зафиксированы признаки болезней и заселения вредителями, многочисленные повреждения, как природного так и антропогенного происхождений. Сильно ослабленными и усыхающими являлись, в большинстве своем, деревья липы мелколистной.

В ходе обследования выявлено 16 разновидностей повреждений. Наиболее распространенными являются дуплистость, сухие сучья, механические повреждения. Среди древесных пород наибольшее количество повреждений зафиксировано у липы мелколистной. Выявлены деревья, у которых выполнена заделка дупел пеной и бетоном. Однако эффективность этих мероприятий очень низкая ввиду неудовлетворительного качества выполненных работ.

Среди обследованных экземпляров наибольшую ценность в историческом отношении имеют следующие древесные породы: липа мелколистная, лиственница сибирская, дуб черешчатый. Для данных пород составлены паспорта [3], запланирован дальнейший мониторинг за этими деревьями.

В ходе выполненных изысканий: выполнена дендрометрическая оценка дендрофлоры парка, оценено жизненное состояние и высотно-возрастное строение насаждений. Выделены исторически ценные растения. Составлена дендрологическая схема парка и техническая документация, которая позволит в дальнейшем назначить необходимые мероприятия по уходу за зелеными насаждениями для сохранения и сбережения парка. Определены объемы по уходу за растительностью зеленых насаждений и удалению опасных и аварийных деревьев.

1. Постановление Правительства Вологодской области от 21.11.2006 № 1115 «Об утверждении положения об особо охраняемой природной территории областного значения "Памятник природы "Старый парк" в деревне Покровское Грязовецкого района Вологодской области» [Электронный ресурс]. – Электрон.

дан. – Режим доступа: http://oopt.aari.ru/sites/default/files/documents/pravitelstvo-Vologodskoy-oblasti/N1115_21-11-2006.pdf – Загл.с экрана.

2. Репина Н.Н., Чхобадзе А. Б. Экологический мониторинг старинных парков Вологодской области и мероприятия по их сохранению / Н.Н. Репина, А. Б. Чхобадзе // Русская усадьба. – Вып.10. – Москва, 2004. – С. 187-192.

3. Дружинин Ф.Н., Макаров Ю.И., Корякина Д.М. Паспортизация как средство мониторинга ценных древесных и кустарниковых растений // Лесной журнал. – 2018. – № 5. – С. 94–104.

РТУТЬ В ГЕЛЬМИНТАХ ОКУНЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

О.А. Круглова, Т.С. Воронина
Научный руководитель ***В.В. Петрова,*** *канд. биол. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Ртуть занимает одно из ведущих мест среди тяжелых металлов, оказывающих токсическое воздействие на живые организмы. Среди доступных для поступления в организмы форм ртути – металлическая или элементарная ртуть, неорганические соли ртути и её органические соединения, последние обладают наиболее значительным токсическим воздействием. В водоемах к образованию органических метилртутных соединений приводят бактериальные процессы. Наиболее интенсивно они протекают в донных отложениях водоемов, конечным трофическим звеном в которых является рыба. В мышцах рыб до 90–99% ртути находится в наиболее токсичной метилированной форме [3]. Однако, ихтиопаразиты также способны к биологической аккумуляции ртути. Так, была показана способность некоторых гельминтов рыб накапливать в себе тяжелые металлы (ТМ) в концентрациях, в разы превышающих концентрацию ТМ как в тканях хозяев, так и в водной среде [1]. Эту особенность ихтиопаразитов представляется возможным использовать в биондикационной оценке антропогенного загрязнения водной среды ТМ. Для выявления степени загрязнения водоёма ТМ, предпочтительнее использовать паразитов со сложным циклом развития, т.к. развитие паразитов со сменой хозяев и чередованием поколений, проходящее в ходе онтогенеза в водной среде, определяет возможности дать интегрированную характеристику динамики накопления ТМ в данном водоеме.

Нами исследовался европейский окунь *Perca fluviatilis* (L.), выловленный в различных участках Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища.

Шекснинский плёс – вытянутый, сравнительно узкий и мелководный участок северо-восточной части водохранилища, воды которого подвергаются влиянию такого крупного промышленного центра, как г. Череповец. Выбор

объекта исследования определялся тем, что окунь в водохранилище является ценным промысловым видом, а также популярным объектом спортивного лова. Целью наших исследований явилось определение содержания общей ртути в гельминтах окуня, а также в органах и тканях зараженных рыб.

Нами проводился анализ гомогената мышц и печени окуня *P. fluviatilis* (L.), а также *его* кишечных гельминтов: цестод – *Proteocephalus percae*, скребней – *Acanthocephalus lucii*, нематод – *Camallanus lacustris*. Кроме этого, содержание общей ртути определялось в личинках цестод - плероцеркоидах *Triaenophorus nodulosus*, инцистированных в печени исследованного окуня.

Пробы для определения содержания общей ртути и их хранение проводили по методике, предложенной В.Т. Комовым [2]. Содержание общей ртути в пробах определяли в 3 повторностях на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс). Масса окуня составила от 31 г до 349 г, длина – от 11 см до 24 см.

Заражённость исследованного нами окуня кишечными гельминтами довольно высока, а именно, интенсивность инвазии окуня цестодами *P. percae* составила – 5,75; скребнями *A. lucii* – 3,27; нематодами *C. lacustris* – 20,19. Интенсивность инвазированности печени окуня Шекснинского плёса личинками *T. nodulosus* – составила 6,58. Все исследованные нами гельминты имеют сложный жизненный цикл, где промежуточными хозяевами являются либо планктонные веслоногие ракообразные – для цестод и нематод, либо бентосные водяные ослики *Asellus aquaticus* (L.) – для скребней. Окунь для плероцеркоидов *T. nodulosus* является промежуточным хозяином, другие виды исследованных нами гельминтов заканчивают в окуне свой жизненный цикл.

Содержание общей ртути в двух видах ихтиопаразитов – цестодах *P. percae* и скребнях *A. lucii*, превысило содержание этого ТМ в мышцах и печени рыбы соответственно в 45 и в 9 раз, причем цестоды содержали общей ртути в 5 раз больше, чем скребни. В исследованиях по содержанию других ТМ – Zn, Mn, Cr, Cu, Pb и Cd в окуне и в цестодах *P. percae* результаты аккумуляции совпадают с нашими исследованиями, однако степень превышения содержания ртути на порядок выше [4].

В нематодах *C. lacustris* показатели содержания общей ртути оказались в 1,5 раза ниже, чем в органах и тканях окуня. В плероцеркоидах *T. nodulosus* уровень аккумуляции ртути оказался самым низким – в 5 раз ниже, чем в мышцах и печени окуня. Это согласуется с исследованиями по накоплению других ТМ в личиночных формах *T. nodulosus*.

Полученные нами результаты показали, что накопление ртути такими кишечными паразитами, как *P. percae* и *A. lucii* происходит более активно, чем органами и тканями рыб-хозяев. Таким образом, они могут быть использованы в качестве биоиндикационных тест-объектов загрязнения водоемов ртутью.

Кроме того, полученные нами данные позволяют оценить современную экологическую ситуацию в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища, как достаточно тревожную и требующую дальнейшего мониторинга его ток-

сикологического состояния. Дальнейшее изучение динамики накопления ртути в органах и паразитах рыб и их ихтиопаразитах позволит накапливать информацию о фоновом содержании ртути в исследованном водоёме.

1. Гордеев И.И. Накопление тяжелых металлов паразитами рыб // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы V научно-практической конференции молодых ученых с международным участием / Под ред.: М.В. Сытовой, И.И. Гордеева, К. А. Жуковой. — Москва: Изд-во ВНИРО, 2017. — 298 с.

2. Комов В.Т., Степанова И.К., Гремячих В.А. Содержание ртути в мышцах рыб из водоемов Северо-Запада России: причины интенсивного накопления и оценка негативного эффекта на состояние здоровья людей // Актуальные проблемы водной токсикологии. 2004. Борок: ИБВВ РАН. – С. 99-123.

3. Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Материалы Международного симпозиума (Москва, 7-9 сентября 2010 г.). – Москва: ГЕОХИ РАН, 2010. – 477 с.

4. Салтыкова С. А. Накопление тяжелых металлов в рыбах Ладожского озера и в их паразитах // Вестник Кольского научного центра РАН. Научный журнал. – 2011. – № 2(5). – С. 88-93.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОЦЕЛЛЮЛОЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОНОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

Н.А. Лебедева, А.В. Попов
Научный руководитель ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проблема утилизации отходов как в целом в России и в ее регионах является весьма актуальной. Это относится не только к твердым коммунальным отходам, но и к отходам производства, в частности древесных отходов. Одним из способов утилизации древесных отходов является их применение для производства микроцеллюлозы [1].

Целью данного исследования является разработка технологии получения кристаллов микроцеллюлозы из отходов древесины с использованием ионометрического метода.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Выполнить литературный и патентный поиск по способам получения микроцеллюлозы;
2. Опытным путём установить оптимальные условия получения микроцеллюлозы ультразвуковым способом;

3. Определить интервалы значения pH экстрактов древесных отходов, которые обеспечивают максимальный выход микроцеллюлозы с индексом кристалличности от 1,7 до 1,9.

Объектом исследования являются еловые и берёзовые опилки.

Предметом исследования является ультразвуковая технология получения микроцеллюлозы.

Методы исследования: гравиметрический, ионометрический, фотоэлектроколориметрический.

В производственных условиях микроцеллюлозу получают как кислотным, так и щелочным гидролизом древесных опилок. При кислотном гидролизе используют растворы серной, соляной или азотной кислот; при щелочном – раствор гидроксида натрия [2].

Авторы [2] отмечают, что выход микроцеллюлозы колеблется от 55 до 60%, при этом микроцеллюлоза имеет разный индекс кристалличности. В случае щелочного гидролиза с применением ультразвука, кроме микроцеллюлозы образуется аморфная структура, которая обволакивает кристаллы и снижает её адсорбционные свойства.

Кроме указанных выше недостатков встаёт проблема утилизации кислых или щелочных экстрактов древесины, которые вызывают коррозию оборудования и требуют стадии предварительной нейтрализации перед их поступлением в общую канализационную систему.

В настоящей работе в отличие от известных технологий получения микроцеллюлозы предлагается проводить ультразвуковую обработку древесных опилок в контактном низкочастотном реакторе в воде с добавлением буферного раствора двойного оксалата калия, который при концентрации 0,001 моль/л обеспечивает кислый характер среды и способствует увеличению выхода кристаллической целлюлозы от 75 до 78%.

При использовании опилок средней фракции время озвучивания составляет от 20 до 45 минут в зависимости от влажности древесного сырья и его вида. Также экспериментально установлено, что с изменением времени озвучивания изменяется температура среды, число кавитации и значение pH среды от кислой до нейтральной. При значении pH от 5,5 до 6,8 наблюдается образование смолянистой фракции, которая всплывает на поверхность, частично попадает в фракцию микроцеллюлозы и вызывает слипание частиц.

С целью устранения данного недостатка в работе предлагается контролировать процесс гидролиза древесных отходов для получения микроцеллюлозы по изменению значения pH среды.

При выполнении эксперимента, на первом этапе готовят образцы берёзовых и хвойных опилок. Известно, что чем выше влажность опилок, тем меньше время озвучивания. Для получения влажных фракций опилки помещают на сито толщиной 2–3 см и обрабатывают паром. После паровой обработки помещают в ультразвуковой реактор, в котором налит раствор двойного оксалата калия. При этом соблюдают следующие расходные коэффициенты: 1 литр рас-

твора оксалата калия концентрации 0,001 моль/л; 150 граммов влажных опилок. Измеряют исходную температуру раствора и с помощью иономера значение pH среды. После включения ультразвукового реактора определяют также кавитометром число кавитации, температуру среды и значение pH раствора через каждые 5 минут в течение 45 минут (оптимальное время, установленное ранее). Результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение технологических условий обработки отходов древесины

Время озвучивания (мин)	Вид опилок					
	еловые			берёзовые		
	число кавитации	T0	pH	число кавитации	T0	pH
0 минут	-	220С	2,3	-	220С	2,3
5 минут	980	430С	2,5	1000	480С	3,1
10 минут	1080	720С	2,9	1050	760С	3,3
15 минут	870	950С	4,3	890	960С	4,6
20 минут	740	95-960С	5,7	760	960С	5,8
25 минут	700-720	95-960С	6,1	700	960С	6,5
30 минут	700	95-960С	6,3	700-710	960С	6,6
35 минут	700	95-960С	6,5	700-710	960С	7,1
40 минут	690	95-960С	6,6	680	960С	7,2
45 минут	650	95-960С	6,5	640	960С	7,3

После разделения фракций методом фильтрования (фильтр Шотта) выделяли жидкие и твёрдые остатки. В жидкой фракции определяли содержание редуцирующих сахаров; твёрдую фракцию снова помещают в ультразвуковой реактор и отмывают в дистиллированной воде до установления постоянного значения pH (6-6,7).

После выделения сахаров, древесину помещают в сушильный шкаф, выдерживают до постоянной массы и определяют выход микроцеллюлозы.

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что с увеличением времени озвучивания увеличивается температура, уменьшается число кавитации, что доказывает, что в обрабатываемый раствор поступают сахаристые фракции, состоящие из низкомолекулярных компонентов древесины, которые увеличивают вязкость раствора. Одновременно наблюдается увеличение значения pH от 2,3 до 6,5-6,8, что свидетельствует о протекании химических реакций в системе. Вероятно, оксалат калия не только определяет характер среды, но и сам является реагентом и взаимодействует с растворимыми фракциями древесины, с образованием сложных эфиров, за счёт чего происходит связывание остатков щавелевой кислоты и нейтрализация экстракта.

Экспериментальные результаты также доказывают, что гидролиз берёзовых опилок протекает с большей скоростью в сравнении с гидролизом хвойных опилок, что согласуется с теорией.

Динамика изменения значений pH растворов свидетельствует, что резкий скачок кислотного показателя среды наблюдается только через 15 минут озвучивания при температуре 95-960°С.

Вероятно, в этот момент, начинается реакция этерификации между фракциями древесины и буферным раствором. Через 35 минут достигается максимальное значение pH (экстракт хвойных опилок 6,5; экстракт берёзовых опилок 7,1). При дальнейшем времени озвучивания водородный показатель практически не изменятся.

Таким образом, при гидролизе древесины происходит изменение pH среды, по значению которого можно определить глубину протекания гидролиза и вымывания сахаристых фракций из отходов древесины, что позволяет моделировать технологический процесс. Поэтому предлагается установить в низкочастотном ультразвуковом реакторе иономер, работающий в автономном режим.

1. Никишов, В.Д. Проблемы переработки отходов древесины [Текст] / В.Д. Никишов // Лесной вестник – 2010. – № 5(74). – 146 с.

2. Трофимова Н.Н. Изучение кислотного гидролиза полисахаридов древесины лиственницы для получения кристаллической глюкозы [Текст] / Н.Н. Трофимова, В.А. Бабкин // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 31-37.

ПРОВЕДЕНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ТАРНОГСКИМ ЛЕСХОЗОМ-ФИЛИАЛОМ ЗА 2009–2018 ГОДЫ

А.А. Лесукова

Научный руководитель ***А.С. Новосёлов,*** *канд. с.-х. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Возобновление леса представляет собой процесс восстановления основного компонента леса – древесной растительности, древостоя. Развитие древостоя способствует образованию лесной среды, других компонентов леса как растительных, так и животных, характерных для него подлеска, напочвенного покрова в виде мхов, лишайников, лесных травянистых растений, появление ягод и грибов, а также лесной дичи [1].

В Вологодской области на 2018 год, площади, занятые лесными ресурсами, занимают 11,7 млн. гектар, то есть 81% от территории области. Из них покрыто лесной растительность 9,9 млн. гектар. Земли особо охраняемых природных территорий занимают 121,2 тыс. гектар. Площадь нелесных земель в лесном фонде составляет 1,3 млн. гектар (9%). Лесовосстановление выполнено на площади 75,5 тыс. гектар – 105% от плана (104% к объему 2017 года).

Область обеспечена посевным и посадочным материалом, в питомниках и теплицах выращено 17,5 млн. штук сеянцев хвойных пород [2].

В Тарногском лесхозе-филиале лесовосстановление сочетается из мероприятий по производству лесных культур, обеспечению естественного лесовозобновления, созданию лесосеменной базы и питомнического хозяйства. При этом основным способом лесовосстановления выступает создание лесных культур посадкой или посевом. Причём основная масса лесных культур создавалась из хвойных пород (сосна и ель). Как правило, в Тарногском районе применяются искусственые и комбинированные способы лесовосстановления [3].

В ходе исследования были решены следующие ***задачи: 1)*** обработаны архивные данные по лесовосстановлению (создан банк данных) и ***2)*** проанализированы лесовосстановительные работ за отчётный период с 2009 по 2018 годы.

Обсуждение результатов исследования. В состав лесхоза-филиала входит семь колхозов и три лесничества. Данные учёта лесных культур представлены по участковым лесничествам с входящими в них колхозами и сельскохозяйственными производственными кооперативами: Северное лесничество («Заря», «Ленинский Путь»), Тарногское лесничество («им. Тимирязева», «Тарногский») и Верховское лесничество в таблице 1. Но колхоз «Тарногский» не участвует в расчёте, так как посадки производились только в 2003 году, а остальные – осуществляли деятельность с 2009 года.

Таблица 1

Учёт лесных культур в Тарногском лесхозе-филиале с 2009 по 2018 гг.

Годы	Участковые лесничества					
	Северное		Верховское		Тарногское	
	искусств., га	комбинир., га	искусств., га	комбинир., га	искусств., га	комбинир., га
2003	-	-	-	-	**6,0**	-
2009	3,0	-	-	-	-	-
2010	-	-	3,0	-	-	-
2011	10,0	-	3,0	-	-	-
2012	-	6,0	3,0	4,0	-	-
2013	3,0	4,9	-	-	-	-
2014	3,0	10,0	-	-	-	-
2015	3,0	10,0	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	3,0	10,0
2017	-	-	-	-	4,8	8,2
2018	3,9	9,1	-	-	-	-
Итого	25,9	40,0	9,0	4,0	7,8	18,2

В целом восстановление проводилось больше в Северном лесничестве, за исключением 2010, 2016 и 2017 гг. В Верховском проводилось с 2010 по 2012, а в Тарногском с 2016 по 2017 годы.

Площадь восстановления рассчитывается за установленный период, поэтому наглядно видно, что хоть объектов искусственного лесовосстановления больше, по площади лидирует именно комбинированный способ создания культур представлено.

Комбинированное лесовосстановление в Северном лесничестве на 14,1 гектар больше искусственного. В то время как в Верховском искусственное лесовосстановление на пять гектар больше, чем комбинированное. А в Тарногском лесничестве посадки комбинированным восстановлением на 10,4 гектара превышают искусственный способ.

В зависимости от общей лесовосстановительной площади, выведены проценты, которые приходятся на каждый способ восстановления по участковым лесничествам и представлены на рисунке 1.

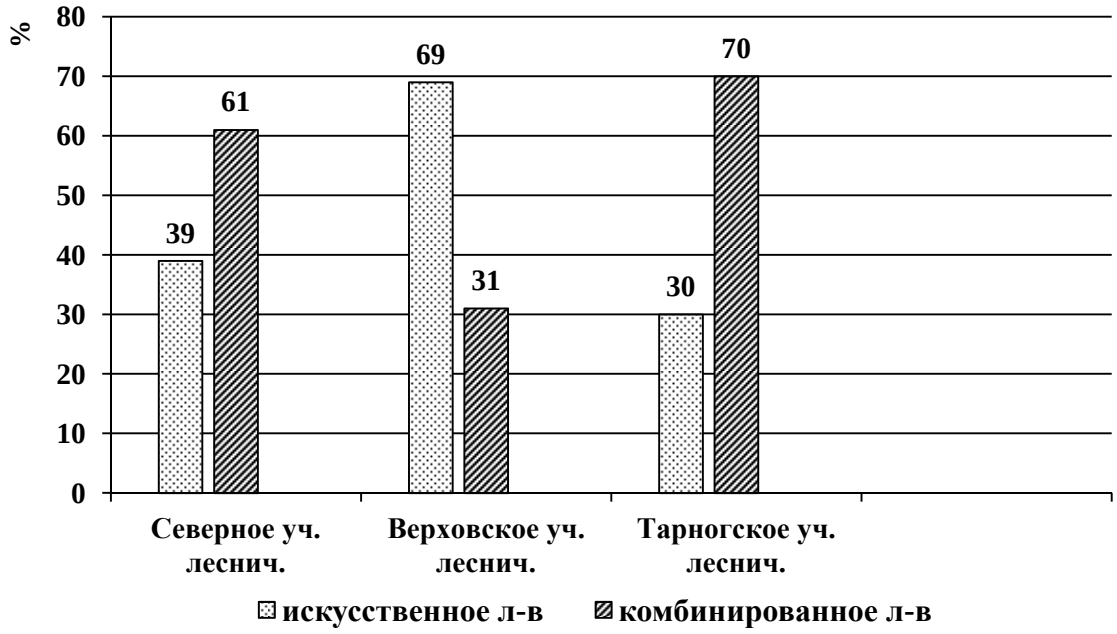


Рис. 1. Распределение лесовосстановительных мероприятий за учётный период

В Северном участковом лесничестве площадь лесовосстановления с 2009 по 2018 годы составляла 65,9 гектар, в Верховском – 13 гектар, и в Тарногском – 26 гектар. Хотя площадь самого Верховского лесничества занимает 62 707 гектар, лесовосстановление проводилось в недостаточной мере. И использование комбинированного способа на 38 % меньше, искусственного.

В двух других лесничествах, их площади соответственно: Тарногское лесничество – 33 242 гектара, Северное – 19 451 гектар; предпочтительно выбран комбинированный способ лесовосстановления.

На основании сказанного выше сформулированы следующие ***выводы***:

1) Верховское лесничество только с 2010 по 2012 годы проводило лесовосстановление на площади в три гектара;

2) с 2013 по 2017 годы в Северном лесничестве относительно двух других объектов отмечена высокая эффективность искусственного лесовосстановления;

3) общая площадь Верховского участкового лесничества больше, тем не менее, эффективность проведения лесовосстановления меньше;

4) в Тарногском участковом лесничестве 70% комбинированное лесовосстановление.

1. Мелехов, И. С. Лесоведение: учебник для вузов [Текст] / И. С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 408 с.

2. Публичный доклад о результатах деятельности лесного комплекса Вологодской области за 2018 год [Текст]. – Вологда: Департамент лесного комплекса Вологодской области, 2019. – 52 с.

3. Лесохозяйственный регламент Тарногского лесничества на территории Вологодской области [Текст]. – Вологда: Департамент лесного комплекса Вологодской области, 2017. – 139 с.

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕЛЕНЫХ ЗОН ТАРНОГСКОГО РАЙОНА

А.А. Одинцов

Научный руководитель ***С.М. Хамитова****, канд. с.-х. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Лесная рекреация – одна из форм биологического природопользования, при которой происходит косвенная эксплуатация биологических ресурсов леса. Она направлена на восстановление здоровья и работоспособности утомленного человека [1].

В ходе исследования была проведена оценка рекреационного потенциала четырех лесных зон, а именно: «Малахов Бор» и Бор у деревни Николаевская расположенные в черте Тарногского Городка, «Спасский Бор» расположенный вблизи поселения Спасский Погост, заказник «Илезский» располагающийся у поселения «Илезский Погост». На основании оценки лесных участков выполнена оценка рекреационного потенциала зеленых зон вблизи населенных пунктов Тарногского района. Площадь исследованных лесных участков составила 119,3 гектара.

Оценка рекреационного потенциала проходила по методике С.Л. Рысина [2], при которой проводился анализ по трем ключевым группам показателей: привлекательность, комфортность для отдыхающих, устойчивость к рекреационному воздействию.

Привлекательность выбранного участка насаждений определяется его составом, возрастом, ярусностью, высотой древостоя, мозаичностью, рекреационной нарушенностью, декоративностью, замусоренностью и санитарным состоянием. ***Комфортность*** для посетителей учитывает дорожно-тропиноч-

ную сеть, рельеф, доступность, влажность местообитания, расстояние до водоёма, загрязнение воздуха, наличие шума, и наличие насекомых. При определении ***устойчивости к рекреационным нагрузкам*** учитываются: наличие подроста и подлеска, возраст древостоя, устойчивость главного вида, устойчивость нижних ярусов, мощность подстилки, мощность дернины, мощность гумусового горизонта, гранулометрический состав почвы, уклон поверхности.

Работы проходили в два этапа: первый этап включал сбор материалов в местном лесничестве и обследование изучаемых лесных участков входе полевых исследований. Второй этап представлял собой камеральную обработку полученных данных.

Характеристика привлекательности лесных зеленых зон (таблица 1) показывает, что три из них имеют высокое качество насаждений по данному показателю. Спасский бор имеет очень высокую привлекательность лесного участка, наибольшую из всех рассматриваемых лесных площадей. Это обусловлено оптимальным возрастом, естественным происхождением, отсутствующей замусоренностью и в целом высокой устойчивостью (санитарным состоянием).

Таблица 1

Оценка привлекательности насаждений

Название насаждения	Площадь, га	Площадь исследованного участка от всей площади, %	Сумма баллов	Коэффициент	Качество
Малахов Бор	18,3	15,3	28	0,72	высокое
Бор у деревни Николаевская	11,0	9,2	32	0,80	высокое
Спасский Бор	27,0	22,6	33	0,82	очень высокое
Заказник «Илезский»	63,0	52,9	30	0,75	высокое

Характеристика комфортности зеленых зон для посетителей (таблица 2) показала, что все выбранные лесные участки обладают высоким качеством комфортности. Наиболее комфортными являются Малахов Бор и бор у деревни Николаевская.

Таблица 2

Оценка комфортности насаждений

Название зелёной зоны	Тип леса	Сумма баллов	Коэффициент	Качество
Малахов Бор	Сосняк брусничный	25	0,84	очень высокое
Бор у деревни Николаевская	Соснякчерничный	26	0,84	очень высокое
Спасский Бор	Сосняк брусничный	26	0,72	высокое
Заказник «Илезский»	Сосняк кисличный	29	0,69	высокое

Оценка устойчивость насаждений к рекреационным нагрузкам (таблица 3) показывает, что все выбранные участки обладают высокой устойчивостью к рекреационным нагрузкам. Спасский Бор и заказник «Илезский» обладают очень высокой степенью устойчивости.

Таблица 3

Оценка устойчивости насаждений к рекреационным нагрузкам

Название зелёной зоны	Класс возраста	Бонитет	Сумма баллов	Коэф-фициент	Качество
Малахов Бор	8	3	31	0,74	высокое
Бор у деревни Николаевская	7	2	33	0,78	высокое
Спасский Бор	5	2	35	0,84	очень высокое
Заказник «Илезский»	9	2	34	0,81	очень высокое

Исследованные лесные зеленые зоны представлены Вторым классом рекреационной ценности. Насаждения Второго класса рекреационной ценности являются подходящими для рекреации, и каждое из насаждений рекомендуется использовать для этих целей, без каких-либо ограничений.

По результатам исследования нужно сделать следующие выводы:

1. Все исследованные лесные участки относятся ко Второму классу рекреационной ценности.

2. Каждый из исследованных лесных участков можно использовать для рекреационных целей без каких-либо ограничений.

3. Наиболее высокую оценку привлекательности и устойчивости Насаждений имеет «Спасский Бор».

1. Прешкин, Г.А. Нормативы оценки лесных благ: проблемы, решения: монография / Г. А. Прешкин. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 325 с.

2. Рысин, С. Л. Оценка рекреационного потенциала насаждений как основа организации мониторинга их состояния: учебное издание / С. Л. Рысин. – Москва: МГУЛ, 2002. – 162 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ВОЛОГДЫ ВЗВЕШЕННЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

И.Н. Павлов
Научный руководитель ***В.М. Макеев****, канд. геогр. наук, доцент*
Российский государственный гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург

Согласно ГН 2.1.6.3492-17 [1] под взвешенными веществами понимается аэрозоль, содержащийся в атмосферном воздухе населенных пунктов, состоящий из пылевых частиц недифференцированных по своему составу. По уровню опасности возвещённых вещества относятся к 3-му классу. Максимально разовая предельно допустимая концентрация (ПДКмр) взвешенных веществ в атмосферном воздухе населенных мест составляет 0,5 мг/м^3, среднесуточная (ПДКсс) – 0,15 мг/м^3. Для аэрозолей металлов, солей металлов, биологических соединений, пластмасс и других органических и неорганических соединений устанавливаются собственные ПДК.

Первичными антропогенными источниками взвешенных веществ являются двигатели внутреннего сгорания, сжигание твердого топлива, строительство, добыча полезных ископаемых, производство цемента, керамики и кирпича, а также эрозия дорожного покрытия вследствие движения автотранспорта и истирания тормозных колодок и шин [2].

Взвешенные частицы могут образовываться в воздухе путем трансформации оксидов азота, главным источником которых является автомобильный транспорт, а также из двуокиси серы попадающей в атмосферу при сжигании содержащего серу топлива [2].

Взвешенные вещества оказывают негативное влияние на здоровье человека, при этом отрицательное воздействие загрязнения воздуха велико даже при относительно низких концентрациях [2].

Целью данного исследования являлась оценка загрязнения атмосферного воздуха города Вологды взвешенными веществами.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

1. Определена частота превышения нормативных значений концентраций взвешенных веществ;
2. Произведен анализ сезонной изменчивости концентраций;
3. Дана количественная оценка многолетней изменчивости концентраций.

Материалом для исследования послужили данные наблюдений Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период с 2001 по 2019 гг. на 2 постах Государственной сети наблюдения за загрязнением атмосферы. Пост 1 (ул. Горького, д. 114) относится к категории «автомобильный», пост 2 (ул. Чехова, д. 9) – «промышленный».

Максимальные концентрации взвешенных веществ в атмосферном воздухе зафиксированные на постах наблюдения в г. Вологде, а также частота превышения предельно допустимых концентраций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Максимальные концентрации взвешенных веществ и частота превышений ПДК за период с 2001 по 2019 гг.

Пост наблюдения	Максимальная разовая концентрация, мг/м3	Число случаев с ≥1ПДКмр	Максимальная среднесуточная концентрация, мг/м3	Число случаев с ≥1ПДКсс
1	1,10 (2,2 ПДКмр)	8	0,50 (3,3 ПДКсс)	153
2	0,50 (1,0 ПДКмр)	10	0,37 (2,4 ПДКсс)	439

На рисунке 1 показана динамика среднегодовых концентраций взвешенных веществ относительно ПДКсс за период с 2001 по 2018 гг. с нанесенными линейными трендами.

Рис. 1. Среднегодовые концентрации (2001–2018 гг.)

Загрязненность атмосферы взвешенными веществами в начале рассматриваемого периода на обоих постах наблюдений была относительно невысока (в среднем менее 0,3 ПДКсс). Однако в течение всего периода наблюдается отчетливая тенденция роста среднегодовых концентраций, наиболее выраженная на посту № 2. При этом до 2006 года среднегодовые концентрации на посту № 2 в среднем были ниже, чем на посту № 1, а начиная с 2007 года уровень загрязнения взвешенными веществами на посту № 2 стал стабильно выше, чем на посту № 1.

При аппроксимации временного ряда среднегодовых концентраций линейной функцией отмечается рост среднегодовых концентраций взвешенных веществ на 0,12 ПДКсс/10 лет на посту №1 и 0,35 ПДКсс/10 лет на посту № 2.

На рисунке 2 представлены среднемесячные концентрации взвешенных веществ относительно ПДКсс за периоды с 2001 по 2018 гг. и 2015–2018 гг.

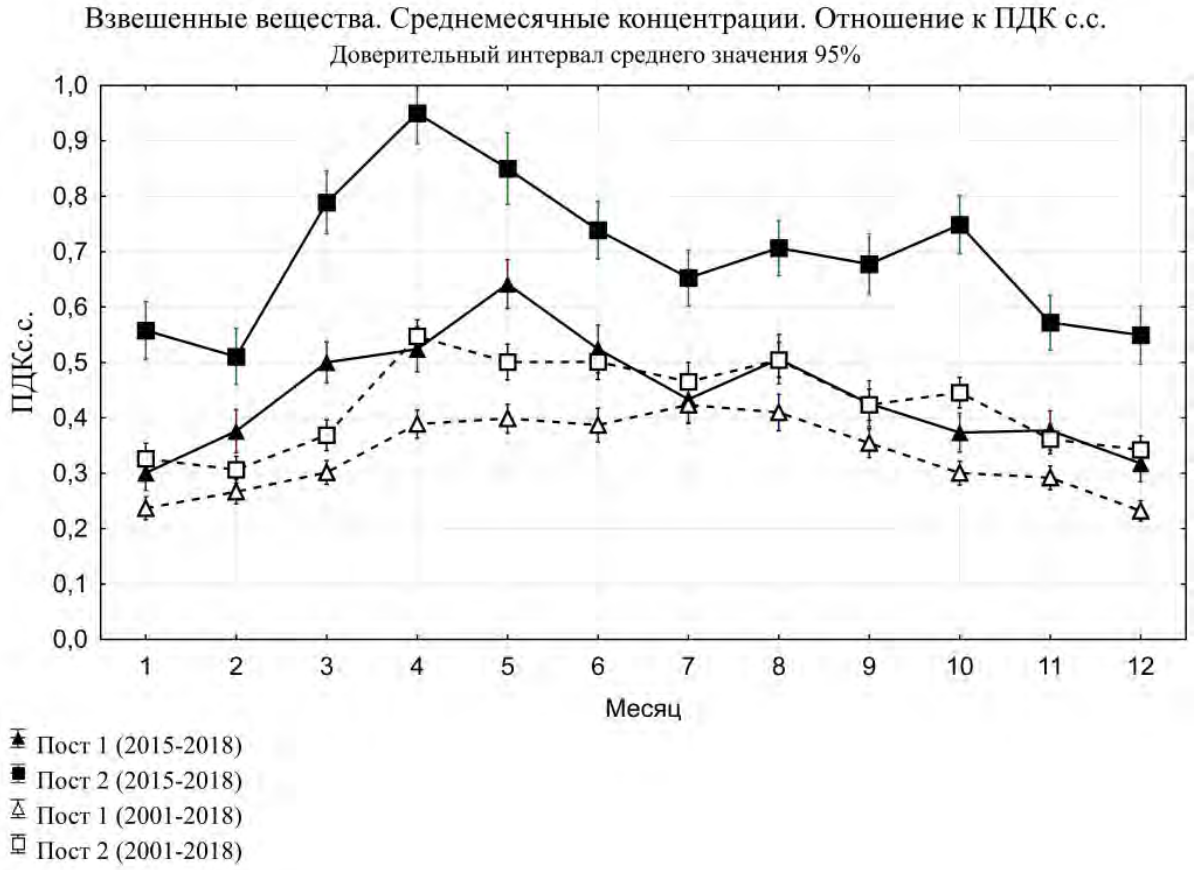


Рис. 2. Среднемесячные концентрации за период 2001–2018 гг.

Согласно рисунку 2 наибольшие среднемесячные концентрации взвешенных веществ рассчитанные за период с 2001 по 2018 гг. на посту № 1 отмечаются в июле, а на посту № 2 в апреле. При этом сравнительный анализ среднемесячных концентраций рассчитанных за период с 2015 по 2018 гг. показывает неоднородность динамики роста концентраций в зависимости от сезона и поста наблюдения.

Таблица 2

Скорость увеличения среднесезонных концентраций за период с 2001 по 2018 гг.

Пост наблюдения	Скорость увеличения концентраций по сезонам, ПДКсс/10 лет			
	Декабрь-Февраль	Март-Май	Июнь-Август	Сентябрь-Ноябрь
1	0,07	0,14	0,16	0,08
2	0,28	0,41	0,28	0,33

Согласно таблице 2 скорость увеличения концентраций на посту № 2 выше в течение всего года. При этом наибольший прирост концентраций на посту № 2 отмечается в весенние месяцы, а на посту № 1 летом и весной.

Таким образом, взвешенные вещества являются значимым загрязнителем атмосферного воздуха городов, имеют множество источников первичного и

вторичного поступления в атмосферу, а также оказывают разнообразные негативные эффекты на здоровье человека, даже в небольших концентрациях.

За последние два десятилетия в атмосферном воздухе Вологды отмечается негативная динамика содержания взвешенных веществ – наблюдается устойчивый тренд к росту концентраций. В последние годы неоднократно наблюдалось среднемесячные концентрации взвешенных веществ превышающие среднесуточные нормативы.

Наблюдаемая ситуация требует принятия мер по снижению объемов поступления взвешенных веществ в атмосферу, за счёт увеличения эффективности очистки выбросов и уменьшения количества низких передвижных источников, а так же за счёт мер регулирования выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях.

1. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [электронный ресурс]: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 22.12.2017. – Введ. 20.01.2008. – URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102459508&rdk=0 (дата обращения: 13.08.2019).

2. Воздействие взвешенных частиц на здоровье. Значение для разработки политики в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. 2013. Режим доступа: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/189052/Health-effects-of-particulate-matter-final-Rus.pdf (дата обращения 01.10.2019).

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПАРКА ПОБЕДЫ В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

М.О. Павлов
Научный руководитель ***М.А. Иванова***
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Зеленые насаждения имеют важное значение в общем экологическом состоянии города, а также в его внешнем облике. Парковые территории являются одним из самых часто посещаемых мест отдыха городского населения.

Многофункциональное значение зеленых насаждений для урбанизированных территорий стремительно возрастает в условиях демографического и экономического роста городов [1, 2].

Цель работы – оценка состояния древесных насаждений рекреационной зоны. Объект исследования – парк Победы в городе Вологде.

Для достижения цели была поставлена следующая задача: провести комплексную оценку морфологических показателей древесной растительности

путем сплошной инвентаризации, выполнения дендрометрической и биоэкологической оценок.

Парк Победы находится на улице Сергея Преминина в районе Бывалово города Вологды и является озелененной территорией общего пользования площадью 5,78 га. Парк основан в 1962 году, а в период с 2010 по 2015 годы были произведены работы по его благоустройству. На территории парка регулярно проводятся мероприятия спортивного и культурно-массового характера [1].

Парк Победы представляет собой многоярусное насаждение со смешанным древостоем. По особенностям ландшафтного строения парк можно отнести к лугопарку с групповыми и аллейными посадками деревьев – липа, вяз, береза и другие.

Путем сплошной инвентаризации в парке Победы по состоянию на май 2019 года зафиксировано 244 дерева шести разных пород. Преобладающими породами являются липа, вяз и береза, а наименее распространенной – ель. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количественное и процентное соотношение древесных пород в парке Победы

Название породы	Количество деревьев, шт.	%
Липа	96	39,3
Вяз	73	29,9
Береза	43	17,6
Клен	14	5,7
Тополь	11	4,9
Ель	7	2,9
Всего	244	100,0

По результатам проведенной дендрометрической оценки были выявлены преобладающие виды пороков у каждой древесной породы на определенном диаметре ствола.

На исследуемом объекте самыми распространенными видами пороков у липы являются многоствольность и искривленный ствол. Чаще всего пороки древесины у данной породы встречаются на диаметре ствола 42 см.

Наиболее встречающимся видом порока древесины у вяза являются искривленный ствол и нарост. У данной породы они встречаются чаще всего на диаметре ствола в интервале 42–43 см.

Среди пороков, которые представлены у березы, наиболее часто выделяются нарост, морозобойная трещина, а также механические повреждения. Они чаще встречаются на диаметре ствола в интервале от 44 до 50 см.

Стоит отметить, что наиболее встречающиеся виды пороков у клена в парке Победы – это нарост и искривленный ствол. Особенно часто пороки древесины у данной породы представлены на диаметре ствола размером 42–43 см.

Самым часто встречаемым видом порока у тополя в парке является нарост. Чаще всего пороки древесины у данной породы зафиксированы на диаметре 52 см.

Также необходимо указать, что единственными видами пороков у ели на изучаемой территории являются механические повреждения и нарост. Они встречаются на диаметрах ствола от 43 до 45 см.

Для определения состояния древесных насаждений в парке Победы была проведена биоэкологическая оценка (таблица 2).

Таблица 2

Биоэкологическая оценка древесных насаждений в парке Победы

Название породы	Санитарное состояние	Количество деревьев, шт.	%
Липа	Хорошее	47	49,0
	Удовлетворительное	44	45,8
	Плохое	5	5,2
Вяз	Хорошее	45	61,6
	Удовлетворительное	24	32,9
	Плохое	4	5,5
Береза	Хорошее	20	46,5
	Удовлетворительное	22	51,2
	Плохое	1	2,3
Клен	Хорошее	8	57,1
	Удовлетворительное	6	42,9
	Плохое	-	-
Тополь	Хорошее	7	63,6
	Удовлетворительное	3	27,3
	Плохое	1	9,1
Ель	Хорошее	5	71,4
	Удовлетворительное	2	28,6
	Плохое	-	-

На основании проведения биоэкологической оценки, выполненной в парке Победы, можно сделать вывод о том, что наибольший процент хорошего санитарного состояния деревьев был выявлен у ели – 71,4%, а наибольший процент плохого санитарного состояния у деревьев был выявлен у тополя – 9,1%.

В результате проведенной работы можно сделать вывод о том, что парк Победы является важным компонентом в создании внешнего облика города Вологды, поддержании благоприятной экологической обстановки и защиты здоровья городских жителей. Выявлены основные виды пороков – много-

ствольность, искривленный ствол, нарост, морозобойная трещина, механические повреждения. В целом состояние древесных насаждений на исследуемой территории можно считать хорошим. Количество деревьев, которые имеют плохое санитарное состояние, не превышает 50% от общего числа.

1. Градостроительство, городское хозяйство и гражданская оборона Вологды [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://nashdom.vologda-portal.ru/. – Загл. с экрана.

2. Иванова, М.А. Сравнение уровней шума на улицах городов Вологда и Череповец / М.А. Иванова, И.А. Иванов // Вузовская наука – региону: материалы XIV Всерос. науч.-техн. конф., 25 февр. 2016 г. / ВоГУ. – Вологда, 2016. – С. 253-255.

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ СЕТИ ЗАКАЗНИКОВ ВЕРХНЕТОЕМСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Н. Падерина

Научный руководитель ***В.П. Уханов****, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Верхнетоемское лесничество расположено в юго-восточной части Архангельской области на территории Верхнетоемского муниципального района и занимает площадь в 9,9 тыс. км^2 (48,5% от площади района).

Лесистость лесничества составляет 80,6% от его площади. По лесорастительному районированию территория лесничества входит в таёжную лесорастительную зону и относятся к среднетаежному району европейской части Российской Федерации. Среднетаежные леса европейской части РФ немногочисленны и поэтому очень ценны в наше время [1].

Верхнетоемское лесничество не имеет законодательно установленных особо охраняемых природных территорий. На его территории проектируется к созданию в 2020 году ландшафтный заказник регионального значения «Сойгинский». Площадь заказника 29,8 тыс. га (3% от площади лесничества). Основную его часть занимают таежные верховые сфагновые и переходные осоко-сфагновые болота русского типа с мощность торфа два-три метра. Общая площадь болот на территории проектируемого заказника составляет 18,4 тысяч га или 61,6% от общей площади заказника.

Сойгинский заказник расположен на западе Верхнетоемского района на левом берегу Северной Двины в Верхнетоемском лесничестве между рек Кодима и Сойга (рис. 1).

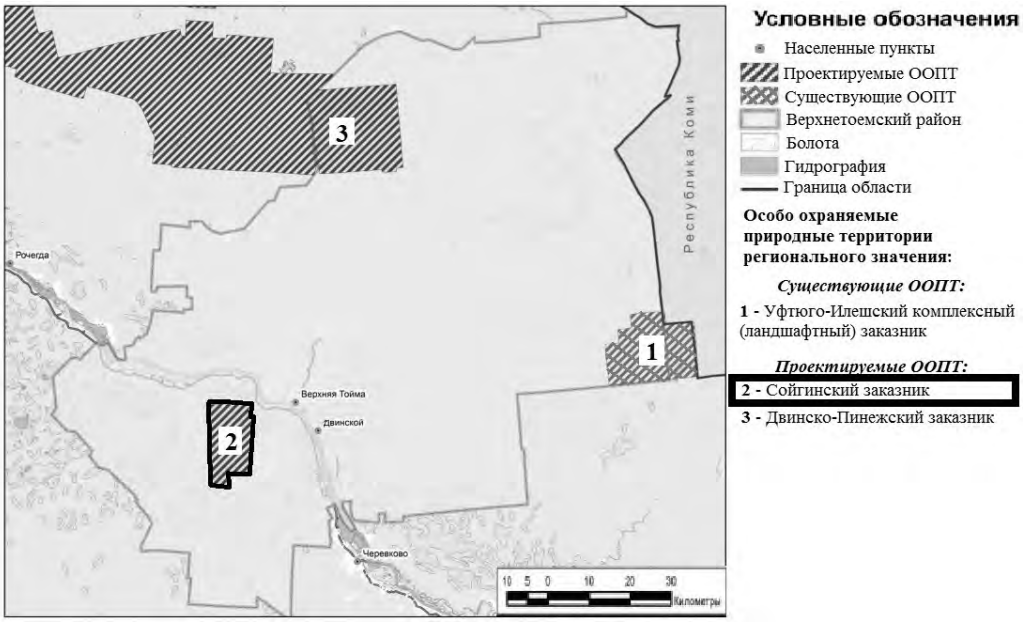


Рис. 1. Особо охраняемые природные территории на карте Верхнетоемского района Архангельской области

Значимость заказника заключается в сохранении больших площадей водно-болотных угодий, островных участков леса среди болот, а так же мест гнездования редких крупных видов птиц таких, как скопа, беркут, сапсан, орлан-белохвост и филин. Территория заказника находится в междуречье Кодимы и Сойги, на западе Верхнетоемского лесничества.

Также Архангельским отделением Всемирного фонда дикой природы предложено на юге лесничества образовать два региональных заказника – Обильская чисть (площадь в границах лесничества – 2 тыс. га) и Верхне-Сойгинский (4,6 тыс. га) (рис. 2).

Рис. 2. 14. Обильская чисть; 15 – Верхне-Сойгинский заказник

Необходимость их выделения обосновывается угрозой полного исчезновения последних островков коренных таежных формаций растительности и животных. Эксперты WWF обращают внимание на угрозу невосполнимой потери таежных видов, для которых, предложенные к охране участки, являются и последними убежищами и потенциальными центрами расселения.

Объемы изъятия лесосырьевых ресурсов при организации заказников невелики и следует согласиться с предложением организации обоих заказников.

В качестве рекомендации по развитию сети ООПТ в Верхнетоемском лесничестве по лесотаксационным и картографическим материалам был выделен и изучен участок в составе шести кварталов (84, 85, 94, 95, 100, 101) на предмет организации заказника регионального ранга. Данный участок расположен в центре лесничества. Площадь исследуемой территории – 3028 га.

Изучаемый участок находится на правобережье Северной Двины. По юго-западу от его территории проходит главная грунтовая дорога, которая связывает два крупных близлежащих населенных пункта (село Верхняя Тойма и поселок Двинской). По территориям 94, 84, 95 и 85 кварталов проходит лесовозная дорога, не действующая на сегодняшний день с 90-х годов.

Анализ перспективного лесного участка показал, что в рельефе местности преобладают низинные плакорные (междуречные) равнины. Объект изучения относится к Двинско-Мезенской провинции, Двинско-Вычегодскому ландшафтному району среднетаежной зоны. Состав древостоя в основном представлен ельниками и сосняками разных типов. Возраст древостоев колеблется в пределах от 20 до 200 лет. По территории изучаемого участка протекает два притока Северной Двины – река Большая Свага и река Малая Свага, в 94 лесном квартале находится переходное осоко-сфагновое болото «Зелени», с мощностью торфа два метра.

Возможный режим охраны в исследуемых кварталах Верхнетоемского участкового лесничества предполагает: запрет всех видов рубок (кроме санитарных), запрет на строительство жилых и хозяйственных объектов, мелиорации земель, выпаса скота, размещения отходов производства и потребления. Разрешенные виды деятельности: санитарные рубки, сбор ягод и грибов, любительское рыболовство. Данная территория требует дальнейшего комплексного изучения и проведения всестороннего мониторинга. Проведенный анализ объекта говорит о том, что он может претендовать на статус региональной ООПТ с учетом его дальнейшего комплексного изучения.

1. Лесохозяйственный регламент территориального департамента лесного комплекса Архангельской области Верхнетоемского лесничества: утв. Распоряжением администрации Архангельской области от 09.12.2010 № 265-ра 146. – Архангельск: 2010. – 281 с.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ЗАПАДА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

И.И. Папылев
Научный руководитель ***А.И. Труфанов****, канд. геол.-минерал. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для западной части Вологодской области характерно полого-наклонное залегание пород с погружением их на юг и юго-восток под более молодые отложения. Такое геологическое строение и разнообразие литологического состава предопределило и гидрогеологические условия формирования минеральных вод рассматриваемой территории.

Многообразие минеральных подземных вод, как слабоминерализованных, так и крепких рассолов, а также их полезные свойства создают большие перспективы для их использования.

В последние десятилетия появились новые данные о минеральных водах на территории западных районов Вологодской области. Однако обобщающие публикации для этой территории отсутствуют. В связи с этим обобщение и систематизация имеющегося материала по наиболее распространенным типам минеральных вод являются актуальными.

Материалами для исследования послужили научные статьи, а также фондовые материалы кафедры географии и рационального природопользования ВоГУ.

В геологическом строении территории выделяется два структурных этажа: сильно дислоцированный кристаллический фундамент, и наклонно залегающий осадочный чехол. Глубина залегания фундамента увеличивается с севера-запада на юг-восток, залегая наиболее близко в Вытегорском районе на глубинах 250–300 метров, в южной части, в границах Среднерусского авлакогена до 3,2–3,5 тыс. метров.

В геологическом отношении территорию слагают девонская, каменноугольная, пермская и триасовая системы, которые повсеместно перекрываются чехлом четвертичных отложений.

В девонских отложениях преобладают песчаники, пески, алевролиты, глины, развиты также мергели, известняки, доломиты. При этом количество карбонатных пород в разрезе девона увеличивается с запада на восток.

Преобладающие породы карбона – песчаники и глины, в которых располагаются прослои известняков, доломитов и мергелей. При смене ярусов на юго-восток становится больше карбонатных пород, появляются терригенные породы и отложения, сформированные морскими, преимущественно карбонатными породами. На границе с пермскими отложениями преобладают доломиты, доломитизированные, нередко окремненные и загипсованные известняки.

Отложения перми сформированы преимущественно карбонатными породами (известняки и доломиты) с прослоями ангидрита и гипса, реже галита. Юго-восточная часть системы сложена доломитами, известняками и мергелями с прослоями ангидрита и гипса, в редких случаях галита.

Породы триаса представлены терригенными образованиями: пёстро окрашенными глинами, алевролитами, песчаниками и песками с прослоями конгломератов, залегающими под четвертичными осадками в южной и юго-восточной частях области.

Минеральный состав, слагающий горные породы, существенно влияет на формирование тех или иных типов подземных вод. Так галит, содержащийся в составе галогенных горных пород, является источником формирования хлоридных натриевых вод, гипс-сульфатных кальциевых, доломит-гидрокарбонатных магниево-кальциевых, а известняк-гидрокарбонатных кальциевых вод. При отсутствии в породах хорошо растворимых минералов, например, в терригенных толщах, гидрокабонатно-кальциевые воды формируются за счёт углекислого выветривания полевых шпатов.

Наиболее минерализованные рассолы до 320 г/л хлоридно-натриевого состава с высоким содержанием брома вскрыты буровыми скважинами в пределах Среднерусского авлакогена. Если в породах присутствуют гипсы и ангидриты, минерализация рассолов под ними обычно не превышает 260 г/л., что характерно для восточных и центральных районов Вологодской области, где гипс-ангидритовая толща пород служит региональным водоупором, отделяющим высоко минерализованные хлоридно-натриевые воды от пресных гидрокарбонатных и сульфатных солоноватых вод.

Подземные воды и источники с повышенным содержанием сероводорода широко распространены в западной части Вологодской области. Сероводородные (сульфидные) воды этих районов являются частью обширной провинции сульфидных вод севера и северо-запада Русской плиты [1].

Территория распространения сероводородных вод представляет собой область развития локально загипсованных отложений верхнекаменноугольного и нижнепермского возраста. Возникновение здесь очаговых месторождений сульфидных вод определяется благоприятным сочетанием широкого распространения торфяных болот с загипсованностью коренных пород [1].

Наиболее распространёнными типами на данной территории являются:

1. Краинский тип – сульфатно-кальциевые воды с минерализацией 2–3 г/л;
2. Московский тип – сульфатно-натриево-магниево-кальциевые воды с минерализацией 3–5,5 г/л;
3. Кашинский тип – сульфатные натриево-магниево-кальциевые воды с минерализацией 2–4 г/л;
4. Смоленский тип – сульфатно-магниево-кальциевые воды с минерализацией 2–4 г/л.

Их распространение представлено на диаграмме (рисунок 1).

Распространие типов минеральных вод в Вологодской области

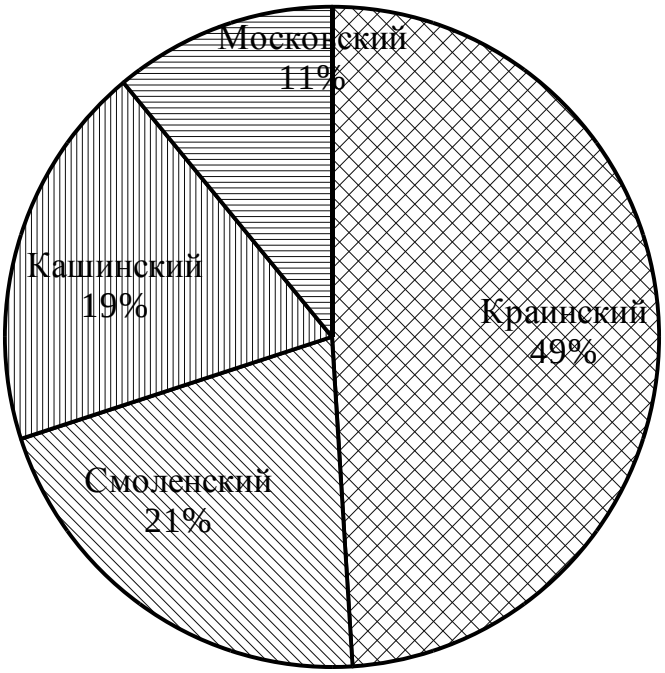


Рис. 1. Распространение основных типов минеральных вод в западных районах Вологодской области

По некоторым различиям химического состава сероводородных вод и возрасту водовмещающих пород можно выделить две группы, распространённые на западе области:

1) аналог Шелохачских сероводородных источников – слабоминерализованные (0,3-2,0) сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые воды с содержанием сероводорода от 3 до 54,4 мг/л, вскрыты разведочными скважинами в Устюженском, Бабаевском, Череповецком и Кадуйском районах;

2) группа т.н. Волоховских серных источников – слабоминерализованные (1,14 – 2,6 мг/л) сульфатно-кальциевые воды с содержанием сероводорода от 3 до 10 мг/л. Расположены в Кирилловском и Белозерском районах [1].

Встречаются и редкие для районов типы минеральных вод: Алматинский в Шекснинском районе, Хиловский в Вытегорском, Феодосийский – в Устюженском и Чагодощенском районах. В Шекснинском районе также встречен источник холодных радоновых слабоминерализованных вод.

Минеральные воды используются прежде всего в лечебно-столовых и бальнеологических целях в лечебницах, например, в г. Череповец воды Краинского типа применяются в санатории-профилактории «Родник» ОАО «Северсталь», воды Кашинского типа вскрыты на Нижнеустьинском месторождении, на базе которого был построен санаторий «Адонис». В пос. Ботово из скважины идет добыча рассола в качестве антиобледенителя для полива автодорог в зимнее время.

Перспективы у данной ресурсной базы огромные. Разнообразие типов минеральных вод дает предпосылки для развития бальнеолечебной практики и производства бутылочного розлива минеральной воды. Сероводородные подземные воды близки по своему составу с водами таких известных курортов, как Лангезальц (Германия), Кемери (Латвия), Хилово (Псковская область), что является санаторно-курортным потенциалом Вологодской области [2].

Разнообразие типов минеральных вод на рассматриваемой территории дает основание для перспектив их более широкого использования.

1. Труфанов, А. И. Источники сероводородных вод Вологодской области как объекты природного наследия и бальнеологии / А. И. Труфанов // Вузовская наука – региону: материалы XIV Всероссийской научной конференции, 25 февраля 2016 г. / [отв. ред. Л. И. Соколов; редкол.: В. П. Полетаев, А. Н. Тритенко, А. А. Синицын и др.]. – Вологда, 2016. – С. 394-397.

2. Труфанов А.И. К вопросу о формировании сероводородных вод Вологодской области / А.И. Труфанов // Вузовская наука – региону : материалы конф. / [редкол. : А.П. Дороговцев и др.]. – Вологда, 2001. – С. 150-152.

ОСОБЕННОСТИ МАКРОСТРУКТУРЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.С. Попов

Научный руководитель ***А.С. Новосёлов****, канд. с.-х. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Введение. Лесное дело – это одна из важных отраслей в лесопользовании и промышленности Вологодской области. Для успешного и рационального использования лесных ресурсов необходимо осознанно подходить к вопросу расширения лесных площадей. Такое мероприятие, как гидротехническая мелиорация, положительно сказывается не только на качестве древесины, но и улучшает прочие параметры древостоев [1].

Цель исследования – установить особенности роста заболоченных сосняков и древостоев после проведения гидротехнической мелиорации в Сокольском и Устюженском государственных лесничествах Вологодской области.

Для достижения цели были решены следующие ***задачи:***

1. Проведены измерительные работы и определена лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых древостоев;

2. Выявлен текущий средний радиальный прирост за последние пять лет роста деревьев;

3. Изучено соотношение ширины поздней и ранней древесины сосны в различных условиях местопроизрастания;

4. Установлены категории жизненного состояния хвойного подроста;

5. Выявлена градация подроста по категориям крупности.

Описание объектов исследования и методика работ. Исследования проведены в 2018 году (летний период) на территории Сокольского (вблизи р. Сухона) и Устюженского (вблизи р. Шалочь) государственных лесничеств преимущественно в антропогенных сосняках южной подзоны хвойных бореальных лесов с различными типами торфяной залежи: естественно-заболоченные хвойно-лиственные древостои (ПП № 1 и 2 (сосняк кустарничково-сфагновый (ПП № 1); контроль)) и осушаемые на ПП № 3 – 6.

С помощью мерной ленты выделены пробные площади вдоль осушительных каналов. Угломером-высотомером измерялись высоты деревьев, мерной вилкой – таксационные диаметры на высоте 1,3 м. Подрост оценивался по градации жизненного состояния И. С. Мелехова [2]. Благонадёжные, благонадёжные с техническими дефектами, сомнительной жизнеспособности, нежизнеспособные и сухостои. Проведены замеры высот у молодых деревьев, которые были подразделены на три категории крупности: мелкие (высота до 0,5 м); средние (0,51-1,5 м); и крупные (высота свыше 1,51 м). Пересчёт подроста на категорию «крупный» проводился с помощью коэффициентов (0,5 – для мелких, 0,8 – для средних и 1,0 – для крупных). Керны древесины для исследования отбирались возрастным буравом на высоте 0,6 м от шейки корня, которые впоследствии зачищались лезвием, тонировались и маркировались для более точного подсчёта годичных колец. Снимки обработанных кернов выполнялись с помощью сканера на высоком разрешении (разработана шкала с ценой деления 0,05 мм). Для получения точности опыта и вероятности в 10% были отобраны 10 учётных сосновых деревьев на каждой пробной площади.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ *таксационной характеристики* древостоев, произрастающих в различных условиях показал, что наибольшие средние высоты (31,5 м) и диаметры (27,6 см) зафиксированы в осушенном сосняке черничнике. Максимальная густота сосновых древостоев отмечена в сосняке кустарничково-сфагновом (1020 экз./га), наибольший сырорастущий запас установлен в сосняке черничном (347,6 м^3/га).

Формула состава древостоя в естественно-заболоченных условиях на мегатрофном типе торфяной залежи – 5Б4С1Е, на контрольном объекте с переходным типом – 9С1Б. В интенсивно осушаемых древостоев (90 м между осушителями) в приканальном положении формула – 5Б3С2Е, в межканальном же – 7С3Е. В экстенсивно осушаемых древостоях (120 м между осушителями) вблизи канала формула состава – 8С2Б, в межканальном положении – 5Б4С1Е.

Изучая *процентное содержание поздней древесины в годичных кольцах*, необходимо отметить, что наибольший её процент установлен у деревьев на ПП № 3 (35,6%). Процентное содержание поздней древесины на 6,2% выше в осушаемых древостоях, относительно заболоченных.

Наибольшее *количество годичных слоёв в одном сантиметре прироста* древесины на пробных площадях установлено в заболоченном сосняке сфагново-разнотравном с мегатрофными торфяными почвами и на межканальном пространстве в сосняке черничном осушаемом – 12. Наименьшие показатели – в заболоченном сосняке кустарничково-сфагновом и в центре межканального положения сосняка кисличного осушаемого (по 9 соответственно).

Сравнивая *среднюю ширину годичного кольца сосны* на переходном типе торфяной залежи выявлено, что в осушаемых древостоях она выше, чем в заболоченном контроле (на 63% соответственно). В осушаемых древостоях этот показатель варьируется в пределах 0,25 мм.

По результатам анализа *числа годичных колец в одном сантиметре* установлено, что в осушаемых древостоях этот показатель выше, чем в заболоченных сосняках на 33%. Следовательно, интенсивность деятельности камбия в древостоях после гидротехнической мелиорации выше, но качество древесины в контрольных объектах будет лучше из-за большей твёрдости.

В ходе определения *категорий жизненного состояния соснового подроста в заболоченных условиях* было выявлено превалирование благонадёжного подроста – 41%. Сомнительные молодые деревья составляют лишь 12% в среднем от их общего числа. Количество молодых деревьев в переводе на крупный выше в древостое на мегатрофном типе торфяной залежи 344 экз./га в пять раз, относительно заболоченного сосняка с мезотрофным питанием почв. В заболоченных древостоях установлено превалирование хвойного подроста категории – благонадёжный с дефектами.

В интенсивно-осушаемых древостоях превалирует еловый подрост средней крупности (68%), а категория «крупные» – составляют лишь 30%. В экстенсивно-осушаемых древостоях зафиксировано преобладание крупного подроста – 56%. Мелкий подрост в таких условиях водного режима отсутствует. Количество молодых елей в интенсивно-осушаемых условиях в четыре раза выше, чем в экстенсивно-осушаемых.

В среднем, в осушаемых условиях преобладают еловые молодые деревья категории сухостои (32%), наименьший процент представленности зафиксирован у благонадёжного бездефектного подроста (18%). Благонадёжного бездефектного подроста больше зафиксировано вблизи каналов относительно центра осушаемого пространства на 7%. Наибольшее количество хвойного подроста установлено в центре межканального пространства интенсивно-осушаемого соснового древостоя – 646 экз./га, соответственно.

В результате расчёта *среднего радиального прироста поздней древесины по десятилетиям* выявлено, что наименьшие значения по диаметру зафиксированы в заболоченных условиях – 2,3 мм против 6,1 мм в среднем в осушаемых условиях). Наибольший возраст изученных древостоев зафиксирован в заболоченных условиях (106 лет), относительно других объектов исследования. При сравнении естественно-заболоченных древостоев больший радиальный прирост выявлен на объекте с мегатрофным типом торфяной залежи от-

носительно мезотрофного (на 62% в среднем). При анализе осушаемых древостоев было установлено, что наибольшие радиальные приросты зафиксированы в приканальном положении сосняка кисличника (7,2% в среднем). Это может быть связано с более близким расположением каналов регулирующей сети относительно других объектов исследования.

В ходе анализа роста стволовой массы поздней древесины выявлено, что во всех древостоях прирост поздней древесины варьируется в пределах от 29 до 37% от общего показателя радиального роста деревьев. В заболоченных древостоях доля поздней древесины от общего прироста составляет 32%. В интенсивно и экстенсивно осушаемых насаждениях этот показатель равен 33% и 31% соответственно.

Наибольшие приросты поздней древесины в годичных кольцах выявлены в период с 1980 по 1989 годы относительно других временных промежутков (на 42% выше). По нашему мнению, оказала влияние гидротехническая мелиорация, так как она проводилась в период с 1972 по 1984 годы (с учётом адаптационного процесса после прокладки каналов). Наименьший радиальный прирост древостоев зафиксирован с 1969 по 1960 годы (то есть до лесоосушения).

Основные выводы: **1.** Максимальный запас сосновых деревьев в интенсивно осушенном сосняке черничном; **2.** На мезотрофном типе торфяной залежи после гидротехнической мелиорации средний радиальный прирост деревьев – 0,63 мм, а в заболоченном сосняке с аналогичными почвенными условиями он меньше в три раза; **3.** Наибольшие текущие приросты за последнее пятилетие в интенсивно-осушаемых древостоях – 5,25 мм, а приросты в экстенсивно-осушаемых на 39% и в заболоченных сосняках на 43% ниже, чем в более интенсивно осушаемых; **4.** Наибольшая ширина годичных колец за весь период роста в заболоченном сосняке на почвах мегатрофного типа заболачивания, а за последние пять лет – в осушаемом сосняке кисличном в межканальном положении; **5.** В осушаемых сосняках зафиксирован значительный процент сухого елового подроста (32); **6.** Преобладающая категория крупности подроста – средняя, занимающая 74% от всех молодых деревьев; благонадёжного подроста в приканальном положении на 33% больше, чем в межканальном пространстве; в целом лесовозобновление по количеству на один гектар в осушаемых условиях неудовлетворительное. **7.** Проведённая гидротехническая мелиорации положительно сказалась на радиальных приростах изученных сосен.

1. Прижизненное и побочное пользования осушаемых лесов Вологодской области / Н. А. Дружинин [и др.]; под общ. ред. А. С. Новосёлова. – Вологда: ИЦ ВГМХА, 2011. – 192 с.

2. Мелехов, И. С. Лесоведение / И. С. Мелехов. – Москва: МГУЛ, 2003. – 398 с.

КАЧЕСТВО ВОДЫ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ВОЛОГОДСКОГО И КИРИЛЛОВСКОГО РАЙОНОВ

А.Н. Попова
Научный руководитель ***А.И. Фоменко****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Основным источником питьевого водоснабжения населения сельской местности являются подземные воды, оценка качества которых до настоящего времени остается актуальной задачей. Известно [1], что на территории РФ распространены гидрогеохимические провинции, где отмечается природное несоответствие состава подземных вод нормативным требованиям к качеству питьевой воды. Несоответствие нормативным требованиям качества подземных вод по санитарно-химическим показателям в ряде регионов обусловлено в основном высоким уровнем общей минерализации и повышенным содержанием железа, марганца и других макроэлементов природного происхождения.

На территории Вологодской области по данным статистической отчетности [2] основными загрязнителями питьевой воды, используемой из подземных источников, имеющих природный характер происхождения, являются органолептические показатели (цветность, мутность), железо общее (превышение ПДК на 24 территориях), бор (превышение ПДК на 9 территориях), фтор (превышение ПДК на 8 территориях). Установлено также содержание в подземных водах загрязнителей техногенного происхождения, в основном это хлороформ (превышение ПДК на 12 территориях) и алюминий (превышение ПДК на 5 территориях).

Данная работа посвящена изучению химического состава и сбалансированности по биогенным макро- и микроэлементам воды нецентрализованного водоснабжения сельских поселений в пределах административных границ Вологодского и Кирилловского районов Вологодской области. Отличительной особенностью рассматриваемой территории области является разнообразие гидрологических условий и как следствие большое разнообразие в химическом составе подземных вод различных водоносных горизонтов.

Информация о качестве воды в источниках нецентрализованного водоснабжения на территории этих районов была представлена в работе [3]. Показано, что для территории Вологодского района характерно несоответствие качества воды, используемой из подземных источников, нормативным требованиям по цветности, мутности, жесткости, содержанию железа общего, ионов марганца, фтора. На территории Кирилловского района показатели качества воды в источниках нецентрализованного водоснабжения не отвечают нормативным требованиям по содержанию железа общего, ионов марганца, сульфат- и нитрат-ионам.

В настоящей работе отбор проб воды для анализа был проведен на территории д. Кобелево (Вологодский район) и д. Сазоново (Кирилловский район) из деревянных срубовых колодцев, а также колодцев из железобетонных колец. Для оценки показателей качества воды по санитарно-химическим показателям в исследуемых источниках использовались методы физико-химического и химического анализа определения состава анализируемых проб, проводимые в соответствии с нормативными методиками. Наряду с оценкой соответствия нормативным требованиям химического состава исследуемых проб воды был проведен их анализ по показателям физиологической полноценности. Оценка исследованных проб воды по критериям физиологической полноценности химического состава включала определение ионного состава воды и установление отношения суммы биологически активных ионов калия и натрия к сумме ионов кальция и магния.

Анализ и обобщение полученных результатов оценки качества воды в исследованных источниках нецентрализованного питьевого водоснабжения показали, что для грунтовых вод в пределах рассматриваемой территории характерен комплекс однотипных гидрогеохимических свойств. По величине водородного показателя pH все пробы, которые были исследованы, являются слабощелочными или нейтральными. Диапазон изменения водородного показателя pH изменяется от 6,3 до 8,6. Исследованные пробы воды из учтенных водозаборов на территории этих районов относятся к слабоминерализованным водам. Солесодержание менее 500 мг/дм^3. По показателю жесткости исследованная вода характеризуется как жесткой, определяется, в основном, величиной в диапазоне от 8 до 10 ммоль/дм^3. Концентрация сульфатов установлена в пределах от 27,00 до 61,13 мг/дм^3, хлоридов – в диапазоне 7,09-77,99 мг/дм^3. Несоответствие нормативным требованиям [4] установлено по показателям цветности (60% анализируемых проб), мутности (30% анализируемых проб). Оценка исследованных проб воды по критериям физиологической полноценности и сбалансированности химического состава показала, что вода по содержанию биогенных макро- и микроэлементов оценивается, в основном, как хорошо сбалансированная, относится к хлоридно-гидрокарбонатной кальциево- и магниево-кальциевой. Отношение суммы биологически активных ионов калия и натрия к сумме ионов кальция и магния во всех анализируемых пробах воды не превышает единицу.

1. Справка Роспотребнадзора о состоянии водных объектов в местах водопользования населения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2010. – № 1. – С. 12-22.

2. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Вологодской области. Государственный доклад. – Вологда, 2008. – 211 с.

3. Доклад об итогах деятельности и экологической обстановке на территории Вологодской области в 1 квартале 2016 года [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://dpr.gov35.ru.

4. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 32 с. (Издание официальное).

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ЗАРЕЧНОЕ ВЕЛИКОУСТЮГСКОГО РАЙОНА

Р.В. Стеблев
Научные руководители: ***А.А. Шабунов****, канд. биол. наук, доцент*
И.А. Мухин*, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сельское поселение Заречное расположено в Великоустюгском районе Вологодской области, на берегах рек Малая Северная Двина и Юг. Оно было образовано в ходе объединения сельских поселений Парфёновское, Покровское и Шемогодское в 2017 году. Административным центром поселения стала деревня Аристово [5].

Заречное поселение имеет свою особенную историю. Известно, что уже с XVII–XVIII веков по территории Заречья проходил государственный торговый путь из Москвы в Сибирь. Купцы добирались из столицы по Сухоне до Устюга, а отсюда по Лальскому тракту до Лальска. Миновав Каму, они достигали Тобольска, а дальше была открыта дорога и на восток страны [2].

Поселения Парфёновское, Покровское и Шемогодское в советский период и вплоть до объединения в 2017 году существовали как самостоятельные образования. В них были развиты отрасли сельского хозяйства, велась лесозаготовка [4].

В настоящее время Заречное поселение переживает не лучшие времена. Численность населения сокращается. Молодежь уезжает в город, что связано с отсутствием рабочих мест, а пожилое население остается доживать свой век в деревне. Жизнь в деревнях постепенно угасает.

Несмотря на критику, активные местные жители и небезразличные люди верят в восстановление функционирования их поселения. Организуются мероприятия, целью которых служит поиск потенциала территории Заречья. В ходе работы «Научного десанта», организованного Вологодским государственным университетом, летом 2019 года с 30 июня по 13 июля командой биологов ВоГУ были исследованы природные территории населенных пунктов Заречного поселения. Именно использование природных ресурсов может сыграть немаловажную роль в запуске механизма его развития.

Местом расположения команды «Научного десанта» стала Грибинская школа в селе Ильинское. По этой причине в Ильинском были применены различные методы исследования и собран большой объем материалов. В остальных населенных пунктах в силу ограниченности запаса времени использованы наиболее информативные методики.

На песчаных пляжах реки Лузы были обнаружены многочисленные следы жизнедеятельности млекопитающих. Найденные следы фотографировались, измерялась их длина и ширина шага. По итогам проведенного изучения выяснилось, что в основном следы принадлежали зайцу-беляку и лосю. При изучении экологии мелких млекопитающих был применен метод ловушко-суток.

Список видов растений составлялся под руководством старшего преподавателя кафедры биологии и экологии ВоГУ А.Б. Чхобадзе в ходе экскурсий на территории села Ильинское и его окрестностей. Интересные экземпляры гербаризировались.

Изучалось разнообразие беспозвоночных животных. Собрана коллекция членистоногих, в основном группа открыточелюстных насекомых (свыше 500 экз.). Сборы были сделаны в селе Ильинское, пгт Кузино, деревнях Аристово и Карасово.

Основная масса насекомых была собрана с пойменных и суходольных лугов. Сбор насекомых производился методом ручного сбора и методом кошения при помощи энтомологического сачка. Все насекомые после умерщвления хранятся на специальных матрасиках или булавках. Ручным сбором была собрана основная масса насекомых. Метод кошения использовался при изучении видового состава группы хортобионтов на заливном лугу у реки Луза.

Видовой состав птиц изучался под руководством канд. биол. наук А.А. Шабунова в ходе экскурсий. Количественные учеты проведены по грунтовой дороге от села Ильинское до деревни Буково. Данная территория была условно поделена на 4 участка: село Ильинское, деревня Буково, дорога от села Ильнское в деревню Буково, дорога от деревни Буково в деревню Палема. В ходе учета было встречено 28 видов птиц.

В посёлке городского типа Кузино изучался видовой состав птиц и растений. Собранные экземпляры насекомых пополнили коллекцию, в том числе редкие виды чешуекрылых.

В населённых пунктах Аристово, Карасово и Кузьминское отмечены характерные виды орнитофауны и флоры. В ходе экскурсии по окрестностям деревни Аристово определен состав флоры, обнаружены редкие виды растений.

В селе Ильинском также была описана популяция лука угловатого, выполненная под руководством канд. биол. наук О.А. Кононовой. Так как лук угловатый является достаточно значимым растением для луговых сообществ, необходимо было детально исследовать его ценопопуляцию. Исследованная ценопопуляция находится на пойменном лугу в окрестностях села. При геоботаническом описании были заложены 2 площадки размером 10 на 10 м, на ко-

торых определялся видовой состав растений и их проективное покрытие. Для лука угловатого также еще определялся виталитет ценопопуляции.

Под руководством канд. биол. наук И.А. Мухина была проведена оценка качества воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной и методом лихеноиндикации. Исследование проводилось в сосновом бору около села Ильинское. Предварительно выбирались 4 площадки с пятью молодыми соснами. С каждого дерева с побегов второго года жизни собиралось по 100 хвоинок. В камеральных условиях хвоинки обследовались на наличие хлоротичных пятен, некротических точек, определялась степень усыхания. По результатам состояния хвои характеризовалось качество воздуха. Большая часть хвоинок имела здоровый вид без наличия следов некрозов и хлорозов. Это говорит о чистом воздухе.

По методу лихеноиндикации было выбрано в этом же бору 4 площадки с десятью деревьями на каждой. На каждом дереве проводилось 4 измерения при помощи разлинованных палеток 10×10 см: 2 у подножия дерева и 2 на высоте 1,5 метров. По полученным данным проводился расчет проективного покрытия лишайников с учетом их типа слоевища. После определялся показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА): чем ближе значение ОЧА к 1, тем воздух чище. По результатам исследования показатель ОЧА оказался примерно равен 0,5, что говорит об относительной чистоте воздуха.

По результатам проведённых исследований подведены следующие итоги. В фауне позвоночных Заречного сельского поселения было отмечено 92 вида животных из 4 классов. Самым разнообразным оказался класс птицы (77 видов). Всего для Великоустюгского района отмечено 110 видов птиц, что составляет больше трети видового состава орнитофауны области. В классе птицы большинство отмеченных представителей относятся к отряду Воробьинообразные – 42 вида. Наибольшее разнообразие птиц было отмечено в селе Ильинское. Это связано с тем, что база научного десанта располагалась именно там. Из 42 представленных в районе вида млекопитающих нами были найдены следы, либо встречены непосредственно 12 видов. Также были отмечены 2 вида амфибий и 1 вид рептилий. По разнообразию фауны село Ильинское является самым богатым в видовом соотношении.

Охраняемые виды животных были отмечены и зафиксированы в селе Ильинское, за исключением переливницы ивовой, данный вид был отловлен в пгт Кузино возле старицы Малой Северной Двины. Все выявленные охраняемые виды относились к 4 отрядам (Lepidoptera, Coleoptera, Charadriiformes, Passeriformes). Примечательно, что на территории практики были зафиксированы виды *Apatura iris* и *Sternula albifrons*, занесённые в Красную книгу России.

В составе флоры Заречного сельского поселения было выявлено 312 видов растений, относящихся к 61 семейству. Самым разнообразным в видовом плане оказались семейства астровые и злаки. На территории было встречено 36 видов лекарственных растений из 17 семейств. Обнаружено 10 охраняемых видов растений из 8 семейств.

В составе флоры территории Заречного поселения представлены сибирские и степные виды. Эта особенность обусловлена естественно-историческими факторами развития территории региона. В послеледниковое время территория заполнялась видами из южной Сибири и юга Русской равнины. Столкновение двух потоков распространения растений замедлило их дальнейшее проникновение. Многие сибирские виды, например пихта сибирская, не достигли предела своего ареала. Сибирские и европейские оттеснили на север тундровые виды [3].

Формирование растительности территории Заречного поселения совершалось и происходит по сей день на коренных отложениях, которые представлены пермскими и триасовыми породами. Четвертичными отложениями в основном выступают водно-ледниковые пески, супесь и ледниковые суглинки. Данные материнские породы обуславливают специфические свойства здешних почв. Это типичные подзолистые почвы с низким содержанием гумуса, концентрация едва достигает 1%. Степень насыщенности основаниями колеблется в пределах 20-40%. Горизонт А2 сильно обеднен поглощенными формами кальция и магния, подвижными формами фосфора и калия. По всему профилю почв наблюдается высокая кислотность, которая колеблется в пределах 4,0 – 4,5.

В заключении можно сказать, что территория сельского поселения Заречное обладает значительным природно-ресурсным потенциалом. Разумное использование этого потенциала может стать ключом к развитию поселения.

1. Отчет по учебной практике. Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков. – Вологда: ВоГУ, 2019. – 82 с.

2. ЗАРЕЧЬЕ Великоустюгского района [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://vk.com/zarechye35vu. – Загл. с экрана. Дата обращения: 27.10.2019.

3. Природа Вологодской области / гл. ред. Г. А. Воробьев. – Вологда: Издательский Дом Вологжанин, 2007. – 440 с.

4. Сельское поселение Парфёновское [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сельское_поселение_ Парфёновское_ (Вологодская_область). – Загл. с экрана. Дата обращения: 27.10.2019.

5. Вологодская область. Законы. О преобразовании некоторых муниципальных образований Великоустюгского муниципального района и о внесении изменений в закон области «Об установлении границ Великоустюгского муниципального района, границах и статусе муниципальных образований, входящих в его состав» [Текст]: [принят Постановлением Законодательного Собрания Вологодской области от 24 мая 2017 г. № 248]. – 2017.

РОДНИКИ БАССЕЙНА РЕКИ ЮГ В ПРЕДЕЛАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Стрекаловская
Научный руководитель ***А.И. Труфанов****, канд. геол.-минерал. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Родники почитались людьми с древних времен, нередко родниковым водам приписывали целебные качества и особые свойства. И настоящее время родники являются источниками хозяйственного и питьевого водоснабжения в удаленных районах области, как правило, в деревнях и селах. В настоящее время были получены новые данные о родниках, в связи с этим возникла необходимость обобщить и систематизировать актуальную информацию.

Целью исследования является анализ и оценка химического состава родниковых вод бассейна реки Юг.

С этой целью были собраны и систематизированы имеющиеся данные о родниках, находящихся в пределах бассейна реки Юг, по результатам химических анализов дана оценка качества родниковых вод.

Для характеристики родниковых вод бассейна реки Юг были изучены результаты химического анализа проб, отобранных в 57 родниках, находящихся вблизи или непосредственно в самих населенных пунктах в пределах района исследования.

Результаты химических анализов позволили провести классификацию родниковых вод и определить их пригодность для использования в питьевых целях. Для выявления генетических особенностей родниковой воды составлена диаграмма С.А. Дурова (рис. 1).

В качестве материалов для исследований послужили данные о родниках в Геологических фондах Департамента природных ресурсов Вологодской области, гидрогеологическая база данных кафедры Географии и рационального природопользования, а также различные публикации. Всего в пределах исследуемой территории были собраны данные о химическом составе родниковой воды 57 источников, расположенных на территории Кичменгско-Городецкого и Никольского районов Вологодской области.

Река Юг протекает по территории Вологодской и Кировской областей. В Вологодской она течет в пределах трех районов – Кичменгско-Городецкого, Никольского и Великоустюгского. Длинна реки 574 км, площадь бассейна составляет 35,6 тыс. кв. км, что лишь на треть меньше бассейна реки Сухоны. Ширина бассейна от 45 до 150 км, имеет сильную вытянутость в широтном направлении. На Вологодскую область приходится 40% площади водосбора.

Химический состав родниковых вод и их качество зависят от многих факторов. Геологическое строение является одним из важнейших факторов, определяющих наличие в водах тех или иных компонентов. Бассейн реки Юг

сложен отложениями пермской и триасовой систем, что отражается на химическом составе родниковых вод, и, следовательно, на их пригодности для использования в питьевых и бытовых целях. На основе анализа материалов, их обобщения и систематизация было определено, что преобладающая часть родников дренирует пресные воды водоносных горизонтов четвертичных отложений. Часть источников дренирует воды отложений триаса, о чем свидетельствует содовый (гидрокарбонатно-натриевый тип вод).

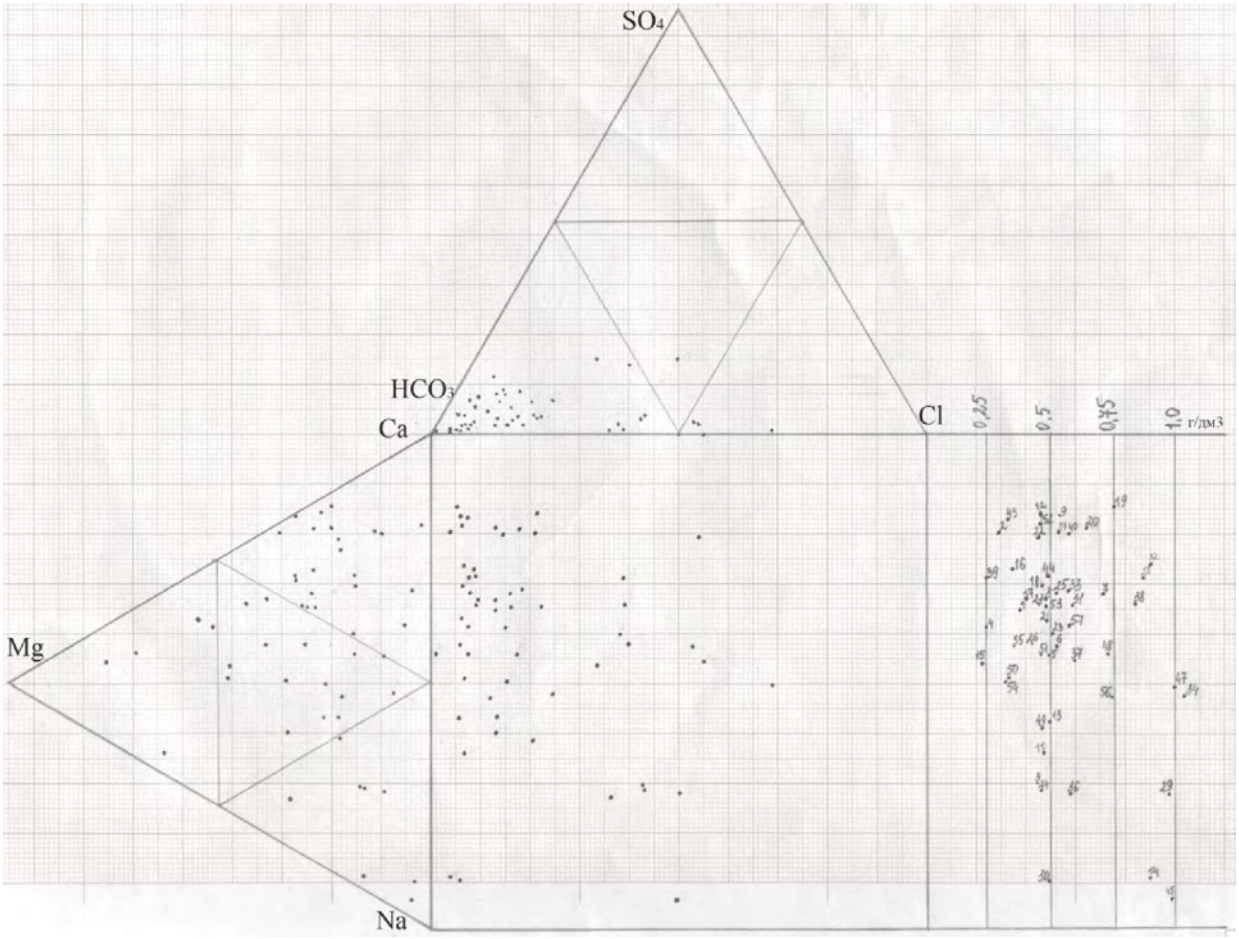


Рис. 1. Диаграмма Дурова по результатам химических анализов родниковых вод

Результаты анализов химического состава родниковых вод были систематизированы и представлены в виде формул Курлова, что позволило классифицировать их по составу и минерализации. Преобладающая часть родниковых вод имеет гидрокарбонатный состав по анионам и кальциевый или натриевый, реже магниевый состав по катионам. Воды хлоридного класса были отмечены в четырех источниках, расположенных в селе Нижний Енангск, деревнях Мондур, Крадихино, Сигово. Вода в остальных родниках имеет хлоридно-гидрокарбонатный, т.е. смешанный анионный состав. В родниках, расположенных в деревнях Еловино и Васино, были отмечены слабоминерализованные воды гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-хлоридного состава.

В ходе изучения материалов в семи источниках в селах Кильченьга, Шонга, деревнях Подгорье, Плёсо, Еловино, Сирино и Подол, было обнару-

жено повышенное содержание азотистых соединений. Это указывает на наличие антропогенного загрязнения на площадях водосбора данных родников. Для использования воды из отмеченных выше источников необходимо проводить регулярные наблюдения за изменением их химического состава во времени. Источники, в которых наблюдается содержание тяжелых металлов выше ПДК, требуют выявления источников загрязнения, родниковая вода не может быть использована для питьевых целей (например, родник «Колодный Лог», где в воде было обнаружено содержание свинца 0,012-0,013 мг/л). В 54 источников был определен показатель pH, из них воды 33 источников относятся к нейтральным, 8 относятся к слабокислым, 12 – к слабощелочным, 1 – к щелочным.

Воды большинства исследуемых источников отвечают нормативам согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству вод нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников», они являются пригодными для использования в пищу и в бытовых целях. Исключением являются воды отмеченных выше источников, а также воды источника в деревне Брод. Родниковая вода в нем имеет pH 5,6 что не соответствует нормативным требованиям [1].

Все отмеченные выше источники расположены в населенных пунктах Кичменгско-Городецкого района.

Таким образом, для сохранения качества родниковых вод с целью дальнейшего их использования для питьевых и хозяйственных нужд рекомендуется:

1. Провести каптаж источников в соответствии с установленными требованиями в целях предупреждения загрязнения родниковой воды.

2. Регулярно проводить химический анализ вод для мониторинга загрязнений источников.

1. СанПиН 2.1.4.1175-02. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к качеству вод нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 17.11.2002. – Введ. 1.03.2003. – Москва: Минздрав РФ, 2002.

РАЗРАБОТКА БИОРАЗЛАГАЕМОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Ю.И. Строганова
Научный руководитель ***Т.Е. Никифорова****, д-р хим. наук, доцент*
Ивановский государственный химико-технологический университет
г. Иваново

В условиях острой нехватки природных ресурсов и обострения проблем окружающей среды особую ценность приобретают исследования, позволяющие осваивать и внедрять новые технологии получения биополимеров из возобновляемых природных источников сырья. Особое место среди биополимеров занимает хитин и его весьма распространенная модификация – хитозан.

Биополимеры хитин и хитозан обратили на себя внимание ученых почти 200 лет назад. Хитин – это природный полимер, который входит в состав внешнего скелета и внутренней опорной структуры у ракообразных, в клетках грибов, водорослей [1]. По химической структуре он близок к целлюлозе и только ей уступает по распространенности в природе. Общая репродукция хитина в мировом океане оценивается в 2,3 млрд т в год, что может обеспечить мировой потенциал производства 150–200 тыс. т хитина в год. Основным видом сырья для получения хитина являются различные полуфабрикаты крабового панциря. Лучшим видом сырья считается крупка, полученная из трубчатого панциря ходильных конечностей. В России массовым источником хитинсодержащего сырья является камчатский краб и краб-стригун, годовой вылов которых на Дальнем Востоке составляет до 80 тыс. т, а также углохвостая креветка в Баренцевом море [1]. Хитозан возможно получать из отходов рыбообрабатывающей промышленности.

Молекула хитозана содержит большое количество свободных аминогрупп, что позволяет ему связывать ионы водорода, а кроме этого, «ловить» и прочно удерживать ионы различных металлов. Полимер способен также «захватывать» большое количество органических водорастворимых веществ, в том числе и бактериальных токсинов [2]. Сорбционные свойства хитозана применяются в медицине, экологии, сельскохозяйственной и пищевой промышленности [3–7]. Одним из развивающихся направлений применения хитозана является очистка воды от ионов тяжелых металлов. Загрязнение тяжелыми металлами воды, сельскохозяйственного сырья и продуктов питания обусловлено выбросами промышленных предприятий и городского транспорта; контактом с оборудованием и некачественной металлической упаковкой.

В случае очистки сточных вод идеальный адсорбент для ионов тяжелых металлов должен обладать такими свойствами, как большая площадь поверхности, соответствующий размер пор, объем пор, высокая адсорбционная емкость, механическая стабильность, хорошая совместимость, доступность, экономическая эффективность и экологичность. Хитозан является очень хорошим биосорбентом для удаления ионов тяжелых металлов и соответствует всем вышеперечисленным критериям. В то же время недостатками хитозана являются низкая устойчивость в кислой среде и при высоких температурах, а также не большая пористость. Поэтому актуальным вопросом является модификация сорбентов на основе хитозана. Целью исследования является разработка сорбента на основе хитозана с улучшенными сорбционными свойствами для очистки водных растворов, являющегося безопасным по отношению к очищаемым средам, способным прочно удерживать ионы тяжелых металлов. В данной работе проводили химическое модифицирование хитозана с последующей сшивкой. Для увеличения сорбционной поверхности вводили диоксид кремния, а в качестве наполнителя пектин.

В работе использовали 3% раствор хитозана. Для приготовления 100 мл раствора, навеску хитозана массой 3 г растворяли в 97 мл 1% уксусной кислоты. Затем выдерживали в течение 48 часов до образования густого однородного геля. Коллоидный диоксид кремния растворяли в 10 мл дистиллированной воды. Пектин смешивали с 8 мл дистиллированной воды и оставляли набухать. После набухания приливали к раствору хитозана раствор диоксида кремния и набухший пектин. Перемешивали на магнитной мешалке в течение 1 часа. В качестве сшивающего агента использовали эпихлоргидрин. Постепенно добавляли 0,55 мл сшивающего агента и перемешивали. Приготовленную смесь с помощью шприца вносили в 180 мл раствора триполифосфата натрия концентрацией 0,05 М. Полученные композитные микросферы выдерживают при комнатной температуре.

Для получения кинетических кривых в серию пробирок помещали навески сорбента, содержащие 0,1 г хитозана, заливали их 10 мл водного раствора сульфата меди. Начальная концентрация ионов меди составляла 1,5·10-4 моль/л. Через определенные промежутки времени раствор отделяли от сорбента фильтрованием и определяли в нем текущую концентрацию ионов металла методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе 210 VGP.

Время достижения сорбционного равновесия определяли с помощью кинетического эксперимента. На рисунке 1 представлены результаты кинетического эксперимента.

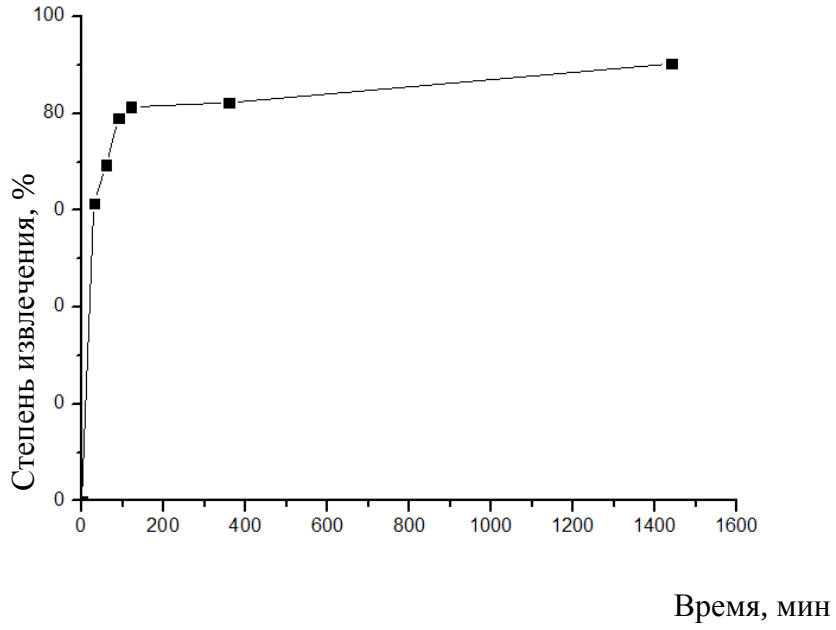


Рис. 1. Кинетическая кривая сорбции ионов Cu(II) из водного раствора модифицированным сорбентом

На основании кинетического эксперимента установлено, что время достижения сорбционного равновесия уменьшается вдвое и составляет 180 минут в сравнении с исходным хитозаном (360 минут). При этом степень извлечения увеличивается с 85% до 90%.

Для определения предельной сорбционной емкости гранул хитозана, были получены изотермы сорбции ионов Cu(II) из водных раствора сульфата меди при 293 К (рис. 2.).

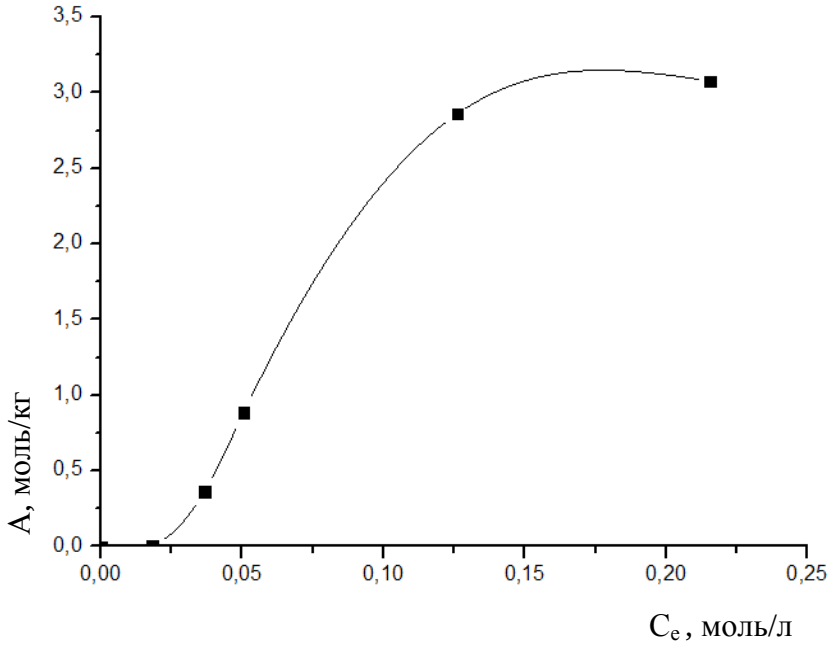


Рис. 2. Изотерма сорбции ионов меди гранулами хитозана, модифицированного диоксидом кремния и пектином

Полученную изотерму сорбции обрабатывали с помощью модели Ленгмюра результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры обработки изотерм сорбции ионов Cu(II) хитозаном, модифицированным диоксидом кремния и пектином, по модели Ленгмюра

Сорбент	1/A∞·K	1/A∞	Коэффициент корреляции	A∞, моль/кг
Хитозан/диоксид кремния/ пектин	0,00034 ± 3·10-4	0,325 ± 0,02	0,99	3,07

Разработан способ получения гранулированного композиционного сорбента на основе сшитого хитозана, модифицированного диоксидом кремния и пектином. На основании кинетического эксперимента установлено, что время достижения сорбционного равновесия в гетерофазной системе «хитозан – водный раствор CuSO4» составляет 180 минут. Полученные изотермы сорбции ионов меди обработаны в рамках модели Ленгмюра. Установлено, что предельная сорбционная емкость модифицированного хитозана составляет 3,07 моль/кг. Разработанный сорбент может быть предложен в качестве альтернативы промышленным катионитам для доочистки водных растворов от ионов тяжелых металлов.

1. Вихревой Г. А. Хитин и хитозан: [текст] : монография / Г. А. Вихревой, Скрябина К. Г., Валамова В. П. – Москва: Наука, 2002. – 368 с.

2. Скрябин К. Хитозан – полимер с уникальными свойствами [текст] / Скрябин К., Тихонов И., Варламов В. // Проблемы. Поиск. Решения. – 2014. – № 6. – С. 4–12.

3. Чермит З.М. О применении препаратов на основе хитозана в пищевой промышленноси [текст] / Чермит З.М., Агеева Н.М. // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2016. – № 39. – С. 1 – 17.

4. Bhairavi Doshi Sodium salt of oleoyl carboxymethyl chitosan: [text] /, Eveliina Repo, Juha P. Heiskanen, Juho Antti Sirvio, Mika Sillanpaa // A sustainable adsorbent in the oil spill treatment // Journal of Cleaner Production. – 2018. – P. 339-350.

5. Тарановская Е. А. Обеззараживание стоков с применением хитозана [текст]/ Тарановская Е. А., Собгайда Н. А., Влазнева Н. А. // Вестник технологического университета. – 2015. – № 14. – С. 232 – 235.

6. Saad M. Ahsan Chitosan as biomaterial in drug delivery and tissue engineering [text] / Saad M. Ahsan, Mathai Thomas, Kranthi K. Reddy, Sujata Gopal Sooraparaju3, Amit Asthana and Ira Bhatnagar // International Journal of Biological Macromolecules. – 2017. – С. 48.

7. Islam S. Chitin and Chitosan: Structure, Properties and Applications in Biomedical Engineering [text] / Islam S., Rahman Bhuiyan M. A., Islam M. N. // Polymers and the Environmen. – 2016. – № 4. – С. 854 – 866.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОНАХ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА

А.С. Трофимова
Научные руководители: ***А.В. Еглачева****, канд. биол. наук*
О.Н.Феклистова
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
г. Санкт-Петербург

На магистральных газонах г. Петрозаводска, расположенных вблизи лесопарковых зон отмечается естественное возобновление лесообразующих древесных растений Карелии: ели финской и сосны обыкновенной. По мнению С.В. Васильева [2], способность древесных растений в городских условиях образовывать самосев выступает надежным показателем устойчивости аборигенных видов в специфических условиях урбоценозов. Исследование зеленых насаждений, сформированных путем естественного возобновления в придорожных условиях, важно для определения их устойчивости и оценки перспективы их сохранения.

Цель работы: оценка состояния естественного возобновления лесообразующих древесных растений на магистральных газонах г. Петрозаводска, расположенных вблизи лесопарковых зон.

Задачи:

1) установить характер распределения и плотность естественного возобновления лесообразующих древесных растений;
2) выявить видовой состав и возраст возобновления древесных растений;
3) оценить жизненное состояние древесных растений;
4) определить годовые приросты побегов ели и сосны за последние 5 лет;
5) оценить интенсивность движения автотранспорта на Карельском проспекте и на Лососинском шоссе;
6) провести расчет выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в результате работы автотранспорта;
7) провести анкетирование жителей Петрозаводска по теме исследования.

Исследование хвойных растений проводилось в 2018 году маршрутным методом на двух магистральных газонах, расположенных параллельно естественным лесопарковым зонам – парку Беличий Остров (вдоль Карельского проспекта) и парку Телецентра (вдоль Лососинского шоссе) [3]. В инвентаризационную ведомость записывали видовой состав хвойных растений, высоту и диаметр ствола, поднятость кроны, ширину кроны, примеси участков, пространственную активность кроны, жизненное состояние растений и возраст. Жизненная оценка состояния хвойных растений проводилась по общепринятой методике (Якубов и др., 2000) [4]. Возраст деревьев определялся по мутовкам.

Оценка загазованности автомобильных дорог рассчитывалась по количеству проезжающих машин. Подсчет машин велся с использованием публич-

ным камер наружного видеонаблюдения компании «Ситилинк». Количество проезжающих машин считали 2 раза в сутки с 8.00 до 8.15 и с 17.30 до 17.45, 7 дней в месяце с понедельника по воскресенье. Подсчет машин велся с мая по июль 2018 года. Объем и масса загрязняющих веществ определялись по методике Алексеева С.В. и др. [1].

На примере магистральных газонов города Петрозаводска, расположенных вдоль естественных лесопарковых зон, по результатам проведенного исследования показана возможность успешного развития естественного возобновления лесообразующих пород в условиях урбоценоза. Основными факторами успеха развития естественного возобновления лесообразующих пород на магистральных газонах являются близкое расположение естественных лесных массивов, отсутствие конкуренции с другими видами, временное исключение покоса травянистого покрова, сохранение подроста.

Учитывая характер распределения и плотность естественного возобновления лесообразующих пород на магистральных газонах, рекомендуется прореживать посадки, оставлять наиболее сильные и хорошо развитые растения. Возможно, также проводить мероприятия по формовочной обрезке, стрижке. Также необходимо проводить экологический мониторинг естественного возобновления лесообразующих пород как индикаторов антропогенной нагрузки на городскую среду.

Количество групп хвойных растений на Карельском проспекте составило – 27, а на Лососинском шоссе – 19. Общая площадь, занятая естественным возобновлением хвойных растений на газоне Карельского проспекта, составляет 559 квадратных метров, а на Лососинском шоссе – 234 квадратных метра.

Наибольший возраст исследуемых растений на Карельском проспекте составляет 15 лет, а на Лососинском шоссе – 25 лет, а наименьший возраст – 2 года.

Среднее жизненное состояние на Карельском проспекте составило 2 балла, а на Лососинском шоссе – 1 балл.

Наибольший годовой прирост у елей отмечается в 2017 году. Снижение приростов отмечается в 2018 году. Наибольший годовой прирост у сосен отмечается в 2015–2017 годах, а наименьший – в 2018 году.

Наиболее интенсивное движение характерно для Карельского проспекта. Преобладает число легковых машин, проезжающих в 17 часов вечера. В результате работы автотранспорта в час-пик в воздух попадает большее количество угарного газа, а меньшее – диоксида азота. Санитарно-экологическая ситуация Карельского проспекта и Лососинского шоссе не соответствует гигиеническим нормам.

Проведенное анкетирование, в целом, показало, что респонденты затрудняются в ответе на предложенные вопросы. Большинство из них впервые обсуждали данную тему.

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии – М.: АО МДС, 1996. – 192 с.

2. Васильев С.В. Семенное возобновление древесных растений в городских условиях (на примере Санкт-Петербурга). Автореферат диссертации на соискание научной степени кандидата биологических наук. – Санкт-Петербург, 2012. – 20 с.

3. Перечень парков, бульваров, лесопарков, заказников, скверов, садов и аллей на территории Петрозаводского городского округа. Постановление Администрации Петрозаводского городского округа от 28 сентября 2018 года № 2761, 2018. Прирост побегов http://dendrology.ru/books/item/f00/s00/z0000042/st020.shtml

4. Якубов Х.Г., Пупырев Е.И., Авсиевич Н.А. Мониторинг состояния зеленых насаждений в условиях мегаполиса (состояние, проблемы и перспективы развития мониторинга в 2000 г.) // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2000. – № 6 (15). – С. 12-114.

ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Е. Ферапонтова
Научный руководитель ***Ю.М. Авдеев****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Согласно Климатической доктрине Российской Федерации (РФ), считается, что выбросы парниковых газов атмосферу неблагоприятно сказываются на климате. Изменение климата сказывается на здоровье и жизнедеятельности человека, на условиях существования животного и растительного мира во всех регионах планеты.

Цель: проанализировать информацию, представленные в отчете Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды за 2018 год (далее ДП и оос).

Исходя из цели, сформированы задачи:

1. Определить, какие объекты на территории Вологодской области (далее – ВО) наносят наибольший вред атмосферному воздуху.
2. Охарактеризовать предприятие ПАО «Северсталь» г. Череповца, как источника загрязнения атмосферы.
3. Рассмотреть комплекс мероприятий на снижение загрязнения атмосферного воздуха.

Научная новизна: ежегодно исполнительной орган Правительства Вологодской области в сфере природопользования представляет отчеты о своей деятельности по оос в ВО. Результаты отчетов публикуются на общедоступном веб-сайте ДП в форме публичных докладов.

Загрязнение воздуха носит локальный характер и наблюдается в городах Череповец, Вологда, Сокол, поселки Кадуй и Шексна.

Выбросы в атмосферный воздух осуществляются практически во всех пределах металлургического производства. Существенный вред уровню загрязнения атмосферы наносят цеха металлургического завода, производственные предприятия, котельные и ТЭЦ, автотранспорт, например, ООО «Газпром трансгаз Ухта», теплоэнергетики – Филиал ПАО «ОГК-2» Череповецкая ГРЭС; химического производства – Череповецкий комплекс АО «Апатит») [1].

По объему выброса в атмосферу от стационарных источников г. Череповец находится на втором месте в России. На Череповецкий металлургический комбинат ПАО «Северсталь» приходится 69% выбросов по области и свыше 90 % выбросов по городу. К выбросам относятся газообразные вещества, летучие органические соединения, пыль и другое. Стоит отметить, что компания ПАО «Северсталь» ежегодно вкладывает финансовые средства в природоохранную деятельность [2].

Утвержденный Комплексный план включает в себя мероприятия, направленные на снижение негативного воздействия на атмосферный воздух транспорта, предприятий, повышение эффективности государственного экологического мониторинга и предусматривает достижение следующих целевых показателей к 2024 году:

1. Уменьшение совокупного объема выбросов на 11,01%.
2. Уровень загрязнения воздуха в г. Череповце – высокий.
3. Объем потребления природного газа в качестве моторного топлива – 14 млн. нм^3[1].

Мэрией города Череповца актуализирован план действий по улучшению экологической обстановки, стабилизации и снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду города на 2018–2024 гг.

С целью снижения негативного воздействия на окружающую среду в 2018 году по ВО выполнены программы (рис. 1):

Рис. 1. Программы по снижению негативного воздействия

Снижения негативного воздействия на окружающую среду предприятиями реализуются инвестиционные проекты, направленные на совершенствование технологических процессов, повышение эффективности действующих и ввод в эксплуатацию новых очистных установок, ликвидацию источников загрязнения [2].

Наиболее значимые нормативные акты и национальные программы по снижению антропогенных выбросов парниковых газов и предотвращению изменения климата представлены на рисунке 2.

Избавление загрязнения воздуха от источников вредных веществ в стране запланированы меры по снижению выбросов в атмосферу, что подтверждается действиями нашего региона.

Государственный мониторинг состояния воздуха в городских районах осуществляется Росгидрометом на основе данных государственной наблюдательной сети, с учетом данных территориальных систем наблюдений субъектов РФ и локальных систем наблюдений предприятий, а также получаемых в рамках социально-гигиенического мониторинга данных Роспотребнадзора. За серьезные нарушения предусматривается административная и уголовная ответственность, в зависимости от масштаба причиненного ущерба [2].

Рис. 2. Основные нормативные акты и национальные программы по снижению антропогенных выбросов парниковых газов и предотвращению изменения климата

По итогу, деятельность Департамента ДП и оос является комплексной работой, данные постоянно актуализируются, носят в себе информативность.

В 2020 году будет продолжена реализация мероприятий, направленная на ограничение негативного воздействия хозяйственной деятельности на атмосферный воздух с целью достижения показателей Плана мероприятий по реализации Стратегии-2030.

1. Публичный доклад «О результатах деятельности ДП и оос ВО за 2018 год». 2019. – 43 с.

2. Государственная программа ВО «Охрана окружающей среды, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов на 2013–2020 годы», утвержденная постановлением Правительства ВО от 22 октября 2012 года № 1228.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ РУСЛОВЫХ УЧАСТКОВ ШЕКСНЫ И СУДЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.Е. Цветкова
Научный руководитель ***И.А. Непорожняя***
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Вода является важнейшей субстанцией, которая широко используется в различных технологических процессах, в том числе в энергетике, химическом производстве и так далее. Но в настоящее время остро стоит проблема нехватки обеспеченности чистой воды [2].

Микробиологические и гидрохимические показатели играют важную роль при изучении водных источников. По результатам комплексного исследования можно судить о степени загрязнения водоёма, степени вероятности присутствия в водном объекте опасных для человека микробов и соединений, а также о его экологическом состоянии, поэтому данная тема является актуальной.

Цель: провести комплексный анализ воды русловых участков Шексны и Суды Рыбинского водохранилища за 2016–2018 гг.

Река Суда протекает в Бабаевском и Кадуйском районах Вологодской области, является правым притоком реки Шексны. Длина реки составляет 184 км. Образовалась в результате слияния рек Ножемы и Колошмы, и впадает в Рыбинское водохранилище. В верхнем течении протекает по волнистой моренной равнине высотой 180-200 м; глубина вреза речной долины достигает 22-25 м, а уклон – 0,3 м/км. Питание – смешанное. Судоходна на устьевом участке [3].

Река Шексна протекает в пределах Белозерского, Кирилловского, Шекснинского и Череповецкого районах по древнеозерной низменной равнине высотой 100-130 м. Река берёт своё начало в Белом озере и впадает в Рыбинское водохранилище. Протяженность реки составляет 136 км. Глубина вреза долины достигает 20-25 м, а уклон – 0,088 м/км. Питание преимущественно снеговое [3].

Пробы отбирались и доставлялись в микробиологическую и химическую лаборатории предприятия АО «Апатит» в соответствии методике, которая регламентирована ГОСТ 31942-2012 «Международный стандарт. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа» [4].

Согласно МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов» определение общих и термотолерантных колиформных бактерий проводили методом мембранной фильтрации, а определение колифагов – прямым методом [5]. Определение химических показателей производили согласно методическим указаниям прописанным в нормативных документах к каждому компоненту, в которых отмечены единицы измерения и предельно допустимые концентрации.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам исследования значения ОКБ в пробах воды из р. Суда, в период с 2016 по 2018 гг., составляли от 3 до 96 КОЕ в 100 мл, что не превышает ПДК. В воде р. Шексны выявлено превышение в июне (901 КОЕ/100 мл), июле (2550 КОЕ/100 мл) и сентябре (1581 КОЕ/100мл) 2017 г., а также в мае (597 КОЕ/100 мл) и июле (788 КОЕ/100 мл) 2018 г в контрольном створе. В июне (937 КОЕ/100 мл) и сентябре (1256 КОЕ/100 мл) 2017 г в фоновом створе. Согласно СанПин 2.1.5.980-00 для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест предельно допустимое значение ОКБ не должно превышать 500 КОЕ в 100 мл [7].

Определение ТКБ проводится одновременно в одном и том же посеве с ОКБ для подтверждения загрязнения фекального происхождения. По СанПин 2.1.5.980-00 предельно допустимое значение ТКБ должно быть в пределах до 100 КОЕ в 100 мл [7]. Значение ТКБ в пробах из р. Суда находится в диапазоне от 0 до 96 КОЕ/100мл, что входит в рамки ПДК. В р. Шексна значение ТКБ в контрольном и фоновом створе с 2016 по 2018 годы составляет от 124 до 2158 КОЕ/100мл, что превышает предельно допустимую концентрацию. Исключением являются: в контрольном створе июль (19 КОЕ/100мл) и август (73 КОЕ/100мл) 2016 г; в фоновом створе все месяцы 2016 г, тогда значения ТКБ находились в диапазоне от 27 до 97 КОЕ/100 мл, и июль (34 КОЕ/100 мл) 2018 года.

Наличие ОКБ и ТКБ показывает наличие фекального загрязнения, даже в небольшом количестве. Можно предположить, что это связано с большим количеством предприятий, а так же сельским хозяйством и дачными участками, которые располагаются по берегам р. Шексна.

Колифаги являются одним из маркёров вирусного загрязнения водоёма. Предельно допустимое значение колифагов в водах рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест не должно превышать 10 БОЕ в 100 мл [7]. Показания колифагов за все время исследования в пробах из р. Суда находятся в рамках от 0 до 3 БОЕ/100 мл, что соответствует стандарту качества природной воды. В р. Шексна выявлено превышение в июне

(17 БОЕ/100 мл) и сентябре (24 БОЕ/100 мл) 2017 года, в мае (14 БОЕ/100 мл) и июле (29 БОЕ/100 мл) 2018 года. Это свидетельствует о возможном наличии вирусного загрязнения в р. Шексна. Источниками вирусов могут служить сельскохозяйственные угодья и дачные участки, которые располагаются по берегам р. Шексна.

Соотношение общих и термотолерантный бактерий, а также колифаг в поверхностных водах варьируется в 2016–2018 годах. Микробиологические показатели воды в р. Суда значительно выше в 2017 г., по сравнению с 2016 и 2018 гг. Возможно это связано с изменением климатических условий (проливные дожди и понижение температуры воздуха), которые повлекли за собой вымывание загрязненной прибрежной территории.

В р. Шексна наибольшие значения микробиологических показателей зарегистрированы в 2017 г. Это можно связать с закрытием шлюзов в Рыбинском водохранилище в 2017 г., из-за чего не происходило насыщенной циркуляции водных объектов. А также с изменением погодных условий, таких как обильное количество дождей и понижение температуры воздуха. В августе 2017 года отмечались проливные дожди, что повлекло за собой понижение температуры воды, вследствие чего отмечалось повышение микробиологических показателей в обеих исследуемых реках.

Химический состав речной воды состоит из сложного комплекса растворённых газов, различных минеральных солей и органических соединений. Согласно приказу Минсельхоза России концентрация химических веществ не должна превышать предельно допустимые значения. Во всех пробах воды исследуемые показатели находились в допустимых пределах:

- pH (7,1-8,4 ед.pH при ПДК-6,5-8,5 ед.pH),
- растворенного кислорода (6,6-10,9 мг/дм^3 при ПДК-4 мг/дм^3),
- натрия (1,3-4,7 мг/дм^3 при ПДК-120 мг/дм^3),
- никеля (0,0004-0,0023 мг/дм^3 при ПДК-0,01 мг/дм^3),
- мышьяка (0,0005-0,0019 мг/дм^3 при ПДК-0,05 мг/дм^3),
- фосфатов (0,02-0,047 мг/дм^3 при ПДК-0,61 мг/дм^3),
- ионов-аммония (0,09-0,48 мг/дм^3 при ПДК-0,5 мг/дм^3),
- нитрит-ионов (0,005-0,063 мг/дм^3 при ПДК-0,08 мг/дм^3),
- сульфат-ионов (6,1-58 мг/дм^3 при ПДК-100 мг/дм^3),
- фторид-ионов (0,066-0,35 мг/дм^3 при ПДК-0,75 мг/дм^3),
- хлорид-ионов (0,69-3,7 мг/дм^3 при ПДК-300 мг/дм^3).

По результатам исследования во всех пробах регистрировались понижение показателя БПК-5 и находились в пределах от 0,55 до 2,9 мг O_2/дм^3 при ПДК 3 мг O_2/дм^3 [6]. Низкие значения БПК-5 в воде р. Шексна за август (0,55 мг O_2/дм^3) и сентябрь (0,78 мг O_2/дм^3) 2017 года могут привести к кислородному голоданию водоёма, которое влечёт за собой массовую гибель гидробионтов. Превышение показателя БПК-5 отмечалось во всех пробах в июле (3,1-5,4 мг O_2/дм^3) и августе (3,0-3,9 мг O_2/дм^3) 2016 г. Высокие показатели

потребления кислорода указывают на возможное загрязнение органическими веществами.

В результате исследования проб воды нарушений по содержанию нитрат-ионов не выявлено. Значения данного показателя находится в диапазоне от 0,19 до 2,2 мг/дм^3 при ПДК 40 мг/дм^3 [6]. Максимальное значение нитрат-ионов отмечалось в пробе воды из р. Суда в августе 2018 г. и составляло 2,2 мг/дм^3, но не превышало ПДК для поверхностных источников.

Химическое потребление кислорода (ХПК) в настоящее время считается одним из информативных показателей антропогенного загрязнения водоёма [1]. Согласно нормативным документам содержание ХПК в речной воде не должно превышать 30 мг/дм^3 [6]. По результатам исследования во всех пробах наблюдалось превышение ПДК, от 30 до 117 мг/дм^3. В пробах воды из р. Шексна значение ХПК было в норме в июле 2016 г. (21 мг/дм^3), июле (17 мг/дм^3) и августе (27 мг/дм^3)2018 г. Вода из р. Суда соответствовала стандартам в июле 2016 (16 мг/дм^3) и 2018 гг (23 мг/дм^3).

В поверхностных водах железо присутствует в виде гидроксидного (Fe^{2+} и Fe^{3+}) состояния. Согласно нормативным документам содержание железа в речной воде не должно превышать 0,1 мг/дм^3 [6]. В результате исследования во всех пробах выявили превышения содержания железа, которое находилось в пределах от 0,18 до 2,48 мг/дм^3. Доминирующее влияние на состояние железа в поверхностных водах обусловлено комплексообразованием с высокомолекулярными органическими соединениями. Высокое содержание растворённого железа говорит о возможном загрязнении водоёма сточными водами с близь прилегающих производств. Так же высокая концентрация ионов железа обусловлено низким содержанием в воде растворённого кислорода, который участвует в процессе окисления неорганических ионов.

По результатам микробиологического и химического исследования видно, что реки Шексна и Суда одинаково подвержены негативному воздействию со стороны предприятий города. Помимо загрязнений с промышленной зоны, значительное количество загрязняющих веществ поступает от сельскохозяйственных угодий и туристических объектов, расположенных по берегам рек. Немало вредных веществ поступает и от водного транспорта. Реки Шексна и Суда являются участниками крупного водного пути. При открытии навигации акватория рек сильно страдает от выбросов с судов.

1. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. – 3-е изд., доп. и перераб. – Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2009. – 220 с., ил.

2. Никитин Д.П. Окружающая среда и человек: [Учеб. пособие для вузов] / Д. П. Никитин, Ю. В. Новиков. – Москва: Высш. школа, 1980. – 424 с., ил.

3. Вологодская энциклопедия. Том 2: М-Я / гл. ред. Г. В. Судаков. – Вологда: ВГПУ, изд-во «Русь», 2006. – С. 460.

4. ГОСТ 31942-2012 «Международный стандарт. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа». Введ. 2014-01-01. – Москва: ФГУП Стандартинформ, 2013. – 23 с.

5. МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов». Введ. 2004-03-03. – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 49 с.

6. Приказ Минсельхоза России. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. № 552. Введ. 2016-12-13. – Санкт-Петербург: АО «Кодекс», 2017. – 164 с.

7. СанПин 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». Введ. 2001-01-01. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 25 с.

ТЕРМОИЗБИРАНИЕ ВИДОВ GMELINOIDES FASCIATUS И ASSELUS AQUATICUS

Е.А. Шумилова, С.С. Назарова
Научные руководители: ***Н.Б. Афанасьева,*** *канд. биол. наук, доцент*
В.Б. Вербицкий, *д-р биол. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Терморегуляционное поведение является одной из форм температурной адаптации. Конечный преферендум вида может быть определён двумя способами, один из которых «хронический» конечный температурный преферендум или термоизбирание вида. В начальный период пребывания в температурном градиенте распределение особей зависит от их состояния, обусловленного предшествующей термальной акклимацией. После некоторого промежутка времени, достаточного для переакклимации животных к новым условиям в термоградиенте, их распределение приобретает стабильный характер. Достоинствами этого метода является получение информации о динамике процесса в зоне резистентности.

С помощью данного метода в градиентной установке возможна оценка летальной, сублетальной, избегаемой и избираемой температур в каждый соответствующий момент времени. В этом методе вид в определённом количестве особей помещают в градиент на две недели, после чего происходит ежедневное снятие показаний в количестве особей при определённой температуре, затем проводится анализ полученных данных [15].

В нашем исследовании участвовали два вида ракообразных – аборигенного вида водяного ослика *(Asellus aquaticus* L.*)* и вселенца бокоплава (*Gmelinoides fasciatus* L.*)*. Согласно литературным данным, для водяных осликов оптимальные температуры находятся в пределах 19-20°С [7]. Уровень предпочитаемых температур бокоплавов – 17-18°С [12]. Такие температурные границы характерны для водоёмов средней полосы, где проходит северная граница ареала данных гидробионтов.

Водяных осликов отлавливали в июле 2018 из канала реки Волги, около посёлка Борок Ярославской области, далее они находились в аквариуме 10 месяцев при температуре 23°С, в градиент поместили 51 особь, тестирование проходило в период с 3 по 18 июня 2019 года.

Бокоплавы были собраны из реки Латки в селе Б. Ченцы 27.06.19, и находились, до пересадки в градиент, в аквариуме при температуре воды 21°С. В градиент поместили 42 особи 25 июля 2019 года, а эксперимент продолжался по 9 августа 2019 года. Отсчеты о расположении биологического объекта в градиенте температур регистрировали, начиная со следующих суток после их помещения в установку, в период с 9:00 до 16:00, с интервалом в 40–60 минут.

Для определения избираемых и избегаемых температур использовали методологию и критерии, установленные H. F. Do et al. (1994) и R.M. Hernandez et al. (1996). В качестве зоны избираемых температур принимали значение модальной группы на шкале температур. Для количественной оценки средней избираемой температуры в градиентных условиях среды, полученные данные использовали для выявления среднего арифметического значения для серий отсчётов, далее находили эту же величину за каждый день. Избираемый диапазон температуры определяли по регистрации >70% отсчетов местонахождения исследуемых видов за опыт [7].

Распределение и поведение особей в процессе термоизбирания делится на два этапа: переходный (избираемая температура) и этап стабилизации (зона окончательно избираемой температуры), что видно на графике (рис. 1, 2).

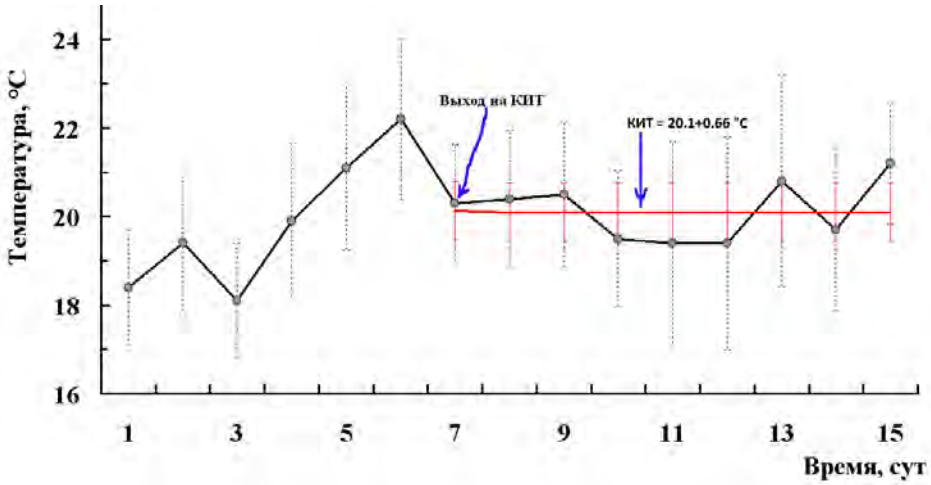


Рис. 1. Средняя избираемая температура водяного ослика за 15 суток эксперимента

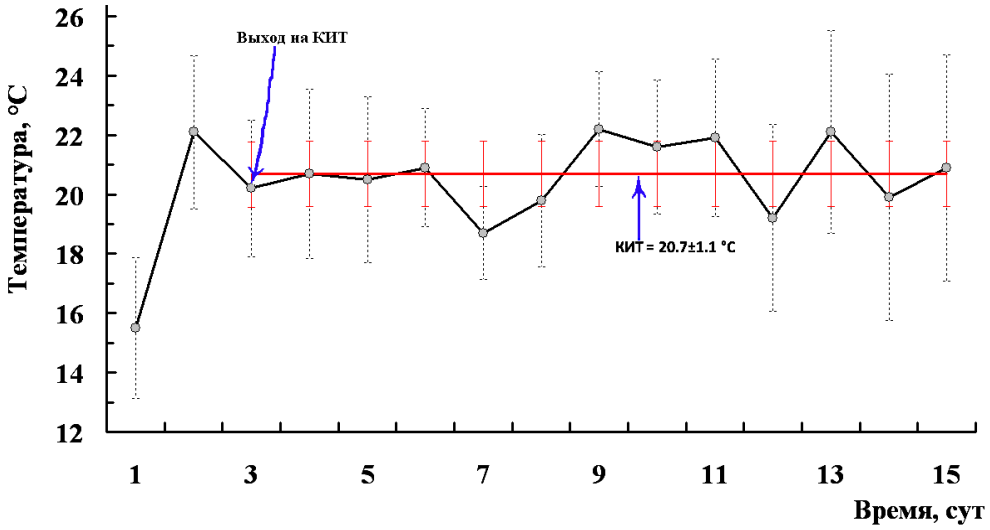


Рис. 2. Средняя избираемая температура бокоплава за 15 суток эксперимента

Анализируя каждый вид в отдельности можно отметить, что выход на конечную избирательную температуру (КИТ) происходит по-разному. У бокоплавов наблюдается выход на КИТ с перерегулированием уже на третьи сутки эксперимента, тогда как у водяного ослика – на седьмые. Это свидетельствует, что у бокоплавов, в сравнении с осликами, наблюдается более быстрая адаптация к изменениям температуры. Определён (КИТ) 20°С, соответствующий оптимальным температурам роста и развития раков. Средние значения и диапазоны температур: у *Asellus aquaticus* 20.1±0.66°С (19.4-20.8°С), у *Gmelinoides fasciatus* 20.7±1.1°С (19.6-21.8°С).

Полученные материалы позволяют рекомендовать температурные критерии индикаторных видов ракообразных для решения природоохранных и рыбохозяйственных задач, а также определение оптимальных параметров по конкретным факторам среды могут быть использованы для введения новых видов гидробионтов в аквакультуру и подбора новых тест-объектов.

1. Feder M.E., Parsell D. A., Lindquist S. L. The stress response and stress proteins // Cell Biology of Trauma. 1995. – P. 177-191.

2. Hall L.W., Cincotta D.A., Stauffer J.R. Temperature preference of the crayfish Orconectes obscurus // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1978. V. 7. I. 3. – P. 379-383.

3. Lushchak V.I., Bagnyukova T.V., Lushchak O.V. Hypoxia and recovery perturb free radical processes and antioxidant potential in common carp (Cyprinus carpio) tissues // The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. 2005. Vol. 37. – P. 1319–1330.

4. Reutter J. M., Herdendorf C. E. Laboratory estimates of the seasonal final preferenda of some Lake Erie fish // Proc. 17th. Conf. Gr. Lak. Res. Part 1. 1974. – P. 59 – 67.

5. Reynolds, Casterlin, 1979 Behavioral thermoregulation and the «final preferendum» paradigm // Amer. Zool. Vol. 19, № 1. – P. 211-224.

6. Tomanek L. The importance of physiological limits in determining biogeographical range shifts due to global climate change: the heat-shock response // Physiological and Biochemical Zoology. 2008. T. 81. № 6. – C. 709-717.

7. Вербицкий В.Б., Березина Н.А. Возможности распространения байкальской амфиподы Gmelinoides fasciatus (Stebb.) в связи с особенностями ее температурной и соленостной толерантности. – Калининград: КГТУ, 2001. – 72 с.

8. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 463 с.

9. Детлаф Т.А. Температурно-временные закономерности развития пойкилотермных животных. – Москва: Наука, 2001. – 211 с.

10. Магомедов У.Б. Теплопроводность воды и ее зависимость от плотности при высоких параметрах состояния // Известия Российской академии наук. – 2002. – № 3. – С. 163-165.

11. Саарма Ю.М., Лука А.Н., Хорол И.С. Стресс без дистресса. – Москва: Прогресс, 1979. – 126 с.

12. Тимофеев М.А. Экологические и физиологические аспекты адаптации к абиотическим факторам среды эндемичных байкальских и палеарктических 125 амфипод: дис. … д-ра биол. наук: 03.02.08 / М.А. Тимофеев; ТГУ. – Томск, 2010. – 384 с.

13. Чернова Н.М., Галушин В.М., Константинов В.М. Экология. – Москва: Дрофа, 2007. – 374 с.

Секция «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОРНИТОФАУНЫ Г. ВОЛОГДЫ

Л.Н. Баданина
Научный руководитель ***А.А. Шабунов****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время орнитофауна г. Вологды является слабоизученной. В имеющихся публикациях о птицах города отмечены общие черты орнитофауны и выявлены некоторые экологические проблемы. Публикации и работы, связанные с орнитофауной города носят довольно фрагментарный характер [2].

Целью данной работы являлась оценка эколого-фаунистического разнообразия орнитофауны города Вологды.

Собственные материалы включают исследования 2019 года (весна-лето). Вся территория города была разделена на квадраты в 1 км². Такая методика учета птиц использовалась в г. Москве, где размер квадратов составлял 2 × 2 км. Площадь всех исследуемых участков составила 56 км², охватывающих разные районы города (всего площадь города включает 116 квадратов). Для оценки орнитофауны г. Вологды также использовались фондовые материалы кафедры биологии и экологии ВоГУ: отчеты о научно-исследовательских работах, выпускные квалификационные работы.

Всего в г. Вологде за все периоды наблюдений зарегистрировано 130 видов птиц из 13 отрядов. Во время проводимых учетов было встречено 57 видов птиц (в том числе *Motacilla (citreola) werae* Buturlin, 1908, занесенная в Красную книгу Вологодской области) из 10 отрядов.

Вся исследуемая территория была условно разделена на 7 участков:

1. Район Водники (9 км²);
2. Район Заречье (ближе к реке) (8 км²);
3. Район Заречье (дальше от реки) (5 км²);
4. Район Бывалово (7 км²);
5. Район Ленинградка (6 км²);
6. Парк Мира и прилегающая территория (8 км²);
7. Центральная часть города (13 км²) (рис.).

Эколого-фаунистическое разнообразие птиц в городе многообразно. По занимаемому ареалу все птицы города делятся на 3 группы. Большинство видов птиц являются широко распространенными (34,62%), для многих видов характерен южный ареал (30,77%). Птицы, относящиеся к северному ареалу (19,23%), являются самой немногочисленной группой.

Из фаунистических групп наиболее распространенными являются группа широколиственных лесов (26,15%) (*Luscinia luscinia*), лесная палеарктическая (26,92%) (*Pica pica*) и азональная фаунистическая группа (13,85%) (*Corvus frugilegus, Alauda arvensis*). Другие фаунистические группы являются немногочисленными.

Характер и условия питания влияют на размещение в пространстве, сезонные перемещения, темпы размножения и смертности, межвидовые и внутривидовые отношения. По характеру питания птиц условно подразделяют на 7 групп [1]. В городе преобладают насекомоядные (38,46%) (*Parus major, Muscicapa striata*), а также растительноядные (16,15%) (*Carpodacus erythrinus, Carduelis*) виды птиц. Это связано с тем, что насекомые и растительная пища являются основным источником питания птиц, обитающих в г. Вологде. Наименьшим количеством видов представлена группа рыбоядных (2,31%) (*Sterna hirundo*).

Большинство птиц относится к лесной экологической группе (44,62%) (*Turdus iliacus Linnaeus*). В меньшей степени птицы предпочитают открытые местообитания (17,69%) (трясогузка желтая), либо являются околоводными (16,92%) (*Larus ridibundus*), водоплавающими (*Mareca penelope*) (8,46%) и синантропными (*Columba livia*) (6,92%). К кустарниковой экологической группе относятся только такие виды как *Sylvia communis, Sylvia borin, Sylvia nisoria*, а к эврибионтам – *Corvus cornix, Corvus corax* и *Milvus migrans*. Их доля в орнитофауне города составляет по 2,31%. К болотной экологической группе относится всего один вид – *Falco columbarius* (0,77%).

По типу гнездования орнитофауна города представлена различными группами птиц. Большинство видов предпочитают древесный (40,00%) (певчий дрозд) и наземный (37,69%) (пеночка-весничка) вариант размещения гнезд. В меньшей степени представлены кустарниковые (10,77%) (скворец обыкновенный) и скрытно гнездящиеся виды (10,77%) (камышовка-барсучок). Кукушка обыкновенная является единственным представителем гнездовых паразитов (0,77%).

По типу пребывания большинство птиц являются перелетными (67,69%). К ним относятся *Luscinia svecica, Carduelis cannabina, Erithacus rubecula* и многие другие виды. Это связано с тем, что большинство птиц, обитающих в городе, являются насекомоядными, и совершают перелеты в южные широты. Так же многочисленна группа кочующих птиц (27,69%), это такие представители орнитофауны как *Spinus spinus, Bombycilla garrulus, Sitta europaea*. Группа оседлых (*Corvus monedula, Passer domesticus, Passer montanus*) и пролетных (*Anser fabalis, Cygnus cygnus, Plectrophenax nivalis*) птиц включают в себя только по три вида (по 2,31%).

Орнитофауна города разнообразна. По территории города птицы распределены неравномерно в силу неоднородности условий обитания.

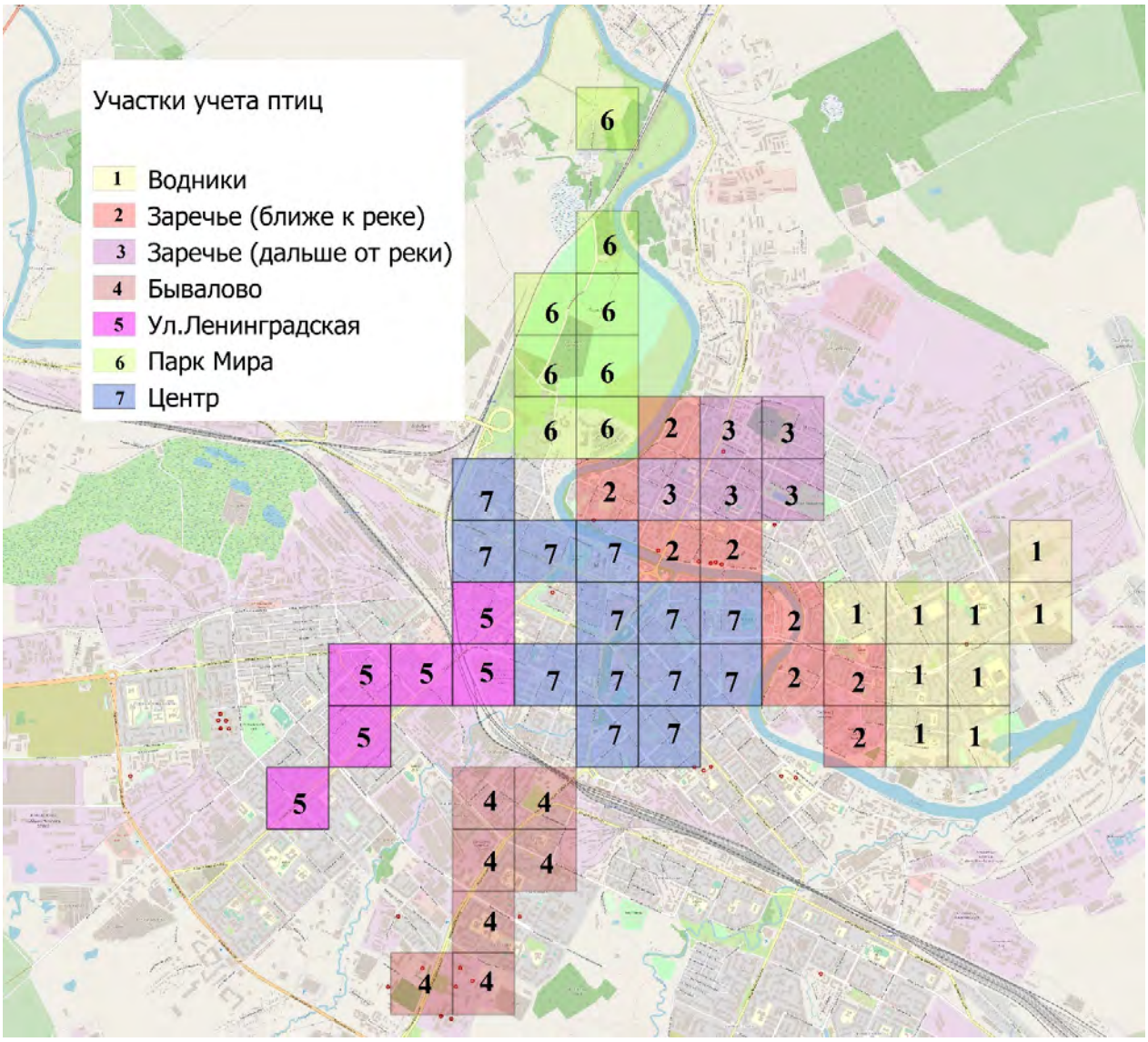


Рис. 1. Участки учета птиц в г. Вологде

1. Анфалова, М.И. Орнитофауна города Вологды / М.И. Анфалова, А.Н. Никуличева, Т.Н. Перерукова // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции. В 3-х т. – Вологда: ВоГУ, 2015. – Т. 1. – С. 476–478.

2. Баданина, Л.Н. Об истории изучения орнитофауны г. Вологды / Л.Н. Баданина // XII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: материалы Межрегиональной научной конференции. В 2-х т. – Вологда: ВоГУ, 2018. – Т. 1. – С. 409–413.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕКИ ЯГОРБЫ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Гомзикова, Е.Л. Петров
Научный руководитель ***И.А. Непорожняя****, старший преподаватель*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Реки – это важный ресурс, который используется для обеспечения питьевой водой, ирригации сельскохозяйственных земель, промышленного и коммунального водоснабжения и сброса сточных вод, навигации, рыболовства, рекреации и имеют эстетическое значение. Поэтому качество вод и экологическое состояние рек имеет важное значение в жизни человека [4]. Основной причиной загрязнения рек на урбанизированных территориях является сброс неочищенных или недостаточно очищенных коммунально-бытовых, сельскохозяйственных и производственных стоков. Среди множества токсикантов, загрязняющих природные воды, особое значение имеют тяжелые металлы, которые включаясь в миграционные циклы [7], аккумулируются в различных компонентах водных экосистем. Концентрации тяжелых металлов в воде ниже, чем в донных отложениях. В водных объектах между донными отложениями и водой происходят непрерывные процессы обмена веществами, которые могут привести к вторичному загрязнению. Это происходит, когда ранее перешедшие из толщи воды загрязняющие вещества в результате различных внутриводоемных процессов (изменение pH, окислительно-восстановительной обстановки, биохимические процессы, механическое перемешивание, лиганды и др.) могут переходить из донных отложений в воду, вновь загрязняя ее [3].

Сведения о концентрации тяжелых металлов в донных отложениях широко используются для оценки и прогнозирования экологического состояния водоемов, а также могут служить отправной точкой для других видов исследований.

Целью исследований являлось изучение содержания Zn, Pb, Cu, Mn, Fe, Cd иHg в литоральном слое донных отложениях левого берега реки Ягорбы, протекающей через г. Череповец (Вологодская область).

Река Ягорба является важным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Череповца. Река протекает в Череповецком районе Вологодской области, впадает в Шекснинский русловый участок Рыбинского водохранилища в границах г. Череповец. Длина реки составляет 53 км, площадь водосборного бассейна – 458 км^2. Экологическое состояние реки вызывает опасения. Загрязненность реки Ягорбы обусловлена в основном влиянием различных предприятий, а так же сельскохозяйственных объектов.

Пробы донных отложений собирались раз в месяц в периоды с июня по ноябрь 2018 г. на мелководных участках в трёх метрах от уреза воды на левом берегу реки Ягобры на 4 станциях. Измерения массовых концентраций метал-

лов проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрометре «МГА–915МД» с предварительной пробоподготовкой на СВЧ минерализаторе «Минотавре–2». Содержание Hg определялось с помощью ртутного анализатора «РА 915М» с приставкой «ПИРО 915+». Для экотоксикологической оценки почв использовали предельно-допустимые концентрации (ПДК) валовых форм [1] и кларки земной коры [6], так как нормативы их содержания в донных отложениях отсутствуют.

В ходе нашего исследования были получены следующие результаты, которые занесены в таблицу 1.

Таблица 1

Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях реки Ягорбы с июня по ноябрь 2018 г. (левый берег)

Элемент	Концентрация, мг/кг		
	левый берег	$ПДК_{вал}$	Кларк
Cd	0,001–0,060 0,016±0,001	0,5	0,2
Cu	0,03–**259**,91 12,39±5,31	55	55
Fe	7,34–13051,51 2899,20±1440,74	–	25000
Mn	0,08–136,86 43,54±5,55	1500	950
Pb	0,27–**27**,88 2,58±0,53	32	12,5
Zn	0,67–**308**,37 49,44±8,06	100	70
Hg	0,001–**0,133** 0,017±0,011	2,1	0,08

Примечание. Над чертой – минимальное и максимальное значения, под чертой – среднее значение. Прочерк означает отсутствие данных.

Результаты исследований показали, что средняя концентрация металлов в донных отложениях реки на левом берегу, и максимальное ее значение в большинстве проб не превышает ПДК. Выявлено превышение ПДК по содержанию меди и цинка в донных отложениях на левом берегу реки Ягорбы. Содержание свинца и ртути превышает значения по Кларку. Убывающий ряд распределения концентраций тяжелых металлов в донных отложениях на левом берегу реки Ягорбы: Fe > Zn > Mn > Cu > Pb > Hg > Cd. Подобный же ряд Zn > Cu > Pb > Cd > Hg можно составить относительно содержания металлов в почвах вокруг Череповецкого промышленного центра [2].

По нормам и критериям оценки загрязнённости донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга [5] определяются уровни загрязнения. Концентрации всех металлов наблюдались ниже целевого уровня, при котором донные отложения считаются чистыми. Исключение составило содержа-

ние меди и цинка (зарегистрированное значение, также превышающее ПДК, было выше уровня, требующего вмешательства) (табл. 2).

Таблица 2

Критерии загрязнения стандартных донных отложений по концентрациям тяжёлых металлов и содержание элементов в донных отложениях реки Ягорбы, мг/кг (левый берег)

Элемент	Целевой уровень	Предельный уровень	Проверочный уровень	Уровень, требующий вмешательства	Река Ягорба (левый берег)
Pb	85	530	530	530	0,27–27,88 2,58±0,53
Zn	140	480	720	720	0,67–308,37 49,44±8,06
Cu	35	35	90	190	0,03–259,91 12,39±5,31
Cd	0,8	2.0	7,5	12	0,001–0,060 0,016±0,001
Hg	0,3	0,5	1,6	10	0,001–0,133 0,017±0,011

Примечание. Над чертой – минимальное и максимальное значения, под чертой – среднее значение.

В донных отложениях прибрежной зоны реки Ягорбы массовые концентрации Pb, Fe, Mn, Cd, Hg соответствуют требованиям санитарно-гигиенических нормативов для почв, наиболее вероятное токсичное воздействие на биоту водоемов связано цинком и медью. Полученные результаты свидетельствуют о потенциальной опасности водотоков для здоровья населения г. Череповец.

1. ГН 2.1.7.2041–06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 3 с.

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2016 году. Г. Вологда, 2017.

3. Косов, В.И. Концентрации тяжелых металлов в донных отложениях верхней Волги / В.И. Косов, Г.Н. Иванов, В.В. Левинский, Е.В. Ежов // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28. – № 4. – С. 448-453.

4. Ларикова, Н.В. Исследование генотоксичности воды и донных отложений реки Оби в районе города Барнаула // Мир науки, культуры, образования [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2012. – № 2. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-genotoksichnosti-vody-i-donnyh-otlozheniy-reki-obi-v-rayone-goroda-barnaula – Загл. с экрана.

5. Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – URL: http://docplayer.ru/

45880841-Normy-i-kriterii-ocenki-zagryaznennosti-donnyh-otlozheniy-v-vodnyh-obektah-sankt-peterburga-regionalnyy-normativ.html – Загл. с экрана.

6. Серегина, Ю.Ю. Комплексная оценка загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова прибрежной зоны р. Белая Белорецкого района Республики Башкортостан / Ю.Ю. Серегина, И.Н. Семенова, Г.Ш. Кужина // Живые и биокосные системы [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2013. – № 3. –URL: http://www.jbks.ru/archive/issue-3/article-4

7. Сулейманов, Р.А. Тяжелые металлы в компонентах малых рек на территории г. Сибай (Республика Башкортостан) / Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин, З.Б. Бактыбаева // Вода: химия и экология. – 2017. – № 5. – С. 85–92.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЫШЦАХ РЫБ

Д.С. Денисова

Научный руководитель ***М.А. Назарова****, канд. биол. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Окружающая среда по праву является неотъемлемой составной частью жизни каждого человека. Поэтому ее загрязнение считается важнейшей глобальной проблемой современности, которая возникла в результате развития новых отраслей промышленности и использования для этих целей в больших объемах природных ресурсов, применяемых в качестве сырья при производстве и как резервуара для отходов [1].

Одними из наиболее вредных химических веществ, оказывающих негативное влияние на экологическое равновесие в природных системах и состояние живых организмов, являются тяжелые металлы, которые обладают высокой степенью воздействия на водные объекты и способны длительное время накапливаться в тканях гидробионтов, особенно хищных [2, 3]. Актуальность выбранного исследования заключается в том, что при поступлении коммунально-бытовых и промышленных стоков в поверхностные воды под действием различных факторов происходит трансформация загрязняющих веществ в токсичные формы, которые обладают большей проникающей способностью, что приводит к их отрицательному воздействию на жизнедеятельность водных организмов [4, 5].

На основании вышеизложенного, цель данной работы состояла в определении содержания тяжелых металлов в мышечной ткани разных видов рыб с учетом их возрастных особенностей, а также в применении полученных аналитических данных для проведения оценки качества поверхностных вод Ку-

бенского озера, имеющего комплексное назначение на территории Вологодской области.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: выяснить, какие тяжелые металлы могут содержаться в мышечной ткани анализируемых образцов рыб и в каких количествах; сравнить полученные результаты с установленными значениями предельно-допустимых концентраций, указанных в нормативных документах; сделать вывод о том, как изменяется содержание тяжелых металлов в мышцах гидробионтов разного возраста; провести анализ водного объекта для его возможного дальнейшего использования.

Отбор проб осуществлялся в октябре 2018 года с акватории Кубенского озера. В качестве объектов для проведения соответствующих определений были выбраны следующие виды рыб: щука обыкновенная (*Esox lucius Linnaeus, 1758*) (2+ – 8+), лещ обыкновенный (*Abramis brama Linnaeus, 1758*) (4+ – 14+) и плотва обыкновенная (*Rutilus rutilus Linnaeus, 1758*) (6+ – 13+). Образцы тканей хранились в холодильнике при низкой температуре и были разморожены в день проведения стадии пробоподготовки.

Основными тяжелыми металлами, загрязняющими поверхностные воды озера, согласно таблице, являются железо, медь и цинк, наличие которых превышает нормированные значения ПДК.

Таблица

Содержание тяжелых металлов в Кубенском озере

Год	Fe		Cu		Zn	
	C(Fe), мг/дм^3	ПДК(Fe), мг/дм^3	C(Cu), мг/дм^3	ПДК(Cu), мг/дм^3	C(Zn), мг/дм^3	ПДК(Zn), мг/дм^3
2016	0,195	0,1	0,0035	0,001	0,023	0,01
2017	0,57		0,0035		0,016	
2018	0,40		0,0052		0,026	

Определение концентрации общего железа в мышечной ткани гидробионтов проводили на фотоэлектроколориметре путем измерения оптической плотности при длине волны λ = 490 нм с толщиной поглощающего свет слоя кюветы 20 мм относительно холостой пробы.

Оценку содержания меди, цинка и ртути осуществляли инверсионно-вольтамперометрическим методом анализа, который включал процесс электролиза фонового раствора с последующим накоплением элемента на поверхности электрода и его дальнейшим растворении. Аналитический сигнал регистрировался построением графической зависимости в компьютерной программе «Polar».

В результате проведенных исследований было установлено, что степень аккумуляции экологических токсикантов, выступающих в качестве микрокомпонентов (железа, меди и цинка) и канцерогена (ртути), в мышцах разных видов рыб с изменением возраста линейно увеличивалась. Указанное положе-

ние представлено на рисунках 1 и 2. Полученные в ходе работы данные сопоставляли с ПДК, указанными в нормативном документе.

На рисунке 1 рассмотрены результаты по первой группе элементов. Содержание общего железа превышало допустимое значение (30 мг/дм^3) у гидробионтов старше 8+. Концентрация меди в тканях рыб возрастом 3+ значительно отличалась от регламентированного показателя (10 мг/дм^3). Присутствие цинка в мышечной ткани исследуемых объектов также не соответствовало установленным требованиям гигиенического норматива (40 мг/дм^3), причем содержание поллютанта отличалось от ПДК в разных возрастных категориях рыб с учетом их образа жизни.

Перед анализом по определению содержания ртути предварительно проводили сортировку гидробионтов по типу питания, поскольку допустимая концентрация металла для хищников (0,6 мг/дм^3) и мирных рыб (0,3 мг/дм^3) отличалась. Результаты, представленные на рисунке 2, свидетельствовали, что принадлежность к разным экологическим группам существенно повлияла на накопление металла в мышцах водных организмов. В исследованной ткани щуки, являющейся хищником, возрастом 8+ содержание экотоксиканта превышало ПДК, а в образцах мирных рыб леща и плотвы в среднем старше 9+ – 11+ концентрация данного элемента также отличалась от значения, указанного в гигиеническом нормативе.

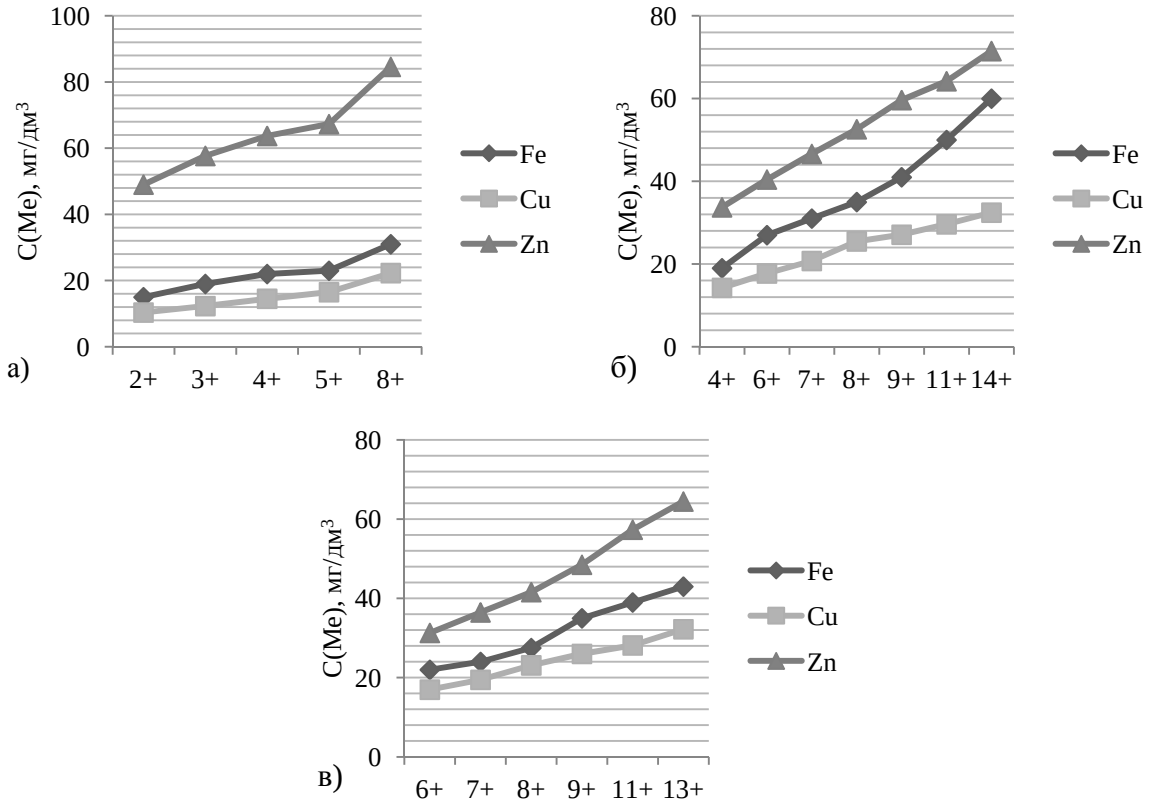


Рис. 1. Содержание железа, меди и цинка в мышцах щуки (а), леща (б) и плотвы (в)

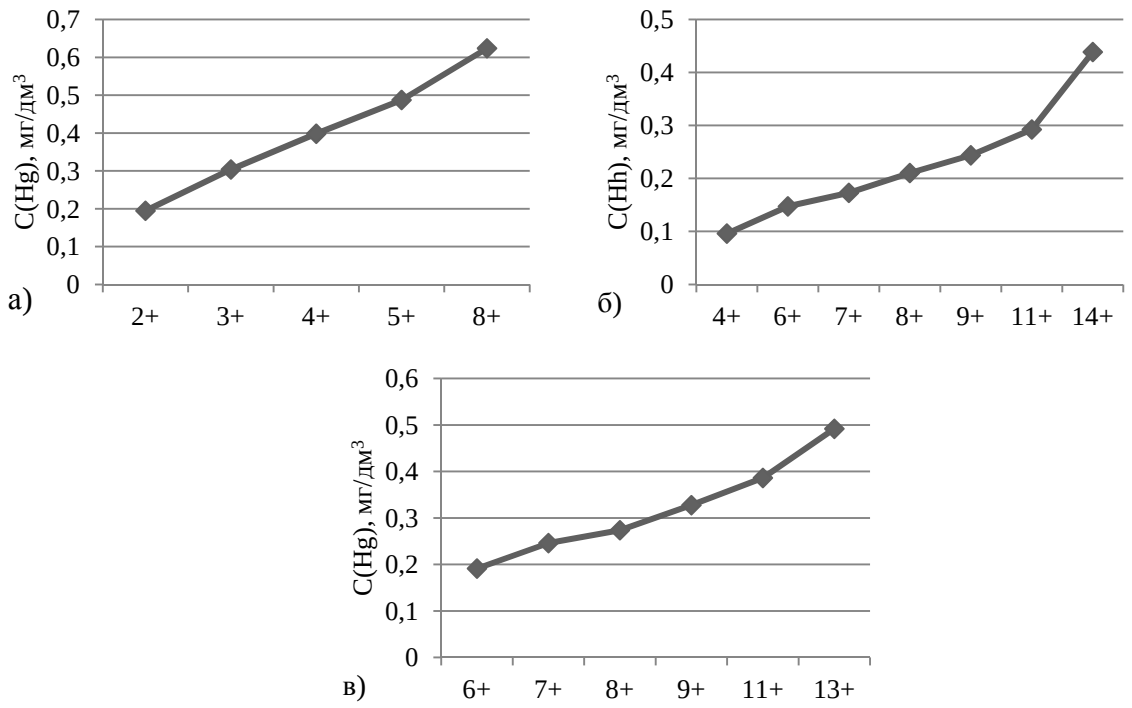


Рис. 2. Содержание ртути в мышечной ткани щуки (а), леща (б) и плотвы (в)

Таким образом, поверхностные воды Кубенского озера характеризуются высоким уровнем содержания токсичных компонентов. В мышечной ткани исследуемых образцов рыб присутствуют такие тяжелые металлы, как железо, медь, цинк и ртуть. Накопление поллютантов в организмах гидробионтов усиливается с увеличением возраста, причем обнаруженная зависимость меняется линейно. Учитывая имеющиеся сведения о химическом составе воды и некоторых специфических особенностях представителей ихтиофауны относительно типа питания, в дальнейшем возможно проводить оценку качества Кубенского озера с использованием разных видов рыб в качестве биологических индикаторов. По имеющимся данным можно предположить, что поверхностные воды объекта комплексного назначения относятся к 4А классу по степени загрязненности.

1. Иванова, К.Г. Проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / К.Г. Иванова, Е.О. Ляш // Безопасность городской среды. – 2017. – № 1. – С. 98–101.

2. Давыдова, О.А. Физико-химические и экологические аспекты сезонной динамики содержания тяжелых металлов в водных экосистемах на территории Ульяновской области / О.А. Давыдова, А.А. Лукьянов, Е.С. Ваганова, И.Т. Гусева // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2014. – № 1. – С. 77–80.

3. Болотова, Н.Л. Биоиндикация ртутного загрязнения водных объектов Вологодской и Нижегородской областей (на примере рыб как тест-объектов) / Н.Л. Болотова, Н.Ю. Тропин, Г.В. Шурганова // Экология и промышленность России. – 2015. – № 5. – С. 13–19.

4. Васильева О.Б. Липиды тканей рыб из акваторий онежского озера с разной степенью антропогенного загрязнения / О.Б. Васильева, М.А. Назарова, Н.В. Ильмаст, Н.Н. Немова // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2018. – № 6. – С. 95–102.

5. Моисеенко, Т.И. Биоаккумуляция ртути в рыбах как индикатор уровня загрязнения вод / Т.И. Моисеенко, Н.А. Гашкина // Геохимия. – 2016. – № 6. – С. 495–504.

МОНИТОРИНГ *FORMICA POLYCTENA* В ЮЖНОТАЕЖНОМ ХВОЙНО-МЕЛКОЛИСТВЕННОМ ЛЕСУ

А.В. Калининский
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для лесных экосистем нашего региона представители рода *Formica* имеют большое значение. Они являются звеном в трофических сетях, служа регуляторами численности беспозвоночных, включая многих вредителей леса. Но при этом сами представляют собой важный источник белка для многих птиц и млекопитающих. Также эта группа во многом положительно влияет на процессы почвообразования [1]. А малый лесной муравей (*Formica polyctena*) является самым распространенным видом из группы рыжих лесных муравьев на территории Вологодской области, поэтому он представляет наибольший исследовательский интерес.

Целью мониторинга является изучение комплексов *Formica polyctena* на территории хвойно-мелколиственных лесов Вологодского района. Нами были поставлены следующие *задачи*: проследить изменения морфометрических параметров гнезд малых лесных муравьев в течении нескольких лет, проанализировать распределение муравейников на изучаемой территории.

Материалы и методы исследования. С 2015 по 2019 гг. проводились исследования двух лесных участков (ельник-осинник разнотравный) в окрестностях д. Обухово Вологодского района. Общая площадь участков 21 гектар. Муравьев для видовой идентификации собирали вручную. Гнезда и тропы измерялись и наносились на карту. Было изучено 22 гнезда.

Результаты и их обсуждения. Характеристика метрических особенностей анализируемых в работе гнезд представлена в таблице 1.

Таблица 1

Метрические показатели гнёзд *Formica polyctena* по результатам полевых исследований

1 площадка	Высота, м	Радиус, м	V, м^3	2 площадка	Высота, м	Радиус, м	V, м^3
2019							
ср.	0,37	0,57	0,32	ср.	0,47	0,70	0,48
max	0,46	0,79	0,51	max	0,55	0,97	0,77
min	0,27	0,32	0,13	min	0,36	0,50	0,33
2017							
ср.	0,62	0,93	1,45	ср.	0,97	1,46	3,74
max	1,11	1,86	4,39	max	1,55	2,22	7,53
min	0,31	0,47	0,36	min	0,35	0,59	0,45
2016							
ср.	0,67	0,94	1,60	ср.	0,95	1,41	3,51
max	1,20	1,80	4,72	max	1,50	2,10	6,89
min	0,20	0,50	0,22	min	0,35	0,59	0,45
2015							
ср.	0,60	0,84	1,23	ср.			
max	1,00	1,54	3,37	max			
min	0,24	0,50	0,26	min			

Площадка 1. В первый год исследования было обнаружено 12 гнёзд. В 2016 погибла одна семья, и жилых гнёзд осталось 11. В 2017 году обнаружено 4 новых гнезда. В 2019 г. погибло 8 муравейников. В итоге жилых гнёзд осталось 7. В результате плотность их расположения упала более чем в 2 раза: с 2,5 гнезд/га до 1,2 гнезд/га. Муравейники примерно равноудалены друг от друга. Все гнёзда расположены по краю участка, где выше концентрация ели. Более половины гнёзд расположены вплотную к хвойным деревьям. Гнёзда локализованы по краю участка на лесной опушке. Возможно, это связано с несколькими причинами: формирующимся в пограничной зоне между лесом и лугом высоким разнообразием растений и беспозвоночных фитофагов, которые питаются ими, а те в свою очередь являются важной кормовой базой для муравьёв. Также на этом участке леса представленность ели в древостое выше, а она является главным источником строительного материала (хвои) для гнезд рыжих лесных муравьев. Кроме того, кроны елей эффективно защищают муравейники от ветра и перегрева.

По наблюдениям с 2015 по 2016 объем гнезд увеличился в среднем на 0,37 м^3 с 1,23 м^3 до 1,60 м^3. Однако в 2017 г. средний объем гнезда составлял 1,45 м^3, что на 0,15 м^3 меньше, чем в 2016. В 2019 же мы наблюдаем заметное снижение размеров муравейников. В этом году объём составил всего 0,32 м^3, что значительно меньше, чем в прошлые периоды наблюдения.

Площадка 2. На участке было обнаружено 6 муравейников. По сравнению с первой площадкой, гнёзда распределены более равномерно и находятся

на большем удалении друг от друга Площадь участка составляет 15 га. Плотность гнёзд с 2016 по 2017 составляла — 0,4 гнезда/га, однако в этом году она упала в два раза и составила 0,2 гнезда/га.

В 2017 в сравнении с предшествующим годом отмечено незначительное увеличение объёма гнезд (в среднем на 0,2 м^3). А в 2019 мы наблюдаем серьёзное падение этого показателя, на 3,26 м^3. Все гнёзда расположены вблизи елей, что ещё раз подтверждает высокую потребность в строительном материале и необходимость защиты гнезд от ветра и перегрева.

Средняя плотность гнезд на изученных участках составила 1 гнездо/га. По результатам наблюдений значительное влияние на распределение гнезд муравьев оказывает распространение ели в массиве. На площадках, где ель распределена равномерно, гнезда муравьев также встречались регулярно.

В 2017 для некоторых гнезд зафиксировано снижение значений показателей метрических параметров гнёзд (объема). На тот момент мы сделали предположение, что это связано с погодными условиями года, а именно большим количеством осадков. В 2019 году произошло ещё большее уменьшение размеров и численности гнёзд, что подтвердило нашу гипотезу. Сведения о состоянии погоды в летние месяцы за годы наблюдений представлены в таблице 2.

Муравьи относятся к группе пойкилотермных животных, а значит, их активность зависит от температуры окружающей среды. Чем ниже температура, тем менее активны муравьи. Летние месяцы 2017 и 2019 годов были более прохладными и дождливыми, чем обычно, поэтому рабочие особи не могли в полной мере восстановить муравейники после зимы, когда гнёзда под снежным покровом оседают и прессуются. Ещё более серьёзным ограничением для муравьёв стали обильные осадки, которые привели к поднятию грунтовых вод и подтоплению лесных насаждений. Вода разрушает муравейники, и приводит к их гниению. Муравьи погибали на затопленных участках, а частые и затяжные дожди препятствовали сбору пищи и строительного материала.

Таблица 2

Показатели погоды в период наблюдений (метеостанция Семенково)*

t,°C:	2015	2016	2017	2019
июня	+15,6	+15,2	+12,3	+16,6
июля	+15,2	+19,7	+16,2	+14,4
августа	+14,8	+17,8	+16,6	+12,9
Кол-во осадков, мм:	2015	2016	2017	2019
июня	44	54	128	50,0
июля	57	48	126	152,0
августа	59	101	41	132,0

*По данным архива погоды с сайта https://rp5.ru

Выводы. Таким образом, изучение муравьев вида *Formica polyctena* в южнотаежных хвойно-мелколиственных лесах Вологодского района показала, что комплексы муравьев обследованных биоценозов довольно устойчивы.

Однако под действием погодных условий могут отмечаться значительные колебания численности гнёзд и их метрические параметры.

1. Длусский, Г.М. Муравьи рода Формика / Г.М. Длусский. – Москва: Наука, 1967. – 236 с.

АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

А.В. Камыгина
Научный руководитель ***Е.В. Кармазина****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Аэропалинология – область биологии, изучающая состав и закономерности формирования пыльцевого дождя [3]. К задачам аэропалинологии относятся: контроль качественного и количественного состава пыльцевого дождя, изучение закономерностей его формирования, особенностей сезонной и суточной динамики пыления отдельных таксонов, роли пыльцевых зёрен в формировании и развитии поллинозов, а также анализ изменения свойств и структуры пыльцевых зёрен под влиянием меняющейся среды.

Целью исследования являлось проведение аэропалинологического мониторинга атмосферы г. Вологды в летне-осенний период 2019 года.

Аэропалинологические исследования включают: сбор пыльцы растений и спор грибов, содержащихся в воздухе, их идентификацию, количественное определение при визуальном подсчете в поле зрения микроскопа и разработку календарей пыления.

Для адекватной оценки содержания пыльцевых зёрен в воздухе необходимо проанализировать не менее 20 % от общей площади препарата. Существует несколько способов подсчёта пыльцевых зёрен в образце:

- отдельными полями зрения, хаотично расположенными по всей площади препарата;
- непрерывными трансектами, параллельными продольной оси препарата и расположенными регулярно;
- непрерывными трансектами, перпендикулярно продольной оси препарата и расположенными регулярно [1; 3].

Работа проводилась в г. Вологде Вологодской области. Для работы использовался гравиметрический пыльцеуловитель Дюрама, который устанавливался в центре города по адресу проспект Победы, д. 37 на высоте около 15 м на открытом пространстве крыши.

Принципом работы пыльцевой ловушки является оседание взвешенных в воздухе частиц на специально обработанную поверхность предметного стекла.

Среда для улавливания пыльцы – глицерин-желатин. Пробы отбирались ежедневно. Подсчет и изучение пыльцевых зерен проводились на площади 1 см² предметного стекла с помощью светового микроскопа.

Идентификация пыльцы проводилась при помощи специализированных определителей [1; 3]. А также была использована справочная палинотека местной флоры, созданная Борисовой М.А., Костылевой А.А. и Камыгиной А.В. Определение осуществлялось до семейства или рода.

По результатам аэропалинологического исследования в палиноспектре 2019 г. было выявлено 22 различных таксона. Часть из них (54,5%) относится к жизненным формам деревьев и кустарников. Это представители родов клен (*Acer*), ольха (*Alnus*), береза (*Betula*), ясень (*Fraxinus*), ель (*Picea*), сосна (*Pinus*), тополь (*Populus*), дуб (*Quercus*), ива (*Salix*), липа (*Tillia*), вяз (*Ulmus*). Отмечены также пыльцевые зерна, относящиеся к семейству розоцветные (Rosaceae). Оставшаяся часть (45,5%) пыльцевых зерен принадлежит травянистым растениям из родов полынь (*Artemisia*), подорожник (*Plantago*), щавель (*Rumex*), рогоз (*Typha*), крапива (*Urtica*) и видам, относящимся к семействам сложноцветные (Asteraceae), маревые (Chenopodiaceae), злаковые (Poaceae) и зонтичные (Umbelliferae). Также были обнаружены споры растений из рода плаун (*Lycopodium*).

Некоторое преобладание пыльцевых зерен древесных кустарниковых растений связано, главным образом, с особенностями озеленения и флоры города и пригородных районов.

На основе полученных данных были составлены календари пыления (рис. 1).

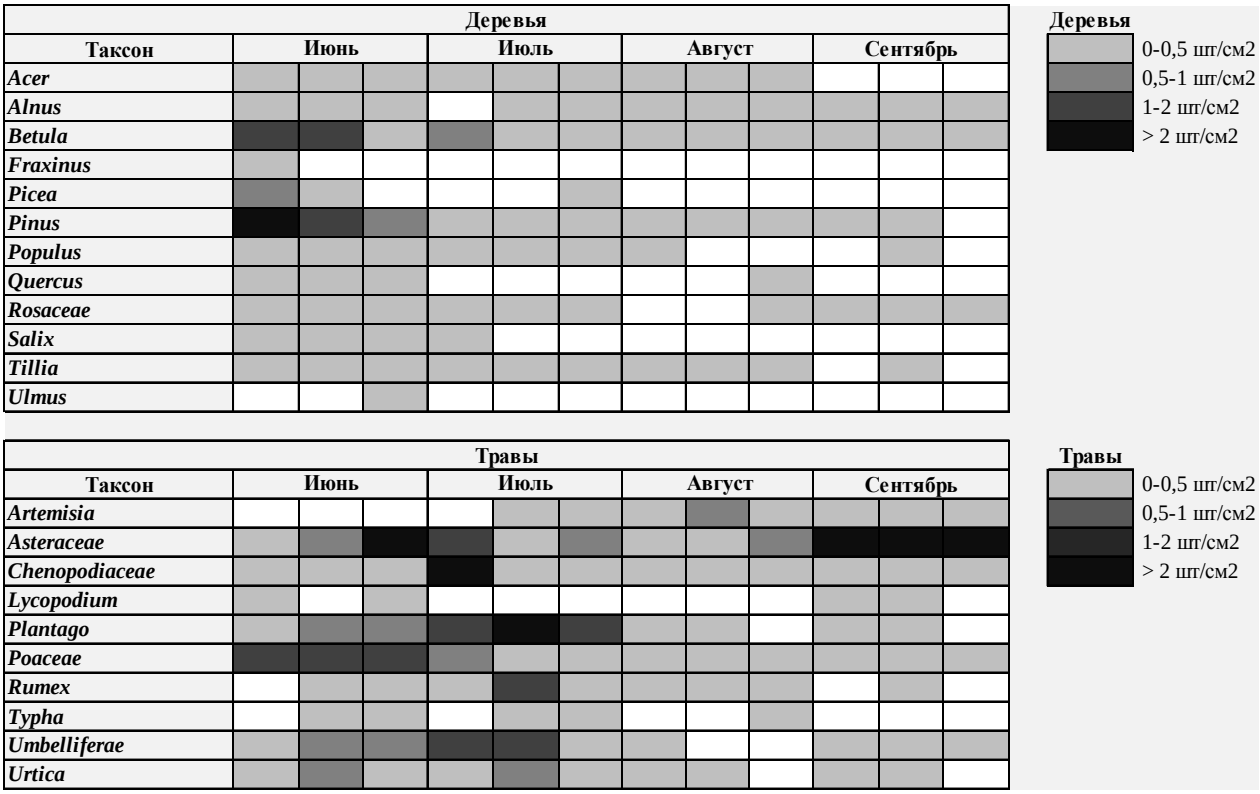


Рис. 1. Календарь пыления для г. Вологда за 2019 г.

В целом в летне-осеннем спектре можно выделить пять доминирующих таксонов из родов береза (*Betula*), сосна (*Pinus*), подорожник (*Plantago*) и представителей, относящихся к семействам сложноцветные (Asteraceae) и маревые (Chenopodiaceae). Достаточно часто встречались также пыльцевые зерна видов, относящихся к семействам злаковые (Poaceae) и зонтичные (Umbelliferae). В результате можно сделать вывод, что наибольший вклад в летний аэропалинологический спектр внесли травянистые растения.

Достаточно четко прослеживаются два пика пыления: в конце июня-начале июля и в сентябре.

Стоит отметить, что подавляющее большинство таксонов, чья пыльца регистрируется в атмосфере города, являются довольно сильными аллергенами и способны оказывать довольно сильное негативное воздействие на здоровье подверженных поллинозам людей [2].

Наиболее опасным аллергеном среди всех обнаруженных таксонов является род полынь (*Artemisia*), чьи пыльцевые зерна достаточно часто встречались во второй половине вегетационного сезона. Пик пыления наблюдался во второй декаде августа.

Также в палиноспектре присутствовали и поврежденные зерна различных таксонов. Доля деформированной пыльцы в аэропалинологическом спектре составила примерно 1%.

Помимо пыльцевых зерен различных растений, нами были обнаружены и непыльцевые палиноморфы: остатки растительных тканей, споры грибов, членистоногие и их части (рис. 2).

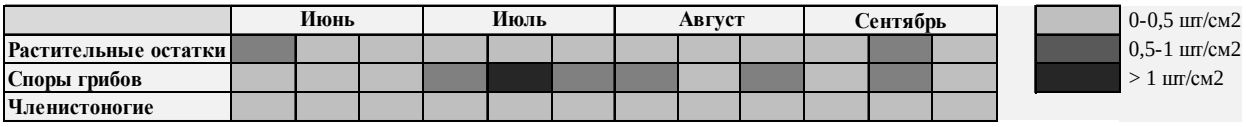


Рис. 2. Календарь встречаемости непыльцевых палиноморф в атмосфре г. Вологды

В целом непыльцевые палиноморфы составляют небольшой процент в общем спектре (около 12,2%).

К сожалению, на данный момент материалов о непыльцевых палиноморфах в воздухе крайне мало. При этом точно известно, что они также могут вызывать аллергическую реакцию, поэтому выявление их состава тоже является очень важной задачей.

Так как подобное исследование атмосферы г. Вологды проводится впервые, есть необходимость в продолжении работы по мониторингу динамики пыления для составления более четкой картины.

1. Курманов, Р. Г. Палинология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Р. Г. Курманов, А. Р. Ишбирдин. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. – Электрон. версия печ. публикации. — Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kurmanov PalinotologiyUchPos.2012.pdf. – Загл. с экрана.

2. Минаева, Н.В. Этиология поллинозов у детей г. Перми: медицинские и ботанические аспекты [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание / Н.В. Минаева, Л.В. Новоселова, К.В. Плахина, М.В. Ременикова, Е.Н. Новожилова // Здоровье семьи XXI век. – 2012.– № 1. – Электрон. версия печ. публикации. – Режим доступа: http://fh-21.perm.ru/download/2012-1-11.pdf. – Загл. с экрана.

3. Мейер-Меликян, Н. Р. Принципы и методы аэрологических исследований / Н. Р. Мейер-Меликян, Е. Э. Северова, Г. П. Гапочка, С. В. Полевова [и др.]. – Москва, 1999. – 48 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСОПОКРЫТОЙ ПЛОЩАДИ ВОДОСБОРА РЕКИ ВАГА МЕТОДАМИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА

А.С. Комарова

Научный руководитель ***Н.Л. Болотова****, д-р биол. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Антропогенная трансформация водосборных бассейнов водотоков, в частности сведение лесной растительности, приводит к изменению водного режима рек. На созданных вырубках в значительной степени изменяется интенсивность биологических, гидрофизических и гидрологических процессов. Рубки являются одним из основных факторов, определяющих роль человека в формировании количественных характеристик стока с водосборной поверхности [1; 4]. Использование данных дистанционного зондирования земной поверхности позволяет вести мониторинг изменений лесопокрытой территории, включая и труднодоступные районы.

Река Вага является крупнейшим левым притоком Северной Двины. Берет своё начало из небольшого болота на высоте 225 м на Ваго-Сухонском водоразделе. Общая протяженность реки составляет 575 км (из них 175 км по территории Вологодской области). Площадь бассейна – 44 800 км^2. Лесистость бассейна в среднем составляет 70–75%, в том числе заболоченные леса – 21% и болота – 0,9–2% [5]. На территории бассейна распространены еловые, сосновые и мелколиственные зеленомошные, долгомошные и травяно-болотные леса с вкраплениями сфагновых болот, сельхозугодий и заболоченных пойм рек [3]. На протяжении последних десятилетий проводится активная лесодобыча, оказывающая негативное влияние на водосбор в целом, что в свою очередь приводит к изменению гидрологических характеристик водотоков.

Цель работы – оценка изменений площади лесопокрытых территорий в пределах бассейна реки Вага за последние 20 лет.

Материалом для исследования послужила серия снимков спутника Landsat из каталога данных Геологической службы США (USGS Global

Visualization Viewer, 2019) за период с 1988 по 2018 гг. на район водосбора р. Вага (Вологодская обл.). Проведен анализ данных мультиспектральной съемки 30-метрового разрешения, используя различные комбинации каналов. Из всего спектра снимков на данную территорию выбраны три снимка за 1988, 2001 и 2018 гг. Разрешение снимка 2018 г. повышали до 15 м за счет панхроматического канала для более качественного распознавания ключевых участков, используемых в дальнейшем для создания обучающей выборки. Для дешифрирования объектов использовались данные собственных полевых исследований, полученные в 2017–2019 гг. Для работы с пространственными данными и классификации снимков земной поверхности использован программный пакет ArcGis 10. Классификация выбранных снимков проводилась методом максимального подобия с использованием обучающей выборки [ArcGIS Help ArcGIS Desktop, 2019 http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/ml-classify-function.htm]. На последнем этапе с помощью алгебры карт рассчитывали площадь, покрытую древесной растительностью.

Под древесной растительностью на водосборе р. Вага подразумеваются относительно крупные массивы (определяется технологией ГИС-анализа и разрешением снимка) лиственных и хвойных пород деревьев, независимо от их бонитета и хозяйственной значимости. Болота рассматриваются как отдельный компонент с постоянной площадью (по данным И.В. Филоненко и Д.А. Филиппова [6]), который исключался из классификации.

В результате проведенного анализа площадь водосбора р. Вага в пределах Вологодской области (за исключением водосборного бассейна притока – р. Кулой) составила 4246 км^2. При этом площади, занимаемые лесами, на 1988 г. составили 3172 км^2, на 2001 г. – 3418 км^2, на 2018 г. – 3084 км2 (рис. 1).

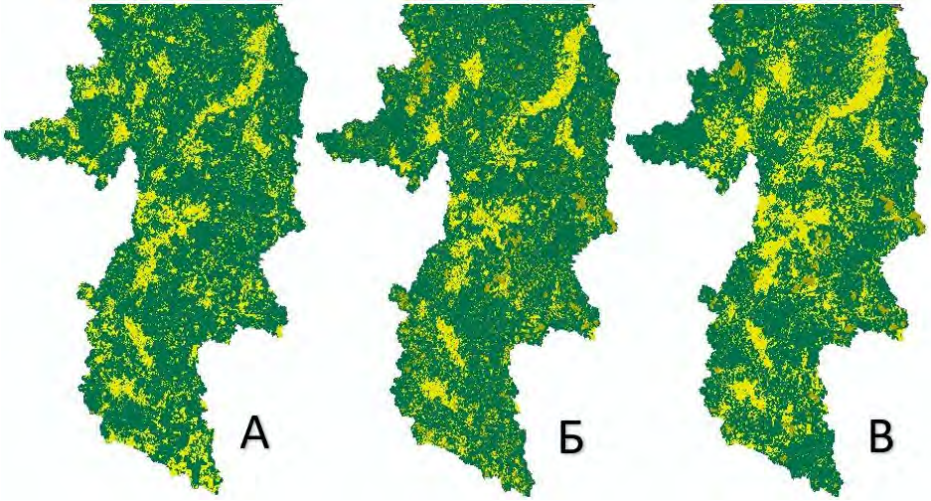


Рис. 1. Классификация водосбора р. Вага (А – 1988 г., Б – 2001 г., В – 2018 г.; зеленым цветом показаны области, покрытые древесной растительностью)

За последние 20 лет в пределах водосбора р. Вага площадь, покрытая лесами, сократилась. Одной из основных причин является вырубка. Наибольшие

площади, занятые под вырубки расположены в западной, центральной и южной частях водосбора и, как правило, приурочены к населенным пунктам. На рис. 2 приведен пример участка водосбора, подверженного наиболее сильной антропогенной трансформации за последние десятилетия (территория вырубки выделена розовым цветом).

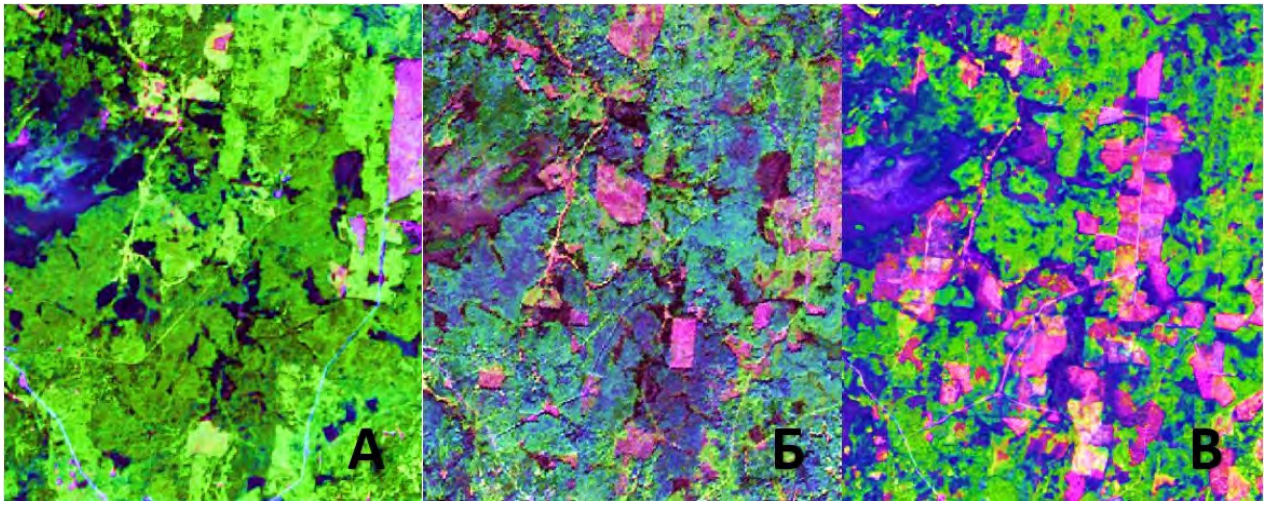


Рис. 2. Изменение площади вырубки на участке водосбора р. Вага (А – 1988 г., Б – 2001 г., В – 2018 г.)

Процессы лесовосстановления занимают длительное время. В первый два года вырубки практически не заселяются надпочвенной растительностью. Только лишь к концу второго – началу третьего года вырубки начинают интенсивно заселяться растениями, появляются побеги лиственных деревьев и еле заметные саженцы хвойных пород. На 4–5-й год вырубка интенсивно зарастает, появляются ягодниковые кустарнички, разные травы и мхи. К концу 5 и 6-го года лиственные породы начинают интенсивно набирать рост, затеняя всю остальную растительность. К моменту смыкания крон лиственных деревьев (на 8–15-м году) напочвенная растительность, поселившая на вырубке, в основном погибает и наступает фаза возобновления леса [2]. Вероятно, одной из причин увеличения площади древесной растительности к 2001 г. следует считать её частичное восстановление после вырубки (рис. 3).

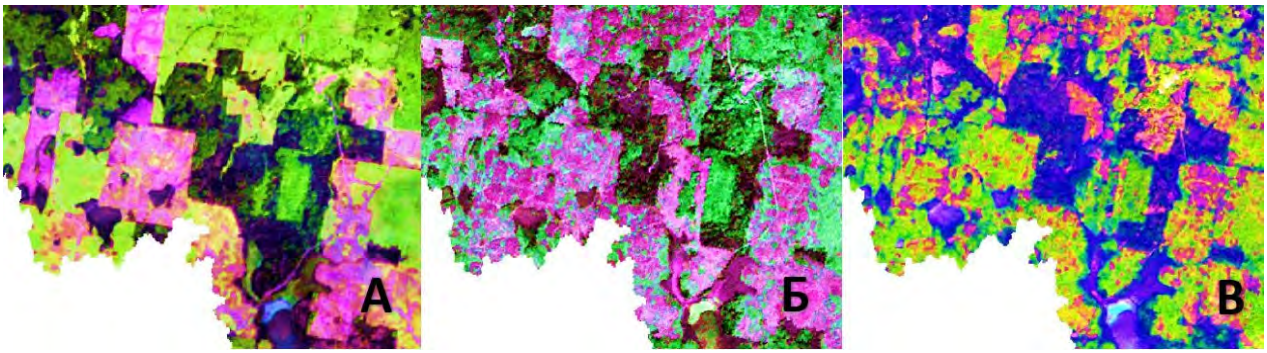


Рис. 3. Восстановление древесной растительности на вырубках в пределах водосбора р. Вага (А – 1988 г., Б – 2001 г., В – 2018 г.)

Следствием проведения различного рода рубок в пределах водосбора является изменении стока. При этом максимальное снижение суммарного испарения и максимальное увеличение стока наблюдается в первый год после проведения рубок. В процессе лесовосстановления увеличивается доля деревьев, характеризующихся более интенсивными физиологическими процессами, в том числе интенсивным потреблением минеральных веществ из почвы и интенсивной транспирацией. В результате чего происходит снижение стока с лесного участка. В спелом лесу испарение снижается, и минимальных значений оно достигает в коренном лесу, характеризующемся стабилизацией всех протекающих в нем процессов [1; 4]. Таким образом, лесозаготовительная деятельность в пределах водосборного бассейна приводит к омоложению древостоя, что в значительной степени оказывает влияние на изменение гидрологического режима водотоков.

Данные дистанционного зондирования являются важнейшим инструментом мониторинга антропогенной трансформации водосборных территорий, поскольку позволяют выявлять лесопокрытые площади, следы лесоразработок, а также сельскохозяйственного использования территорий. Имеющаяся информация позволяет прогнозировать соответствующие изменения гидрологических характеристик водных объектов.

1. Карпечко, Ю. В. Влияние рубок на сток с лесопокрытой части водосбора Онежского озера / Ю. В. Карпеченко // Труды Карельского научного центра РАН. – 2016. – № 5. – С. 13–20. – DOI: 10.17076/lim285.

2. Крестовский, О. И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек / О. И. Крестовский. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1986. – 118 с.

3. Природа Вологодской области / отв. ред. Г. А. Воробьев. – Вологда: издательский дом Вологжанин, 2007. – 440 с.

4. Соколова, Г. В. Использование наземных и спутниковых наблюдений при анализе лесогидрологических процессов в бассейне р. Амур / Г. В. Соколова, А. Л. Верхотуров, В. А. Егоров // Известия вузов. Лесной журнал. – 2017. – № 6. – С. 12–22. – DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.6.9.

5. Филенко, Р. А. Воды Вологодской области / Р. А. Филенко. – Л.: изд-во Ленинградского университета, 1966. – 132 с.

6. Филоненко, И. В. Оценка площади болот Вологодской области / И. В. Филоненко, Д. А. Филиппов // Труды Инсторфа. – 2013. – № 7 (60). – С. 3–11.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЯЧМЕНЯ ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Е.В. Кочнева, А.И. Механикова
Научный руководитель ***М.В. Механикова,*** *канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
им. Н.В. Верещагина,
г. Вологда, с. Молочное

Перед агропромышленным комплексом нашей страны в данное время ставится задача увеличения количества голов скота, а также приумножение его продуктивности, что к настоящему времени сдерживается ограниченными возможностями кормовой базы. Кроме того, низкое качество кормов усугубляет проблему организации полноценного кормления животных и в особенности – молодняка. В связи с этим одним из важных условий достижения намеченного уровня продуктивности скота является разработка эффективных для конкретного региона способов повышения биологической полноценности их питания.

Многолетний опыт ведущих производителей и многочисленные исследований следует, что кормление в молодом возрасте является первостепенным фактором, влияющим на скорость роста, телосложение и продуктивность во взрослом состоянии. При этом при более экономных затратах кормов и энергии вырастающие животные могут давать большие приросты. Однако данная особенность молодняка может быть реализована только при обеспечении животного необходимыми элементами питания, удовлетворяя их потребности.

Эта проблема может быть успешно решена путем предварительной обработки корма. На сегодняшний день существуют исследования по изучению эффективности использования экструдированного зерна в рационе животных и добавке в них различных веществ.

Экструзионная обработка кормов в последние годы получила широкое распространение. Она позволяет иметь ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами, интенсифицировать производственный процесс, повысить степень использования сырья, обеспечить высокую усвояемость кормов, практически исключить их микробиологическую загрязненность [1, 2].

Экструдирование измельченного и увлажненного зерна проводится на специальных машинах – экструдерах, осуществляющих сильное сдавливание зерна, разогрев и высвобождение из него свободной и связанной влаги. В пресс-экструдерах с помощью высоких показателей температуры и давления происходят структурные преобразования, что повышает степень усвоения скотом питательных веществ, улучшает санитарно-гигиенические, диетические и вкусовые качества.

Целью работы является исследование влияния экструдированных кормов в рационах телят айрширской породы на прирост живой массы.

В задачи исследования входит:

– определение химического состава корма, а также их питательности;

– выявление поедаемости кормов и балансирующих средств;

– установление зависимости между влиянием изучаемого корма на динамику живой массы.

Метод исследований – экспериментальный.

Объектом исследований послужили телята айрширской породы в возрасте от 2 до 5 месяцев. Эксперимент проводился на двух группах животных по 12 голов в каждой, отобранных по принципу пар – аналогов с учетом возраста, живой массы. Все животные получали стандартный хозяйственный рацион. Бычки контрольной группы получали основной хозяйственный рацион, бычкам опытной группы концентрированный корм частично заменяли экструдированным ячменем (20% от общего количества концентратов).

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество животных	Особенности кормления
Контрольная	12	Основной рацион – ОР (сено, силос, зерно ячмень, горох, мел, соль, премикс)
Опытная	12	Основной рацион – ОР (сено, силос, зерно ячмень (80% ячмень + 20% экструдированный ячмень), горох, мел, соль, премикс)

Длительность проведения опыта (его учетный период) – 90 дней. Для определения расхода кормов ежемесячно в течение двух смежных суток проводился учет их поедаемости. Фактическую поедаемость определяли по разности массы заданных кормов и несъеденных остатков. Учёт изменения привесов проводился ежемесячно путём индивидуального взвешивания утром до получения животными еды и питья.

Прижизненную оценку роста молодняка проводили по показателям живой массы, среднесуточного прироста массы тела.

На начало эксперимента (его учетного периода) возраст животных в среднем составляет 68 дней при живой массе 82 кг. В начале проведения производственных испытаний провели подготовительный период (10 дней) для приучения подопытных бычков к поеданию экструдированных кормов.

С началом учётного периода рационы подопытных животных на откорме были пересчитаны по основным энергетическим и питательным веществам в соответствии с возрастом и живой массой и были аналогичны по питательности и химическому составу.

По данным таблицы 2 и рис. 1 можно проследить изменение живой массы телят айрширской породы за весь период откорма.

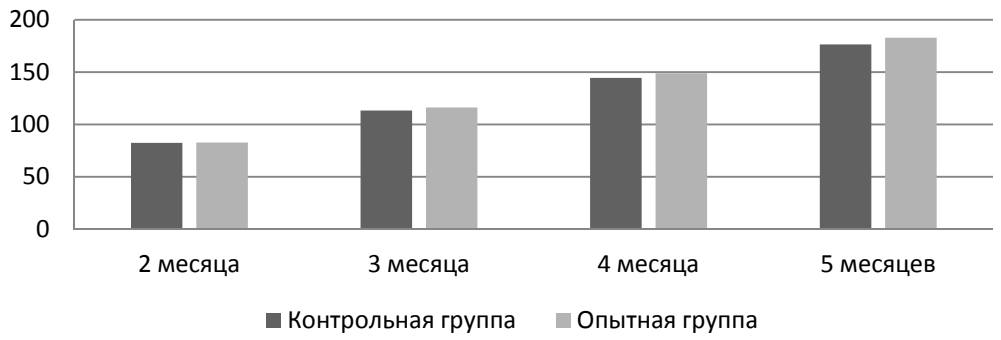


Рис. 1. Динамика живой массы, кг

В среднем по 12 подопытным телятам на откорме в первое взвешивание (через 30 дней), имеет место увеличение живой массы по животным опытной группы в сравнении с контролем.

Таблица 2

Живая масса и приросты подопытных животных

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Живая масса, кг – на начало опыта	82,5±2,6	82,8±3,19
– через 30 дней	113,4±3,5	116,3±3,5
– через 60 дней	144,5±4,42	148,9±5,84
– через 90 дней	176,5±5,0	182,9±6,52
Прирост, кг – 1 месяц	30,8±0,9	33,1±1,31
– 2 месяц	31,1±0,94	33,8±1,34
– 3 месяц	32±1,07	34±1,26
Среднесуточный прирост, г – в I месяц	1027±0,03	1102±0,04
– II месяц	971±0,03	1054±0,04
– III месяц	1000±0,03	1096±0,03

Анализ изменения живой массы и прироста массы тела позволил определить влияние экструдированного корма на рост и развитие бычков айширской породы при выращивании их на мясо.

На протяжении всего эксперимента рост живой массы молодняка всех групп был сравнительно высоким, но наиболее интенсивно росли бычки, получавшие экструдированный корм. Живая масса бычков на откорме, в питании которых отсутствовало экструдированное зерно, была несколько ниже, чем по опытной группе. То есть, через месяц после начала опыта живая масса в опытных группах превосходила в среднем на 2,9 кг (116,3 кг против 113,4 кг). Повышение живой массы незначительное (на 2,56%), однако, если проанализировать уровень среднесуточных приростов, то их увеличение более существенное – на 8,3%.

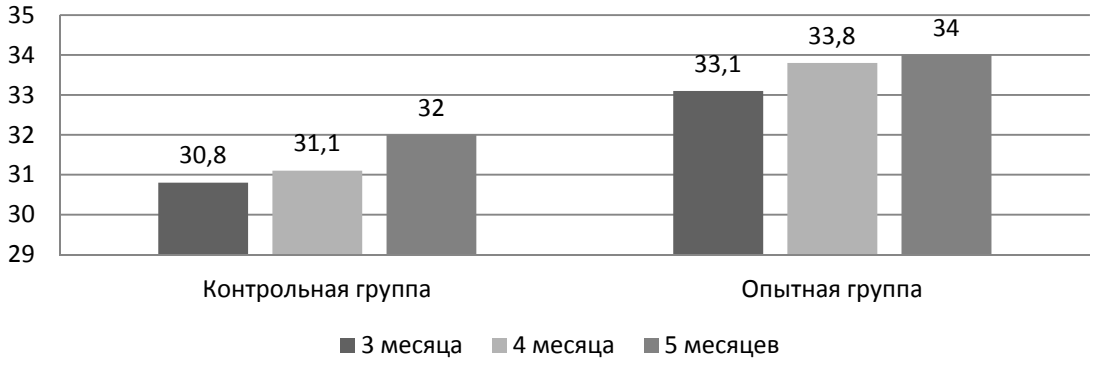


Рис. 2. Прирост живой массы по месяцам, кг

Необходимо сказать, что в целом среднесуточные приросты телят возраста 3–5 месяцев достаточно высоки в хозяйстве (по контрольным животным он в среднем 971 г.). Однако при скармливании экструдированного ячменя в течение месяца рост животных можно увеличить на 8,3%.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что скармливание экструдированного зерна откормочному молодняку крупного рогатого скота способствует увеличению среднесуточных приростов.

1. Абдулгазизов, Р.Ш. Эффективность использования зернового сорго и протеинового концентрата в составе комбикормов для бычков, выращиваемых на мясо. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02., 06.02.04: / Р.Ш. Абдулгазизов. – ВНИИМС. – Оренбург, 2006. – 24 с.

2. Савенков, Е.П. Повышение эффективности экструдирования кормов / Е.П. Савенков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 4. – С.14–15.

3. Кочнева, Е.В. Эффективность использования экструдированного зерна ячменя при откорме молодняка крупного рогатого скота / Е.В. Кочнева, А.И. Механикова // Том 3. Часть 2. Биологические науки. Сборник по материалам международной молодежной научно-практической конференции «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам». – Вологда – Молочное: Вологодская ГМХА, 2019. – С. 213–217.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ РАЗНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ

Д.В. Купцова
Научный руководитель ***Н.Л. Болотова****, д-р биол. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Введение. Формирование химического состава вод во многом зависит от донных отложений, от накопления в них различных веществ и последующего вымывания. В условиях повсеместного загрязнения водных объектов аккумулирующая способность донных отложений становится причиной возникновения очагов вторичного загрязнения [6]. Это опасное явление связано с вымыванием вредных веществ при ветровом взмучивании в условиях мелководья, активной динамике водных масс, особенно в реках с высокой скоростью течения, а также при любом перемещении грунтов в результате гидромеханизированных работ.

Проблема токсификации донных отложений актуальна для водных объектов Вологодской области, что связано не только с антропогенной нагрузкой, но и природными особенностями территории. Расположение в гумидной зоне с избыточным увлажнением определяет развитие густой гидрологической сети, болотных водосборов и способствует формированию илов, обладающих высокой сорбционной способностью. Во многих водоёмах и водотоках сказываются благоприятные условия для осаждения тяжёлых металлов и перевода их в органическую форму. Тяжелые металлы входят в группу приоритетных загрязнителей и по степени опасности относятся к токсикантам и экотоксикантам [4]. Это создает экологические риски для населения в прибрежных районах особенно при использовании водотоков в целях водоснабжения и рекреации в урбанизированных ландшафтах.

Целью наших исследований был сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в донных отложениях некоторых водных объектов Вологодской области, испытывающих разную антропогенную нагрузку.

Характеристика района исследований. Модельными объектами были выбраны следующие водотоки. Это река Вологда с притоками Тошня, р. Золотуха и р. Шограш, протекающих в урбанизированном ландшафте г. Вологды. Главным источником загрязнения реки Вологды, а также её притоков Золотухи и Шограш является несанкционированный сброс стоков в ливневую канализацию [3]. Так, загрязнение р. Шограш связывают со сточными водами Бальнеологической лечебницы. Отмечается, что антропогенная составляющая загрязнения чётко прослеживается на водотоках, естественный сток которых значительно меньше объемов поступающих в них сточных вод, к числу которых относится р. Вологда. Согласно докладу Департамента природных ресурсов об экологической обстановке на территории Вологодской области в пер-

вом квартале 2019 года по комплексному показателю «Индекс загрязнённости вод» река Вологда относится к категории «очень грязная». Среди показателей, определяющих загрязнение этого водотока, присутствуют ионы меди, железа, цинка и марганца [1].

Для сравнения исследовался модельный участок в низовьях Кубены, где на берегах расположены сельские поселения. Здесь, по официальным данным река Кубена соответствует категории «чистая», согласно комплексному показателю «Индекс загрязнённости вод» [1]. Объектами изучения также послужили и притоки реки Кубены, подвергающиеся разной антропогенной нагрузке. Это самый малый приток – река Петровка, протекающая по территории крупного села Устья, и соответственно испытывающая наибольшее антропогенное воздействие. Косвенной нагрузке подвергается вышерасположенный приток Шуйгало через влияние водосбора, трансформированного сельскохозяйственными угодьями. В качестве фонового водотока рассматривалась река Кихть, удалённая от зоны активной хозяйственной деятельности [2].

Дополнительными объектами исследований в урбанизированном ландшафте являлись городские пруды для сравнительного анализа уровня накопления в донных отложениях при отсутствии проточности. В отличие от рек, пруды представляют собой аккумуляторные экосистемы. При этом городские пруды, хоть и не являются источником водоснабжения или рыбной ловли, могут выполнять важные функции для человека [5]. Были выбраны три пруда в разных районах города Вологды: пруд Сибирский, а также пруды на улице Баранковской и у Сретенской церкви.

Методика и материал. Исследованы донные отложения 16 водных объектов. Пробы собирались в июне-августе 2019 года с использованием штангового пробоотборника и дночерпателя Петерсена. В точках отбора проб определялся характер грунта, глубина, скорость течения в водотоках.

Образцы грунта доставлялись в специализированную лабораторию для последующей обработки. В донных отложениях определялось содержание наиболее распространённых на территории Вологодской области тяжёлых металлов. Это медь, свинец, железо, марганец, цинк и кадмий.

Для определения концентраций Cu, Pb, Fe, Mn, Zn, Cd использовался атомно-абсорбционный метод с предварительной минерализацией проб.

Всего было сделано 90 измерений содержания шести тяжелых металлов.

Результаты исследований. Сравнительный анализ показал значительную вариабельность полученных показателей, что связано с локальными источниками поступления тяжелых металлов, миграционными особенностями элементов и отличиями грунтов.

Концентрации измеряемых элементов заметно отличались для участков по течению отдельно взятого водотока, для разных рек и их притоков, а также для прудов (табл.).

Закономерно, что максимальные концентрации тяжелых металлов наблюдались в донных отложениях водных объектов урбанизированного ланд-

шафта. Так, в реке Вологде содержание меди достигало почти 2,4 мг/кг, марганца – 14 мг/кг, цинка 12,5 мг/кг, а кадмия – 0,05 мг/кг. Наибольшее содержание свинца около 2,5 мг/кг отмечалось в донных отложениях в пруду у Сретенской церкви.

Таблица

Средние концентрации тяжёлых металлов (мг/кг) в донных отложениях исследованных водных объектов

Район отбора проб		Cu	Pb	Fe	Mn	Zn	Cd
р. Вологда	с. Молочное	0,923	1,086	512,838	4,587	3,479	0,017
	ул. Вологодская	2,366	1,444	344,856	9,685	2,814	0,033
	ул. Горького	1,907	0,753	640,641	13,965	12,451	0,048
	Баранково	0,747	1,99	333,887	11,393	4,173	0,026
притоки р. Вологды	р. Тошня	0,045	0,353	60,478	6,658	5,515	н.о.
	р. Золотуха	0,079	1,004	64,136	4,389	11,184	0,003
	р. Шограш	0,013	0,137	85,71	6,431	2,286	н.о.
р. Кубена	до водозабора	0,03	0,179	643,618	7,392	2,701	н.о.
	с. Устье	0,027	0,203	453,272	7,036	4,922	н.о.
	после с. Устье	0,015	0,136	277,544	1,655	0,191	0,001
притоки р. Кубены	р. Кихть	0,005	0,095	237,955	2,657	3,87	н.о.
	р. Петровка	0,022	0,199	343,702	2,531	1,016	н.о.
	р. Шуйгало	0,055	0,267	901,723	3,359	0,811	0,0002
пруды	Сибирский пруд	0,087	0,874	70,465	5,2	3,031	н.о.
	пруд на ул. Баранковской	0,026	0,463	34,502	4,279	0,077	н.о.
	пруд у Сретенской церкви	0,171	2,464	88,968	3,901	2,938	н.о.

Примечание: н.о. — не определено.

В то же время максимальное содержание железа около 902 мг/кг было характерно для притока Кубены – реки Шуйгало со слабой антропогенной нагрузкой. Вероятно, это связано с особенностями ландшафта с высоким фоновым содержанием данного элемента. Напротив, в урбанизированном ландшафте в стоячем искусственном водоеме – пруду на ул. Баранковской отмечено наименьшие содержание Fe (34,5 мг/кг).

Для фонового водотока – р. Кихть с минимальной антропогенной нагрузкой было выявлено и наименьшее загрязнение донных отложений. Так, содержание Cu составляло 0,005 мг/кг, Pb – 0,095 мг/кг, а Zn – 0,077 мг/кг. При этом в реке Кубене в донных отложениях отмечено наименьшее по сравнению с другими исследованными объектами содержание марганца – около 1,7 мг/кг.

Заключение. Установлено, что сравнительно низкое содержание тяжёлых металлов характерно для донных отложений русловых участков, где отбирались пробы осадков притоков р. Вологды. Это может быть связано с

большей проточностью и активным выносом химических элементов из грунта на данном участке [6]. Во всех пробах наблюдается большее насыщение марганцем и железом по сравнению с иными металлами, что может происходить за счёт диффузии из нижних слоев донных отложений их хорошо растворимых восстановленных форм [4]. Известно, что фактором, влияющим на концентрации металлов в донных отложениях, служит их сорбционная способность. В свою очередь, она зависит от типа грунта, от содержания глинистой фракции, от наличия органических веществ, гидроксидов железа и марганца [4]. Наши исследования показали, что в среднем наибольшее содержание элементов наблюдалось в пробах заиленных донных отложений, за исключением концентраций железа. Это соотносится с литературными данными о том, что повышение содержания тяжёлых металлов характерно для проб, отобранных из мелкодисперсных осадков, обогащённых органическим веществом.

Автор выражает благодарность сотрудникам кафедры биологии и экологии ВоГУ И.А. Мухину и О.Г. Лопичевой, а также студентам Д. Соловьевой и В. Потапову за помощь в сборе полевых материалов и кафедру биологии Череповецкого государственного университета за предоставление возможности использовать лабораторную базу для обработки материалов.

1. Доклад об итогах деятельности Департамента и экологической обстановке на территории Вологодской области в 1 квартале 2019 года. – Вологда, 2019. – 21 с.

2. Лопичева, О.Г. Сравнительная характеристика фитопланктона притоков реки Кубены в условиях разной антропогенной нагрузки / О.Г. Лопичева, Н.Л. Болотова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 2-3. – С. 262.

3. Машихина, Ю. В. Оценка экологического состояния реки Шограш / Ю. В. Машихина // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки: электронный сборник статей по материалам XXXIX Международной студенческой научно-практической конференции. – № 10(38). – С. 132-136.

4. Медянкина, М.В. Экотоксикологическая оценка донных отложений загрязняемых водных объектов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / Медянкина Мария Владимировна. – Москва, 2007. – 26 с.

5. Мухин И.А. Анализ экосистемных услуг прудов разного хозяйственного назначения / И.А. Мухин, О.Г. Лопичева // Вузовская наука – региону: материалы XV Всероссийской научной конференции с международным участием. – 2017. – С. 375-377.

6. Чекренев С.А. Исследование донных отложений поверхностных водоемов и обезвреживание их от тяжелых металлов: дис. … канд. хим. наук: 03.00.16 / Чекренев Сергей Александрович. – Спб., 2009. – 177 с.

РЕАКЦИИ *CHLORELLA VULGARIS* BEIJERINCK НА ПРИСУТСТВИЕ В СРЕДЕ ИОНОВ МЕДИ

А.А. Лысцева
Научный руководитель ***Н.А. Зейслер****, старший преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Загрязнение окружающей среды, в том числе и водоемов, является одной из основных экологических проблем в современном мире. Одним из способов оценки влияния загрязнения на организмы является использование тест-объектов, то есть организмов, присутствие которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Наиболее распространенными объектами являются одноклеточные водоросли. В силу своих физиологических особенностей они обладают наибольшей чувствительностью к изменениям внешней среды. Короткий цикл развития позволяет проследить на нескольких поколениях действие токсических веществ. Одноклеточные водоросли используются для биотестирования широкого класса веществ, сточных вод различных отраслей народного хозяйства, загрязненных природных вод и грунтов [1].

Chlorella vulgaris Beijer – одноклеточная зеленая водоросль, постоянно присутствующая во всех биоценозах. Легко культивируется в лабораторных условиях, устойчива к действию различных токсикантов. Характеризуется устойчивостью морфологических признаков, что облегчает учет дегенерированных форм, возникающих под влиянием токсикантов [2].

Цель работы: изучить влияние ионов меди на изменение численности *Chlorella vulgaris* Beijer в популяции.

Задачи:

1. Оценить влияние CuSO4 на численность популяции *Chlorella vulgaris* Beijer.

2. Сравнить реакции хлореллы на присутствие в растворах соли в разных концентрациях.

3. Изучить адаптационные реакции *Chlorella vulgaris* Beijerinck.

Методика. Для оценки токсичности тяжелых металлов использовали соль CuSO4 с концентрациями: 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001; 0,00001 мг/л.

Каждую концентрацию растворов делали в трёхкратной повторности. При проведении опытов использовали два вида контроля: 1) питательную среду Тамия; 2) дистиллированную воду. Хлореллу культивировали при периодическом перемешивании (на платшетном шейкере) и постоянном освещении. Подсчет клеток проводится на 1, 4 и 8 сутки.

Предварительную оценку продуктивности микроводоросли осуществляли методом прямого подсчета клеток в камере Горяева. Количество клеток (на 1 мл суспензии) в исходном растворе и в полученной суспензии рассчитывали по формуле [3]. Для определения оценки токсичности растворов рассчитывали

коэффициент регенерации по формуле. Согласно имеющимся в ГОСТах критериям выделяют хроническое, подострое, острое токсическое действие и отсутствие токсического действия. В случае гибели более 75% взятой в опыт популяции коэффициент регенерации не рассчитывают.

Результаты исследования. В предварительном эксперименте было установлено, что присутствие других элементов питания искажает токсический эффект $CuSO_4$. Вероятно, при внесении соли меди в питательную среду проявлялся антогонистический эффект ионов: компенсаторное действие солей.

При внесении $CuSo_4$ в дистиллированную воду численность хлореллы увеличилась в течение всего времени инкубирования, но в меньшей степени, чем в контроле (питательной средой и дистиллированной водой) (табл. 1).

Таблица 1

Влияние $CuSO_4$ на численность особей в популяции *Chlorella vulgaris* Beijer

Вариант	1 сутки		4 сутки		8 сутки	
	N, млн/мл	% к контролю	N, млн/мл	% к контролю	N, млн/мл	% к контролю
Питательная среда	175 ± 29	116	1050 ±29	102	1775 ±39	102
Дистиллированная вода	150 ± 63	100	1025 ±39	100	1725 ±43	100
0,00001 мг/л	125 ± 39	83	850 ± 25	83	1625 ± 54	94
0,0001 мг/л	75 ± 175	50	650 ± 43	63	1500 ± 54	87
0,001 мг/л	125 ± 39	83	350 ± 54	34	1375 ± 29	80
0,01 мг/л	125 ± 39	83	325 ± 54	32	1050 ± 25	61
0,1 мг/л	75 ± 14	50	300 ± 59	29	800 ± 17	46

Кроме того, количество особей в популяции хлореллы зависело от концентрации: чем концентрация меньше, тем больше клеток. При внесении CuSo4 на первые сутки эксперимента наблюдалось значительное снижение численности, особенно в вариантах с концентрациями 0,0001 и 0,1 мг/л (таблица 1). Помимо этого, динамика численности особей в популяции изменялась скачкообразно. Так, на 4-е сутки снижение данного показателя наблюдалось у растворов с такими концентрациями, как 0,1; 0,01; 0,001 мг/л. Для 8-х суток характерно значительное сокращение численности в растворах с концентрациями 0,1 и 0,01 мг/л.

Для оценки продуктивности микроводоросли проводили расчет коэффициента регенерации. В присутствии CuSO4 коэффициент регенерации в течение восьми суток был отрицательным, что говорит о преобладании мертвых клеток над живыми. Кроме того, данный показатель изменялся скачкообразно (рис. 1). Важно отметить, что при длительном культивировании наблюдался постепенный рост коэффициента регенерации. Так, на 4-е

сутки его значения повысились до подострого токсического действия (рис. 1). На восьмые сутки ожидалось дальнейшее повышение. Таким образом, первые и четвертые сутки культивирования определяли рост популяции, поэтому в дальнейших экспериментах проводили сравнение реакций на 1, 4 и 8-е сутки. На первые сутки оценивалось изменение коэффициента регенерации в связи с жизненным циклом хлореллы, так как его продолжительность составляет 22 часа. Четвертые сутки отличались значительным ростом численности клеток в популяции и возрастанием коэффициента регенерации. На восьмые сутки было важно рассмотреть реакцию хлореллы при более длительном культивировании.

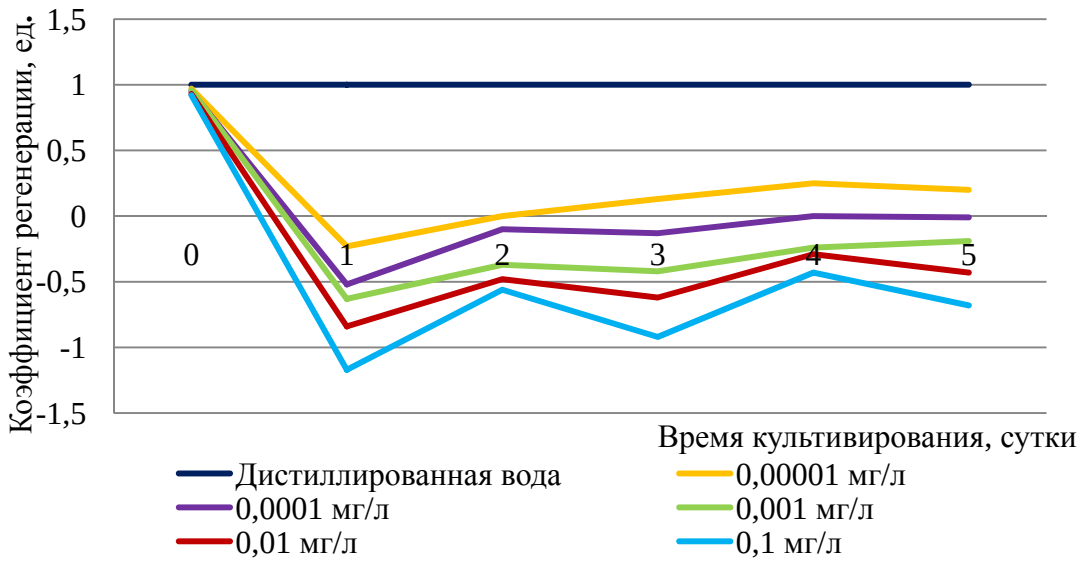


Рис. 1. Изменение коэффициента регенерации при добавлении $CuSO_4$

Для исследования возможности сорбции клетками хлореллы ионов тяжелых металлов хлореллу культивировали в течение пяти суток. После чего исследуемый раствор отстаивали при пониженных температурах и отфильтровывали. Среду, отделенную от старых клеток водоросли, повторно засеивали новой порцией хлореллы. Степень токсичности среды оценивали коэффициент регенерации. Прослеживалась определенная закономерность, которая характеризовалась периодическим ростом и снижением коэффициента регенерации.

При первом культивировании в присутствии CuSO4 коэффициент регенерации в течение восьми суток был отрицательным, что говорит о преобладании мертвых клеток над живыми. При дальнейшем инкубировании ожидалось снижение токсического действия.

Таблица 2

Влияние сульфата меди на регенерационный коэффициент при оценке возможности сорбции ионов клеткой

Вариант	1-е культивирование					2-е культивирование	
	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	1 сутки	4 сутки
Дистиллированная вода	1	1	1	1	1	1	1
0,00001 мг/л	-0,23	0	0,13	0,25	0,2	0,3	0,6
0,0001 мг/л	-0,52	-0,1	-0,13	0	-0,01	0,15	0,32
0,001 мг/л	-0,63	-0,37	-0,42	-0,24	-0,19	0,07	0,17
0,01 мг/л	-0,84	-0,48	-0,62	-0,29	-0,43	-0,1	-0,05
0,1 мг/л	-1,17	-0,56	-0,92	-0,43	-0,68	-0,22	-0,1

Второе культивирование отличалось повышением значений коэффициента регенерации. На первые сутки показатели исследуемых растворов также указывали на острое токсическое действие, кроме варианта с концентрацией 0,00001 мг/л, где наблюдалось подострое ТД (табл. 2). Четвертые сутки отличались увеличением коэффициента регенерации в два раза, что говорит о быстром восстановлении регенерирующих процессов.

Таким образом, при вторичном культивировании токсический эффект раствора сульфата меди был ниже, что говорит о снижении концентрации растворов в ходе культивирования водоросли.

Выводы:

1. Важно отметить, что при большем времени инкубирования водоросль приспосабливается к данным условиям среды, и включаются механизмы нейтрализации негативного воздействия.

2. Адаптационные реакции прослеживались с четвертых суток культивирования.

3. Более острая реакция проявляется на 1-4-е сутки в средах с максимальными концентрациями 0,1 и 0,01 мг/л, что позволяет рассмотреть их как токсичные.

4. Соль меди отличалась высокой степенью токсичности, что проявлялось в значительном росте количества мертвых клеток.

1. Андреева, В. М. Почвенные и аэрофильные зеленные водоросли / В. М. Андреева. – Санкт-Петербург: Наука, 1998. – 350 с.

2. Мелехова, О. П. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – Москва: Академия, 2007. – С. 202-213.

3. Рябухина, Е. В. Биологические методы определения токсичности водной среды: метод. указания / Е. В. Рябухина, С. Л. Зарубин. – Ярославль: ЯрГУ, 2006. – 64 с.

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ ПРОВИНЦИИ КУАНГБИНЬ РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ

Nguyen Thi Thu Thuy
Научный руководитель ***Н.Л. Болотова****, д-р биол. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Введение. Ртутное загрязнение окружающей среды относится к глобальным экологическим проблемам, в связи с опасностью данного супертоксиканта и его повсеместным распространением. Причем объемы антропогенного выброса ртути сопоставимы с его количеством, поступающим в окружающую среду из природных источников. Отмечается, что в последние три десятилетия лет центр техногенной эмиссии металлов был смещен в сторону Азии. Это динамично развивающийся регион с самой высокой плотностью населения в мире генерирует не менее 60% всех антропогенных выбросов ртути [Pacynet al., 2010]. Показано, что уникальные физико-химические свойства ртути определяют особенности ее накопления и перераспределения в окружающей среды, а разнообразие форм определяет специфику миграции и трансформацию в различных природных и техногенных условиях. В отличие от других тяжелых металлов, она эффективно накапливается в пищевых цепях водных экосистем, в конечном итоге оказываясь в организме человека [Ullrichet al., 2001]. Особенно опасно употребление в пищу морепродуктов и рыбы, что является важной частью культуры жителей прибрежных регионов юго-восточной Азии, включая Вьетнам. На территории Вьетнама было проведено несколько исследований загрязнения ртутью окружающей среды и ее биоаккумуляции в организмах. В частности, установлено ее накопление в донных отложениях каналов города Хошимин, которое варьировало от 0,08 до 623 мг/кг [Hoanget al., 2016]. Также исследования в Нячанге выявили содержание ртути от 0,02 до 0,087 мг/кг в обычно потребляемых видах морепродуктов [Nguyen, 2011]. Однако изучение накопления ртути в организмах жителей данного региона не проводилось, то есть процесс биомагнификации не прослеживался. Исходя из вышеизложенного, целью нашей работы было выявление факторов и уровня накопления ртути в организмах людей на примере жителей провинции Куангбинь.

Район исследований. Модельной территорией была выбрана провинция Куангбинь, расположение которой около моря и природные особенности способствуют распространению ртути, а экономическое развитие определяет значительную антропогенную составляющую поступления элемента в окружающую среду. Провинция Куангбинь относится к центральному Вьетнаму. Тропический муссонный климат способствует поступлению ртути с осадками в водные экосистемы. Население достигает 900 тыс. человек, из них 79% проживают в сельской местности. Провинция является аграрной и находится на

одном из последних мест в стране по уровню ВВП. Это определяет преимущественное потребление населением более дешевых и традиционных морских продуктов питания. Тем более рыболовство является ключевым экономическим сектором провинции. Кроме того, отмечается высокий уровень загрязнения территории в прибрежной зоне. Промышленность основывается на производстве строительных материалов, что оказывает влияние на загрязнение местных подземных вод. Также район находится рядом с крупным промышленным парком Formosa, а сточные воды сбрасываются с заводов непосредственно в море.

Материалы и методы исследований. Анкетирование населенияи сбор образцов волос, которые являются удобным биомаркером накопления ртути в организме человека**,** проводился на территории Вьетнама с января по март 2019 года. Обследованием было охвачено 250 человек с большим возрастным диапазоном от 5 до 72 лет. Доминирующей возрастной группой были жители от 15 до 32 лет. Соотношение полов испытуемых в выборке было следующим: 160 – мужчины, женщины – 90. Для выявления факторов, влияющих на накопление ртути, добровольцам предлагалась анкета, в которой указывался возраст, пол, профессия, были включены вопросы, связанные с потреблением рыбы и морепродуктов. У добровольцев брались небольшие пряди волос массой от 0,6 до 2 г, которые помещали в полиэтиленовые пакеты и снабжали этикеткой. Обработка образцов проводилась на базе НОЦ «Современные проблемы естествознания» кафедры биологии и экологии Вологодского государственного университета. Содержание ртути во всех образцах определяли с помощью ртутного анализатора РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара. Для обработки полученной информации использовалась программа управления ртутными анализаторами – РАПИД. Анализ данных выполнялись в MS Excel.

Результаты исследования. Установлена слабая связь между возрастом обследуемых и содержанием ртути в их волосах. Для людей старшего возраста в среднем характерно увеличение содержания ртути, эта тенденция более выражена для мужчин, нежели женщин (рис. 1).

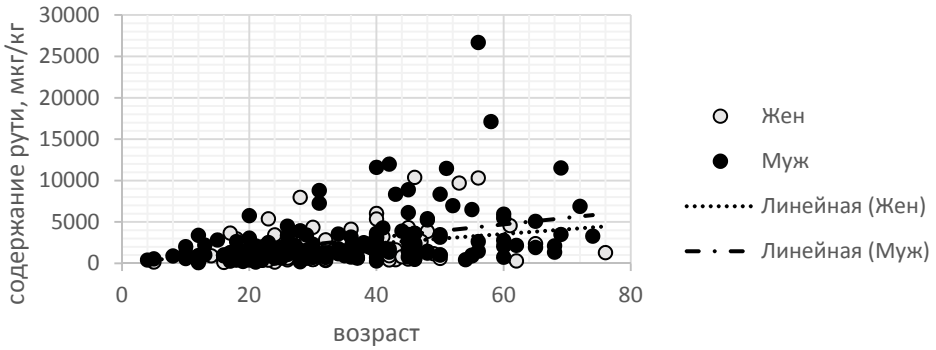


Рис. 1. Среднее содержание ртути в волосах групп людей разного возраста

Максимальное накопление ртути в волосах зафиксировано у мужчины в возрасте 54 года и составило более 99350 мкг/кг. Отметим, что референсные значения количества ртути в волосах человека: 500 – 12200 мкг/кг, то есть ее содержание в организме превышает допустимые значения в восемь раз. Среднее количество ртути также выше в волосах у мужчин, по сравнению с женщинами. В частности, содержание ртути в волосах мужчин составляет 3700,3 мкг/кг, что в почти в два раза больше, чем у женщин – 2009,0 мкг/кг. Эти показатели 3 раза выше, чем в других регионах [Alethea, Penelope, 2014]. Дополнительные исследования позволили установить факторы, влияющие на уровень накопления ртути, в том числе путем анкетирования (табл. 1).

Таблица 1

Результаты анкетирования обследуемой группы населения

Вопросы	Число анкетируемых		Среднее содержание(мкг/кг) ртути в волосах (макс. – мин.)
	Чел.	(%)	
Какую рыбу предпочитаете?			
Морскую	186	74	3927,1 (395,1-99350)
Речную	64	26	662(101- 3455)
Как часто употребляете рыбу?			
1 раз в неделю или реже	79	32	716.7 (101- 2394)
Несколько раз в неделю	123	49	2071,4 (440,4- 8914)
Каждый день	48	19	9612,5 (1785- 99350)
Как часто употребляете морепродукты?			
1 раз в неделю или реже	156	62,4	1243,1 (101- 4368)
Несколько раз в неделю	80	32	3583,4 (357,2- 12000)
Каждый день	14	5.6	20872,5(2034- 99350)
Профессия			
Учителя	23	10	897,9 (168,3- 7990)
Студенты	47	21	974,6 (101- 3403)
Рабочие	89	40	2121,1 (305,7- 7990)
Фермеры	66	26	2226,6 (307,8- 10400)
Рыбаки	25	10	14824,6 (2118- 99350)

Среди опрошенных доминируют жители (74%), предпочитающие морскую рыбу. Для этой группы характерно накопление ртути в волосах в среднем 3927,1 мкг/кг, что в 6 раз превышает показатели содержания данного элемента (662 мкг/кг) в волосах людей, которые едят речную рыбу (табл. 1). Установлена положительная корреляция между частотой потребления рыбы и средним содержанием ртути в волосах. Люди с частотой потребления рыбы и морепродуктов 1 раз в неделю или реже имеют самое низкое содержание ртути в волосах, соответственно 716,7 мкг/кг и 1243,1 мкг/ кг. Группа населения, которые потребляют рыбу и морепродукты несколько раз в неделю, имеют более высокий уровень ртути в волосах, соответственно, 2071,4 мкг/кг и 3583,4 мкг/кг. Ежедневное потребление рыбы и морепродуктов приводит к

самым высоким значениям содержания ртути в волосах, которое в среднем у разных возрастных групп составляет 9612,5 – 20872,5 мкг/ кг (табл. 1). Результаты показали, что среднее содержание ртути в волосах отличалось у групп людей разного рода занятий по возрастающей «учителя – студенты – рабочие – фермеры – рыбаки» (рис. 4). Самые высокие значения накопления ртути у рыбаков связано с доминированием в их рационе рыбы и морепродуктов, что отмечается и другими исследователями. Наименьшие значения этого показателя для группы учителей и студентов, возможно, объясняются их уровнем образования и осведомленностью о путях поступления ртути в организм человека.

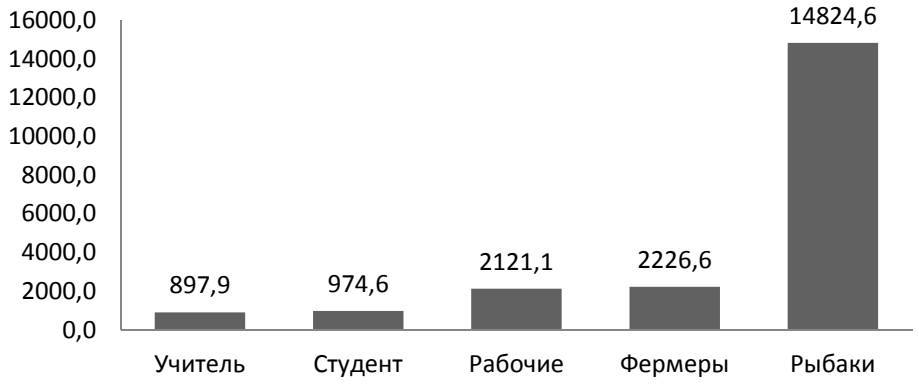


Рис. 2. Средний уровень накопления ртути (мкг/кг) в волосах людей разных профессий

Выводы. На примере накопления супертоксиканта в волосах жителей провинции Куангбинь подтверждена актуальность изучения ртутного загрязнения для территории Республики Вьетнам. По сравнению с другими регионами отмечается повышенный уровень содержания ртути у разных возрастных групп населения. Выявлена связь содержания ртути с частотой потребления рыбы и морепродуктов, накопление данного элемента в организме с возрастом, установлены гендерные отличия. Наибольшее содержание ртути в волосах характерно для мужского населения с максимальным показателем, превышающим предельное значение референсного интервала в восемь раз. В зоне риска оказываются профессиональные рыбаки, в рационе которых преобладает рыба и морепродукты.

1. Pacyna, E.G. Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources in 2005 and projections to 2020 / E.G. Pacyna, J.M. Pacyna, K.J. Sundseth et al. // Atmos. Environ. – 2010. – Vol. 44. – P. 2487–2499.

2. Ullrich, S.M. Mercury in the aquatic environment: a review of factors affecting methylation / S.M. Ullrich, T.W. Tanton, S.A. Abdrashitova // Environ. Sci. Technol. – 2001. – Vol. 31. – № 3. – P. 241–293.

3. Hoang, T.H. Research methods for determining methyl mercury and total mercury in the sediment at the bottom of canals in Ho Chi Minh City / T.H. Hoang,

V.D. Nguyen // Development Science Technology. – 2016. – Vol. 19. – № 6. – P. 123-136.

4. Nguyen, T.A. Mercury concentrations of popularly consumed seafoods in Nha Trang / T.A. Nguyen // Science Development. – 2011. – Vol. 9. – № 6. – P. 937-941.

5. Alethea, M.S. Hair mercury and fish consumption in residents of Oahu / M.S. Alethea, J.E. Penelope // Haw. med public health. – 2014. – Vol. 73(1). – P. 19–25.

ГИРУДОФАУНА РЕКИ ШОГРАШ

А.С. Никулина
Научные руководители: ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
А.Б. Чхобадзе*, старший преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Введение. Актуальность исследования заключается в том, что пиявки являются важным звеном трофических цепей водных экосистем, однако сведения о населении этих червей в водных объектах Вологодской области практически отсутствуют.

Река Шограш – небольшой водоток, протекающий по городу Вологде с южной стороны. Река имеет извилистое русло, ее протяженность составляет 20 км. В юго-восточной части города Шограш впадает в реку Вологду. Расположение значительной части водотока в границах города определяет мощное антропогенное воздействие на его экосистему.

Цель исследования заключается в изучении гирудофауны реки Шограш. *Задачами* исследования является: 1) изучение систематического и видового состава; 2) выявление преобладающих видов; 3) оценка пространственного распределения пиявок в реке Шограш.

Материалы и методы исследования. Полевые работы проводились с 28 августа по 1 сентября 2019 года; были сделаны пробы в 11 точках. На точке проба собиралась руками в течение 45 минут с каменистого, древесного и искусственного субстратов, погруженных в воду, а также с водных и водно-околоводных растений, преимущественно из листовых пазух. Видовая принадлежность червей определялась по специальной литературе [1].

Результаты и их обсуждение. Всего в реке Шограш было выявлено 7 видов пиявок из 3 семейств и 2 отрядов (таблица 1). Отряд Rhynchobdellida представлен 3 видами, отряд Arhynchobdellida – 4 видами. Самым насыщенными в видовом отношении оказались семейства Erpobdellidae и Glossiphoniidae. В состав этих двух семейств входит по три вида. В количественном отношении самым многочисленным является семейство Glossiphoniidae. Выявленные особи

относятся к 5 родам, самым насыщенным в видовом отношении оказался род *Erpobdella*, а по количеству экземпляров – род *Helobdella*.

Преобладающим (фоновым) видом в реке Шограш является *Helobdella stagnalis*. На долю вида приходиться 41,8% от общего числа собранных экземпляров. Самым малочисленным является *Haemopis sanguisuga*, доля которого составляет всего лишь 2,2%.

На всём протяжении реки встречаются такие виды как *Erpobdella teastecea*, *Helobdella stagnalis* и *Glossiphonia complanata*, хотя и с разной численностью по участкам. Крупный и хорошо заметный вид *Haemopis sanguisuga* был найден только на одном участке в количестве 4 экземпляров (таблица 2).

Таблица 1

Видовой состав пиявок реки Шограш

Отряд	Семейство	Вид	Доля по показателям численности, %
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	*Theromyzon tessulatum*	13,7
		Helobdella stagnalis	41,8
		Glossiphonia complanata	11,5
Arhynchobdellida	Erpobdellidae	*Erpobdella teastecea*	17,6
		Erpobdella octoculata	9,3
		Erpobdella lineata	3,8
	Haemopidae	*Haemopis sanguisuga*	2,2

Таблица 2

Встречаемость пиявок на разных точках сбора

Вид/ Номер участка	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Theromyzon tessulatum	1	0	0	0	2	1	0	17	0	0	3
Helobdella stagnalis	7	0	0	0	1	1	0	23	18	0	26
Glossiphonia complanata	2	0	0	0	6	1	4	7	0	0	7
Erpobdella lineata	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0
Erpobdella octoculata	0	0	0	3	0	2	0	3	0	0	9
Erpobdella teastecea	3	0	0	1	0	2	10	10	4	0	3
Haemopis sanguisuga	0	0	0	4	0	0	0	0		0	0

Пиявки по типу питания бывают хищными и паразитическими. На реке Шограш преобладают в основном пиявки с паразитическим питанием (*Helobdella stagnalis*, *Teramizon tessulatum*, *Glossiphonia complanata*). Это обусловлено тем, что водоток богат моллюсками и здесь многочисленны некоторые водоплавающие виды птиц (в частности представители Anatidae), которые составляют основной список жертв для паразитических пиявок.

Было проанализировано население пиявок в нижнем, среднем и верхнем течениях реки. Полученные данные отражены в таблице 3.

Таблица 3

Население пиявок на разных участках реки Шограш

Вид	Число собранных экземпляров		
	верхнее течение (11-8 точки сбор)	среднее течение (7-4 точки сбор)	нижнее течение (3-1 точки сбор)
Theromyzon tessulatum	2	20	3
Helobdella stagnalis	7	25	44
Glossiphonia complanata	2	12	7
Erpobdella lineata	0	2	5
Erpobdella octoculata	3	5	9
Erpobdella teastecea	3	22	7
Haemopis sanguisuga	4	0	0
Всего	21	86	75

Наибольшая численность и видовое богатство пиявок отмечено в нижнем и среднем течении реки Шограш, так как именно здесь представлен лучший спектр условий для существования кольчатых червей, таких как наличие разнообразных укрытий и хорошей кормовой базы

Сравнение гирудологических данных по реке Шограш с аналогичными материалами по реке Содеме [2], также протекающей по территории города Вологды, показывает, что видовой состав пиявок в обоих водотоках совпадает. Это можно объяснять тем, что обе реки по гидрологическим характеристикам и уровню антропогенной нагрузки во многом одинаковы. Уникальным видом для реки Шограш является *Theromyzon tessulatum*, не найденный в Содеме

Выводы. По итогам исследования было выявлено, что гирудофауна реки Шограш представлена 7 видами. Самым многочисленным видом является *Helobdella stagnalis*, который встречался на всем протяжении водотока. Самым редким видом оказался *Haemopis sanguisuga*, который встретился только на одном участке в малом числе. На протяжении всей реки заметно количественное доминирование паразитических пиявок над хищными. Наибольшая численность и видовое богатство пиявок отмечены в низовьях Шограша. В сравнении с ранее изученной гирудофауной реки Содемы, видовой состав пиявок Шограша отличается присутствием паразитического вида *Theromyzon tessulatum*, который не встречался в водах реки Содемы.

1. Алексеев В.Р. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолихина. – Москва – Санкт-Петербург: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с.

2. Никулина А.С. Гирудофауна реки Содема / А.С. Никулина // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 23–24 апреля 2019 г.): в 3 т. / М-во науки и высш. образ. РФ, Правительство Вологодской области [и др.]; [гл. ред. А.А. Кочкин]. – Вологда : ВоГУ, 2019. – Т. 1. – С. 511–513.

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ

Д.Д. Овчинников
Научный руководитель ***И.В. Засемчук****, канд. с.-х. наук*
Донской государственный аграрный университет
Ростовская область, п. Персиановский

Устойчивые поставки продовольствия являются одним из важнейших условий стабильности государства. В России проблема производства основных видов продуктов животного происхождения, в том числе молока, всегда была актуальна.

Сегодня стабильное и прибыльное развитие молочного животноводства во многом зависит от внедрения технологических инноваций. Они могут обеспечить большую прибыльность бизнеса, снизить потери, улучшить здоровье и продуктивность стада, а также способствовать производству безопасных и привлекательных продуктов для потребителей.

Генетическое улучшение продуктивности молочных пород осуществляется за счет интенсивного использования глубокой заморозки спермы наиболее ценных производителей, так называемых лидеров породы. Внедрена программа по разведению новых видов молочного скота, в том числе на основе пород красной степной и айрширской пород. В процессе улучшения пород путем скрещивания красной степной с айрширской породой, происходят постепенная «айрширизация», которая отличается обильным содержанием и жирностью молока, высокой скороспелостью и адаптацией к условиям Ростовской области.

Один из важнейших показателей в молочном скотоводстве – продуктивность коровы. Генетика скота только определяет потенциал его возможностей, а их раскрытие зависит от технологий содержания и выращивания, а также от применяемых программ кормления. В связи с этим неизмеримо возрастает роль передовой науки и племенного дела в объективной оценке ресурсов животных имеющихся пород, а также новых типов молочного скота.

Эффективность молочного скотоводства в первую очередь зависит от уровня продуктивности животных. Продуктивный потенциал молочного скота создаётся, поддерживается и обновляется селекцией.

В нашей стране создан высокий генетический потенциал молочного скота, о чём свидетельствует опыт многих хозяйств. Племенные и продуктивные качества молочного скота обусловлены генотипом животных, влиянием методов разведения и селекции.

Потенциал продуктивности скота наращивается за счёт совершенствования отечественных пород и использования мировых генетических ресурсов.

В современных условиях важны разработка и внедрение на различных уровнях комплекса областей научно-технического прогресса, которые направлены на увеличение производства молочного скотоводства и, как следствие,

повышение эффективности работы отрасли. Основные направления НТП включают в себя:

1. Повышение биологического потенциала продуктивности животноводства. Это направление включает в себя: улучшение селекционно-племенной работы; использование отечественного и мирового генофонда, новых молекулярно-генетических методов, генной и клеточной инженерии и т.д.;

2. Оптимизация уровня кормления, соответствующая фактическим потребностям различных генотипов и обеспечивающая реализацию генетического потенциала продуктивности животноводства, более эффективное использование кормовых ресурсов и снижение стоимости кормов на единицу продукции и т. д.;

3. Создание отечественных пород, линий и видов животных, не уступающих по продуктивности зарубежным.

Исследования проводились на основе предприятия АО им. Ленина Цимлянского района Ростовской области. Контрольная группа включала чистопородных животных красной степной породы, экспериментальная группа включала помесей красно-степная + айрширская.

При проведении исследований экспериментальные животные на протяжении всего периода находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

В течение периода от рождения до 18-месячного возраста телки потребляли корм с общей питательной ценностью 2673,1–2745,9 кг кормовых единиц, 301,1–304,3 кг перевариваемого белка. В структуре рациона кормовые концентраты составляют 41,0–41,9%, сочные – 35,9–36,0%, грубые корма – 22,1–23,1%. Выяснилось, что телки I группы лучше использовали питательные вещества рационов: они потратили 8,75 кг кормовых единиц на 1 кг прироста живой массы, тогда как их сверстницы из группы II – 8,82 кг кормовых единиц. При изучении возрастной динамики живой массы телок красной степной породы разных генотипов было установлено, что при одинаковых условиях кормления и содержания существовали различия в пользу животных I группы (таб. 1).

Таблица 1

Динамика живой массы телок опытных групп (M±m)

Возраст, мес.	Группа	
	I	II
n	20	20
При рождении	28,9±1,8	30,8±1,9
6	152,3±10,5	150,2±8,1
9	230,5±5,2	225,8±8,2
12	300,6±7,1	290,3±7,3
15	360,4±11	352,9±9,8
18	410,9±8,8	401,2±4,4
Абсолютный прирост (0-18), кг	382	370,4
Среднесуточный прирост (0-18), кг	707,4	685,9

В проведенных исследованиях рассчитывался коэффициент корреляции между надоем молока коров первотелок и их живой массой в разные возрастные периоды (таб. 2).

Таблица 2

Взаимосвязь удоя и живой массы коров – первотелок в разные возрастные периоды

Группа	Коэффициент корреляции (r) между удоем и живой массой				
	удой х живая масса при рождении	удой х живая масса в 6 мес.	удой х живая масса 9 мес.	удой х живая масса 12 мес.	удой х живая масса 18 мес.
I	0,17	0,181	0,201	0,09	0,169
II	0,12	0,184	0,11	0,064	0,172

Следует отметить, что степень корреляции между живой массой и надоем молока коров зависит в первую очередь от условий кормления. С увеличением живой массы коров при улучшенном кормлении надои возрастают быстрее, чем при недостаточном кормлении, где эта зависимость становится меньше или может полностью отсутствовать.

В связи с этим племенная работа на ферме должна вестись как по надоям, так и по живому весу, что позволит создать высокопродуктивное стадо с нормальной массой коров, адаптированное к промышленной технологии производства молока.

Было установлено, что в обеих группах коэффициент корреляции был положительным от 0,064 до 0,201. Наибольший коэффициент корреляции наблюдался у телок I группы. Он варьировал в возрастных периодах от 0,09 до 0,201, что указывает на то, что, когда животным I группы создают оптимальные условия для роста и развития, их молочная продуктивность может быть увеличена.

Таким образом, в живом весе до 12-месячного возраста различия между телками разных генотипов не были значительными, но животные первой группы превосходили сверстниц другой группы. В начальный период продуктивности (0-18 месяцев) наибольшие темпы роста были у телок I группы (707,4 г), а у сверстниц II группы – 685,9 г.

Таким образом, отмечено положительное влияние айрширской породы на повышение надоя и выхода молочной продукции молочного скота.

1. Гетоков, О.О. Совершенствование красного степного скота на Северном Кавказе / О.О. Гетоков, М-Г.М. Долгиев, М.И. Ужахов // Зоотехния. – 2012. – № 7. – С. 3–4.

2. Овчинников, Д.Д. Молочная продуктивность коров красной степной породы в зависимости от сезона отела / Д.Д. Овчинников // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2018. – С. 185–188.

ФИТОФАГИ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ НА БОРЩЕВИКЕ СОСНОВСКОГО В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Прокатова
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Серьезной проблемой во многих регионах нашей страны и странах Восточной Европы является широко распространяющееся опасное растение борщевик Сосновского. Осваивая новые места обитания, борщевик практически полностью вытесняет аборигенную растительность, создавая моносообщества, оказывая, таким образом, негативное воздействие на биоразнообразие экосистем. С борщевиком пытаются бороться: механически, перепахивая участки, где он произрастает, химически, обрабатывая территории гербицидами и с помощью живых организмов (врагов и конкурентов). В центре нашего исследования – биотические связи борщевика, которые могут быть использованы для биологических методов борьбы с ним. А именно, мы рассматриваем его фитофагов из числа беспозвоночных животных, среди которых, как показали исследования Института проблем экологии и эволюции [2, 3] есть виды, способные регулировать вегетативную массу и семенное размножение растений.

Исследования животных, связанных с борщевиком Сосновского в РФ проводились в нескольких регионах: Московская, Тверская, Ярославская области и Республика Коми [2, 3, 4, 5]. Наибольшее разнообразие беспозвоночных, развивающихся на борщевике выявлено в Республике Коми (62 вида) [5]. В разных регионах на борщевике Сосновского встречаются 73 вида фитофагов, которые потребляют зеленые части растения или питаются на цветках растения (антофаги). Имаго жескокрылых: *Lepturobosca virens*, *Potosia cuprea metallica*, *Stenurella melanura*, *Oxythyrea funesta*, *Trichius fasciatus* питаются цветками, имаго двукрылых: *Ischyrosyrphus glaucius*, *Ischyrosyrphys laternarius*, *Leucozona lucorum*, *Eristalis interrupta*, *Cheilosia pagana*, *Cheilosia illustrata* питаются пыльцой и нектаром на борщевике Сосновского [2]. Имаго жука *Lixus iridis* питается листьями борщевика. Развитие и окукливание личинок этого вида происходит внутри растения, тем самым жук может причинять ощутимый вред растению. Гусеницы чешуекрылых *Epermenia chaerophyllella*, *Dasypolia temple*, *Depressaria radiella* выедают внутренние ткани листа и завязи растения. В результате деятельности этих представителей снижается семенная продуктивность растения [2].

На территории Вологодской области борщевик Сосновского отмечен во многих районах. Больше всего борщевиком поражены Вологодский, Череповецкий, Междуреченский и Устюженский районы. Меньше всего – Кич.-Городецкий, Бабушкинский, Вашкинский, Сокольский, Вожегодский и Шекс-

нинский районы [6]. В Вологодской области беспозвоночные животные, связанные с борщевиком нами изучаются с 2016 года.

Цель проводимых исследований – изучить таксономический состав беспозвоночных, выявить фитофагов связанных с борщевиком Сосновского на территории Вологодской области. *Задачи исследования:* 1. Изучить фитофагов, встречающихся на борщевике Сосновского на территории Вологодской области. 2. Провести наблюдения за развитием фитофагов, связанных с борщевиком Сосновского в лабораторных условиях.

Материалы и методы исследования. Сборы беспозвоночных животных с борщевика Сосновского проводились в мае – августе 2016 года, на территории городов Вологда и Кириллов, в Кирилловском (деревень Васькино, Соколье,) и Вологодском (Легкое, Клокуново и посёлка Молочное) районах. Сбор материала проводили: Никулина А., Кудринский А., Колесова Н. С., Шабунов А. А., Белова Ю. Н. Автором работы проведены сборы и наблюдения в июне 2017 года на территории Кирилловского района (окрестности г. Кириллова, деревни Васькино, Соколье) и июле – августе 2019 года на территории Вожегодского района.

На местности выбирали от 3 до десятка растений, которые осматривали с поверхности, листья срезали, вскрывали черешки, цветочные стрелки.

Животных собирали в спирт, за исключением личинок. Личинки и куколки выращивались в камеральных условиях до стадии имаго. Это необходимо для видовой идентификации животных, поскольку личинки плохо различаются.

Личинки и куколки содержались по отдельности в пакетах с листьями борщевика Сосновского. Всего в 2019 году было собрано 33 личинок и куколок, из них 15 особей в ходе лабораторных наблюдений погибли. Осмотр животных проводился один раз в два дня, при этом при необходимости проводилась чистка садков и замена пищевого субстрата. Раз в неделю проводилась фото- и видеосъемка личинок и куколок. Создан банк фото и видео материалов, включающий 190 файлов. Определение взрослых животных из класса открыточелюстных насекомых проводилось до вида, в некоторых случаях до семейства. Личинки насекомых определялись до семейства. Определение представителей классов паукообразные, брюхоногие моллюски не выполнялось или проводилось до уровня отряда.

Результаты и их обсуждение. Все собранные в условиях Вологодской области на борщевике Сосновского беспозвоночные животные-фитофаги относились типу членистоногие (Arthropoda). Членистоногие представлены 2 классами: ракообразные (Crustacea) и открыточелюсные насекомые (Insecta-Ectognatha) (таблица). Наибольшим количеством представленных отрядов отличался класс открыточелюстных насекомых.

Таблица

Таксономический состав собранных беспозвоночных животных-фитофагов

Класс	Отряд	Количество представленных особей
Ракообразные	Равноногие	1
Открыточелюстные насекомые	Равнокрылые	161
	Полужесткокрылые	7
	Жесткокрылые, или жуки	54
	Трипсы	29
	Чешуекрылые, или бабочки	5
	Перепончатокрылые	37
	Двукрылые	23
Общий итог		**317**

Из насекомых на борщевике чаще других встречались животные отряда жесткокрылые (Coleoptera). Из их числа на поверхности вегетативных частей борщевике зарегистрированы представители семейств листоеды (*Cassida ferruginea*, *Lema cyanella*) и долгоносики (*Lixus iridis*, *Phyllobius piri*). Жуки питаются зеленой массой растения на всех стадиях развития. У некоторых видов, например, *Lixus iridis* личинки развиваются внутри стебля борщевика.

Из отряда Чешуекрылые (Lepidoptera) отмечены представители, относящиеся к семействам моли горностаевые (Yponomeutidae), листовертки (Tortricidae), моли-пестрянки (Gracillariidae). На борщевике личинки данных семейств питаются цветками, потенциально могут снижать семенную продуктивность растения. Имаго двукрылых преимущественно являются фитофагами, питаются нектаром и пыльцой растения. Представители семейства щитники (Pentatomidae) клоп рапсовый (*Eurydema oleracea*), клоп зеленый (*Palomena prasina*), клоп ягодный (*Dolycoris baccarum*) питается на репродуктивных органах и листья растения, прокалывая хоботком покровные ткани и высасывая сок, часто вызывая засыхание листьев и опадание цветов. Чаще других на борщевике Сосновского нами отмечались представители семейств: листоеды, долгоносики, щитники, наездники.

В лабораторных условиях наиболее полно нам удалось провести наблюдения за развитием фрачника обыкновенного (*Lixus iridis*). Это вид жуков из отряда жесткокрылых семейства долгоносиков. Вид связан с растениями семейства Зонтичные (Apiaceae), он распространен на всей территории Европейской части России, в Закавказье и Сибири. Фрачник связан с борщевиком на всех этапах жизнедеятельности, от яйца до взрослого насекомого Имаго и личинка являются фитофагами, питаются зелеными частями борщевика [1], [2].

В лабораторных условиях наблюдения велись за 26 личинками фрачника, из которых 10 личинок окуклились.

В 2017–2019 годах имаго на борщевике Сосновского встречались с начала июня (10.06.2017 и 07.06.2019). К концу июня на борщевике не было встречено

взрослых особе фрачника обыкновенного. В начале июля в стеблях растения обнаруживались личинки и яйца фрачника обыкновенного. Яйцо желтовато-белое, блестящее, овально, около 0,5–0,9 мм. Личинки С-образные, от 5 до 15 мм в длину, ширина достигает 3 мм, молочно-желтого цвета. В литературных источниках отмечается, что длина личинки старшего возраста 23 мм, ширина 3,8 мм [1]. Разница полученных нами данных и литературных объясняется тем, что размеры личинки зависит от возраста и от условий питания.

Нами в одном стебле было выявлено от 1 до 10 яиц и личинок. Личинка развивается в стебле, проделывает туннель в стеблях и черешках листьев борщевика Сосновского и питается его тканями. Продолжительность личиночного развития в лабораторных условиях составила от 32 до 40 дней. Окукливание происходит в стебле растения. Развитие куколки в лабораторных условиях занимало от 5 до 7 дней. Длина куколки около 12 мм. В литературе отмечается, что длина куколки может достигать 16,5 мм.

Выводы. 1. Чаще других на борщевике Сосновского нами отмечались представители отряда жесткокрылые (Coleoptera). Из их числа на поверхности вегетативных частей борщевике зарегистрированы представители семейств листоеды (*Cassida ferruginea, Lema cyanella*) и долгоносики (*Lixus iridis, Phyllobius piri*). 2. В лабораторных условиях наиболее полно нам удалось провести наблюдения за развитием фрачника обыкновенного (*Lixus iridis*). По нашим наблюдениям, вид не наносит существенного вреда растению как фитофаг, но, вероятно, может служить источником инфицирования, повреждая ткани и загрязняя стебли продуктами жизнедеятельности.

1. Зотов, А.А. Морфология преимагинальных стадий долгоносика *Lixus iridis* Olivier, 1807 (Coleoptera: Curculionidae) / А.А. Зотов // Кав. энт. бюл. – 2009. – 5 (2). – С. 249–252.

2. Кривошеина, М.Г. Насекомые вредители борщевика Сосновского в Московском регионе и перспективы их использования в биологической борьбе / М.Г. Кривошеина // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – № 1. – С. 44–51.

3. Кривошеина, М.Г. Мухи-тахины (Diptera: Tachinidae) – опылители аборигенных и чужеродных видов зонтичных растений в Московской области (Россия) / М.Г. Кривошеина // Кав. энт. бюл. – 2015. – 11 (1). – С. 215–220.

4. Кудрявцева, Е.Н. Экологический мониторинг и фитосанитарное оздоровление засоренных гигантским борщевиком природных и антропогенно измененных ландшафтов центрального и северо-западного регионов России: автореф. дис. канд. биологических наук: 03.02.08 / Е.Н. Кудрявцева. – Москва, 2013. – 206 с.

5. Пестов, С.В. Антофильные насекомые борщевика Сосновского / С.В. Пестов // Актуальные проблемы биологии и экологии (посвещенная 70-летию А.И. Таскаева), 7–11 апреля 2014 г. / Сыктыкар, Республика Коми, Россия, 2014. – С. 131–134.

6. Карту распространения борщевика создали на Вологодчине [Электронный доступ] / СОВЗОН. Геоинформационные системы и аэрокосмический мониторинг.– Режим доступа: https://sovzond.ru/press-center/news/kartografiya/4016/, –2018. – Загл. с экрана.

ПОЛНОГЕНОМНЫЙ ПОИСК АССОЦИАЦИЙ ОДНОНУКЛЕОТИДНЫХ ПОЛИМОРФИЗМОВ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ

М.С. Рогачева
Научный руководитель ***Г.В. Хворых***
Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург

Инсульт – острое нарушение кровообращения мозга, приводящее к поражению его клеток. Ежегодно в России от инсульта умирают 175 человек из 100000 [2, с. 6]. Определение факторов риска инсульта – актуальная проблема для науки, общества и государства. На сегодня известны следующие предикторы патологии: артериальная гипертензия, аритмия, атеросклероз, диабет, курение, психологический стресс, злоупотребление алкоголем [3; 8].

Особый интерес представляет генетическая составляющая. Только 1% его случаев связан с изменениями в одном гене [5]. В остальных случаях генетический компонент обусловлен взаимным влиянием полиморфных вариантов нескольких генов. Выявить такие гены можно посредством типирования выбранного аллельного варианта гена методом полимеразной цепной реакции, или с помощью полногеномного поиска ассоциаций (genome-wide association studies, GWAS) [6]. В работе представлены результаты GWAS, примененного к генотипическим данным пациентов с самой распространенной формой патологии, ишемическим инсультом (ИИ).

Данные для исследования были получены методом генотипирования на чипах «HumanCytoSNP-12 v.2» и «Human610-Quad BeadChip» (Illumina, USA). Порядок сбора биоматериала, выделения ДНК, а также протокол обработки первичных данных генотипирования описаны ранее [1].

Вначале из данных были извлечены однонуклеотидные полиморфизмы (ОНП), расположенные в аутосомах. Общая полнота генотипирования составила 0,99. Образцы были проверены на наличие родственников с помощью IBD (Identical by descent) теста программой Plink 1.9 [9]. Из рассмотрения исключены люди таким образом, чтобы в оставшихся данных не было пар со степенью родства 1 или 2 (PI_HAT > 0.2). Генотипы проверены на однородность методом анализа основных компонент. Собственные вектора (20 компонент) рассчитаны программой Plink. Из данных удалены индивиды, для кото-

рых отклонение собственного значения от среднего для любого из собственных векторов превысило пять стандартных отклонений.

По числу ОНП на ДНК-микрочипах были сформированы выборки людей (эксперимент 1 и 2). Каждый эксперимент был представлен двумя группами людей: одна включала пациентов с диагнозом ИИ (далее тестовая выборка), а другая — людей без инсульта (далее контрольная выборка). Тестовая и контрольная группы были сбалансированы по возрасту. Средний возраст, его стандартное отклонение, число ОНП, а также размер выборок представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики выборок людей

Эксперимент	Число ОНП	Тип	Средний возраст	Стандартное отклонение	Размер выборок до (после) контроля качества
1	620901	тест	70,44	8,7	48 (40)
		контроль	53,9	5,4	48 (46)
2	373397	тест	67,8	11,6	100 (93)
		контроль	55,12	17,47	96 (89)

GWAS проведен с помощью хи-квадрат теста в программе Plink (аргумент --assoc). Статистически значимые ОНП отобраны согласно критериям: BONF < 10-8 и OR > 1.5, где BONF — это p-value после применения поправки на множественность тестирования Бонферрони, а OR — отношение шансов. Аннотация отобранных ОНП выполнена в Ensembl Variant Effect Predictor [9] по rs-идентификаторам для канонических транскриптов генов. Результаты аннотации представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

ОНП и гены, ассоциированные с ИИ (эксперимент 1)

НП	Последствие	Влияние	Ген	Биотип
rs12249377	Интронный вариант	модифицирует	HTR7	Белок кодирующий
rs7815195	Вариант ниже гена	модифицирует	RP11-1149M10.2	Линкерная РНК
rs7267722	Межгенный вариант	модифицирует	Не определен	Не определен

В первом эксперименте выявлено 3, а во втором 23 ОНП, ассоциированных с ИИ. Многие ОНП принадлежат к интронам или расположены между генами. Однако один из полиморфизмов (rs1395267) является миссенс вариантом, расположенном в гене SERPINB11. Последний принадлежит к семейству серпинов – генов, кодирующих обширную группу белков, которые ингибируют сериновые протеазы. К ним относится важнейший компонент свертываемости крови – тромбин. Таким образом, можно предположить, что аллельные

варианты SERPINB11 могут влиять на ингибирование тромбина. Известно, что тромбин активирует ингибитор фибринолиза, повышение уровня которого ассоциировано с ИИ у больных ишемической болезнью сердца с постоянной формой фибрилляции предсердий [4]. Ранее с помощью GWAS также была показана ассоциация rs1395267 с сердечно-сосудистыми заболеваниями [7].

В ходе проведенного исследования установлены несколько генов-кандидатов, полиморфные формы которых могут являться факторами риска возникновения ИИ. Подтверждена ассоциация описанного ранее в литературе гена SERPINB11 с ИИ.

Таблица 3

ОНП и гены, ассоциированные с ИИ (эксперимент 2)

Онп	Последствие	Влияние	Ген	Биотип
rs7856222	3’ нетранслируемая область	модифицирует	ACER2	Белок кодирующий
rs669753	Синонимичный вариант	низкое	XCL2	Белок кодирующий
rs518167	Интронный вариант	модифицирует	GRM5	Белок кодирующий
rs3753603	3’ нетранслируемая область	модифицирует	ZBTB8OS	Белок кодирующий
rs34680226	Интронный вариант	модифицирует	FANCD2	Белок кодирующий
rs3322	3’ нетранслируемая область	модифицирует	RALBP1	Белок кодирующий
rs2918594	Интронный вариант	модифицирует	TEX41	Линкерная РНК
rs28540652	Интронный вариант	модифицирует	PRSS51	антисенс
rs2523375	Вариант ниже гена	модифицирует	RP11-178C3.2	Линкерная РНК
rs2485783	3’ нетранслируемая область	модифицирует	UFM1	Белок кодирующий
rs2292461	Вариант ниже гена	модифицирует	GRPEL1	Белок кодирующий
rs2292461	3’ нетранслируемая область	модифицирует	TADA2B	Белок кодирующий
rs17775002	Интронный вариант	модифицирует	KCNJ16	Белок кодирующий
rs17099286	Вариант выше гена	модифицирует	CTD-2277K2.1	Линкерная РНК
rs1395267	Миссенс вариант	умеренное	SERPINB11	Белок кодирующий
rs13437751	Вариант ниже гена	модифицирует	RP11-340I6.7	Линкерная РНК
rs13379708	Вариант ниже гена	модифицирует	SNORD115-41	мя-РНК
rs11836603	Вариант выше гена	модифицирует	RP11-644F5.17	Обработанный псевдо-ген
rs10034	3’ нетранслируемая область	модифицирует	ACTN4	Белок кодирующий
rs10034	Вариант ниже гена	модифицирует	CAPN12	Белок кодирующий

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-01151.

1. Бондаренко, Е. А. Полиморфные варианты генома человека и риск развития острого инсульта: дис. ... канд. биол. наук: 03.01.03 / Бондаренко Елена Александровна. – Москва, 2011. – 186 с.: ил.

2. Клинические рекомендации по ведению больных с ишемическим инсультом и транзиторными ишемическими атаками / под ред. проф. Л. В. Стаховской. – М., 2017. – 208 с.

3. Титов, Б. В. Ишемический инсульт как комплексное полигенное заболевание / Б. В. Титов, Н. А. Матвеева, М. Ю. Мартынов, О. О. Фаворова – DOI: 10.7868/S0026898415020135 // Генетика. – 2015. – № 49(2). – С. 224-248.

4. Щукин, Ю. В. Роль активируемого тромбином ингибитора фибринолиза в стратификации риска развития ишемического инсульта у больных с фибрилляцией предсердий / Ю. В. Щукин, А. О. Рубаненко, Л. В. Лимарева // Медицинский альманах. – 2011. – № 3(16). – С. 123-126.

5. Leys, D. Clinical outcome in 287 consecutive young adults (15 to 45 years) with ischemic stroke [Электронный ресурс] / D. Leys, L. Bandu, H. Henon et al. – DOI:10.1212/wnl.59.1.26 // Neurology. – 2002. – V. 59. – P. 26-33. – URL: https://n.neurology.org/content/59/1/26 (дата обращения: 26.10.2019).

6. Hirschhorn, J.N. Genome-wide association studies for common diseases and complex traits [Электронный ресурс] / J. N. Hirschhorn, M. J. Daly. – DOI: 10.1038/nrg1521 // Nat Rev Genet. – 2005. – V. 6 (2). – P. 95-108. – URL: https://www.nature.com/articles/nrg1521 (дата обращения: 26.10.2019).

7. NHLBI Family Heart Study (FamHS-Visit1 and FamHS-Visit2) [Электронный ресурс]: phs000221.v1.p1 // dbGaP / National Center for Biotechnology Information. – URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/gap/cgi-bin/stu. (дата обращения: 26.10.2019).

8. O'Donnell, M. J.Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the interstroke study): A case-control study [Электронный ресурс] / M. J. O'Donnell, D. Xavier, L. Liu et al. – DOI:10.1016/S0140-6736(18)30802-X // Lancet. – 2010. – V. 376. – P. 112-123. - URL: https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(10)60834-3/fulltext (дата обращения: 26.10.2019).

9. Second-generation PLINK: rising to the challenge of larger and richer datasets [Электронный ресурс] / Christopher C. Chang, Carson C. Chow, Laurent CAM Tellier et al. – DOI 10.1186/s13742-015-0047-8 // GigaScience. – 2015. – V. 4, Is. 1. – URL: https://doi.org/10.1186/s13742-015-0047-8 (дата обращения: 26.10.2019).

10. McLaren, W. The Ensembl Variant Effect Predictor [Электронный ресурс] / W. McLaren, L. Gil, S.E. Hunt et al. – doi:10.1186/s13059-016-0974-4 // Genome Biology. – 2016. – 6 june. – URL: https://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1. (дата обращения: 26.10.2019).

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИИ МОТИВИРОВАННЫМИ И НЕМОТИВИРОВАННЫМИ ШКОЛЬНИКАМИ

Ю.Н. Синельщиков
Научный руководитель ***И.А. Мухин****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В последнее время наблюдается снижение интереса школьников к изучению биологии как школьного предмета. Возможно, причиной является недопонимание как роли биологии как общеобразовательной дисциплины и её взаимосвязи с востребованностью на рынке труда.

В начальной школе у ребенка развит интерес к познанию мира. При этом, взрослый человек при наличии определенных «информационных фильтров» может отбрасывать ненужную информацию, у младшего школьника такие фильтры отсутствуют. Обучающиеся младших классов впитывают любые знания, которые представляет преподаватель, однако возможности познания у ребенка не безграничны. Результатом может являться перегрузка информацией, при этом школьники быстро утомляются и теряют интерес к обучению. Аналогично проявляется и природная любознательность человека. Наблюдается ее уменьшение при переходе из класса в класс [2]. Данные процессы в значительной степени характерны для подростков. В данном возрасте происходит снижение любознательности, интереса к учебным предметам, при этом уровень полученных знаний становится низким. Среди причин нежелания школьников учиться большинство исследователей выделяет недостаток внутренней мотивации.

Мотивация обучения – это общее название для процессов, методов, средств побуждения учащихся к продуктивной познавательной деятельности, к активному освоению содержания образования [1].

Мотивация обучения – это общее название для процессов, методов, средств побуждения учащихся к продуктивной познавательной деятельности, к активному освоению содержания образования [1].

В ситуации снижения мотивации обучающихся, задачей педагога является обеспечение ее возникновения, сохранения и преобладания у обучающихся. По мнению психологов-практиков формирование учебной мотивации - это одна из основных проблем современной школы. Её актуальность обусловлена самой учебной деятельностью, обновлением содержания обучения, формирование у обучающихся приёмов самостоятельного приобретения знаний. Имеющиеся в литературе данные подтверждают важность проблемы, и обосновывают цель дальнейшей работы.

Надеяться на то, что мотивация учеников возникнет сам по себе, стихийно, не приходится. А.К. Маркова отмечает, что учебно-познавательные мотивы формируются в ходе самой учебной деятельности, поэтому важно обратить внимание на процесс осуществления данной деятельности, используемые приемы и методы работы [3]. Содержание учебного предмета «Биология» представляет

большие возможности для развития мотивации его изучения. Задача настоящего исследования – сравнить глубину изучения биологии мотивированными и не мотивированными школьниками. В качестве мотивированной группы выступили учащиеся восьмого класса из различных школ, которые выразили интерес к дополнительному изучению биологии. Тестирование проводилось до начала занятий, тем самым, дополнительные занятия не могли повлиять на уровень знаний и он отражал адекватную ситуацию с освоением биологии у ученика.

Немотивированную (контрольную) группу составляли школьники, которые не выразили желание посещать дополнительные мероприятия по изучению биологии. Это были ученики 35-ой школы. Для исследования было выбрано два параллельных восьмых класса (8 а – 25 человек, 8 б – 26 человек).

Для контроля глубины знания биологии составили тестовую контрольную работу, которая включала 18 вопросов. Она состояла из трех частей:

1. Общий материал седьмого класса – 10 вопросов;
2. Уровень «выше школьного» – 3 вопроса;
3. Цитология – 5 вопросов.

В первую часть входили вопросы, затрагивающие общий материал седьмого класса, который школьники изучают в школе в рамках общей программы.

Во второй части проверялось знание основ общей биологии, которые не рассматриваются в рамках программы восьмого класса (чем представлена пищеварительная трубка иглокожих представлена; что такое видообразование и т.п.).

Третья часть была посвящена цитологии, так как мотивированная группа выразила желание заниматься именно этой областью биологии.

Вопросы подразумевали выбор одного верного ответа. Тестирование проходило в анонимной форме.

Из мотивированной группы более половины испытуемых ответили верно более чем на 75% вопросов (рис. 1).

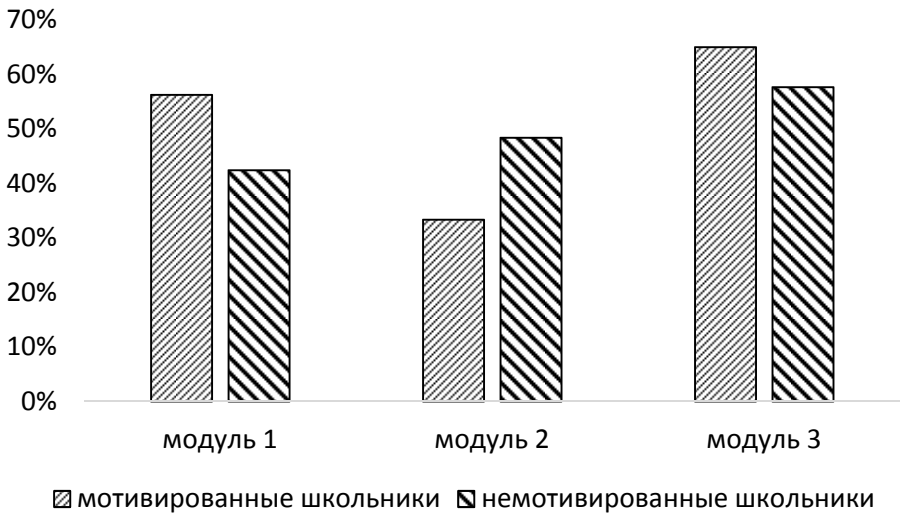


Рис. 1. Доля верных ответов школьников в различных модулях (пояснения в тексте)

Чаще всего школьники допускали ошибки во второй части, где проверялся уровень «выше школьного». Из трех вопросов входящих в эту часть, обучающиеся смогли ответить только на один: «Видообразование – это?» Лучше ученики справились с первой частью, где проверялся общий уровень биологических знаний седьмого класса. Что касается цитологической части, то заинтересованные ученики не справились только с одним вопросом из пяти: «Транспорт веществ в клетку и обратно осуществляется?»

Из немотивированных групп более половины испытуемых ответили верно более, чем на 60% вопросов. Чаще всего школьники допускали ошибки в первой и во второй частях, где проверялись знания общего материала седьмого класса, а также уровень «выше школьного». В первой части у обучающихся возникли проблемы с вопросами связанными с морфологией. Лучше ученики в группе немотивированных школьников справились с третьей части, вопросы которой делали упор на знания цитологии.

1. Гликман, И. З. Стимулы обучения / И. З. Гликман // Химия в школе. – 2003. – № 8. – С. 23.

2. Ильин, Е.П. Мотивация и мотивы / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2000. – 512 с.

3. Маркова, А.К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте / А.К. Маркова. – М.: Просвещение, 1983.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНТОСНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ОБЛОМКАХ

А.Д. Старухина[1], М.Д. Петухова[2]

Научные руководители: ***Д.С. Дудакова****, канд. биол. наук*

И.А. Мухин*, канд. биол. наук*

[1]Санкт-Петербургский государственный университет

[2]Вологодский государственный университет

г. Вологда

Бентосные организмы играют большую роль в функционировании водных экосистем. Они обеспечивают деструкцию органического вещества, регулируя тем самым энергетические потоки и обеспечивая корм для рыб и других водный организмов. Значительно их участие в круговороте углерода, поскольку среди бентоса встречаются личинки насекомых, покидающих водный объект, и тем самым обеспечивающих перемещение углерода в наземные экосистемы. С этой точки зрения особое значение имеет личинки двукрылых. В водоёмах умеренной зоны наиболее часто встречаются представители семейства Chironomidae (хирономиды или комары-звонцы). По данным Макарченко Е.А. это семейство насчитывает не менее 5 000 видов из 440 родов и 11 подсе-

мейств: Tanypodinae, Aphroteniinae, Podonominae, Usambaromyiinae, Buchonomyiinae, Chilenomyiinae, Diamesinae, Prodiamesinae, Orthocladiinae, Chironominae и Telmatogetoninae. Следует отметить, что представители подсемейств Aphroteniinae, Usambaromyiinae и Chilenomyiinae распространены лишь в Южном полушарии. Для Палеарктики зарегистрировано более 1500 видов из 217 родов 8 подсемейств. Число видов, зарегистрированных в фауне России, в настоящее время достоверно неизвестно, но составляет не менее пятиста [3].

Именно Chironomidae наиболее широко представлены в современных озёрах. Они освоили лотические и лентические системы, глубокие и мелкие, временные и постоянные, пресноводные и гипергалинные водоёмы, богатые и бедные кислородом, холодные и тёплые воды, а также периферические части океана и некоторые наземные местообитания с высокой влажностью. А также успешно приспособились к широким градиентам температур, pH, солёности, содержания кислорода, скорости течения и загрязнённости. Во многих водных экосистемах до 50% видов макро беспозвоночных составляют Chironomidae [1].

Зинченко Т.Д., как и ряд других исследователей, отмечает, что Chironomidae надежно зарекомендовали как модельный объект биоиндикационных исследований себя при изучении, как морфологических деформаций, так и трофической классификации озер. Они используются также в палеолимнологии, при проведении токсикологических исследований. Кроме того, их использование стало традиционным при изучении поведенческих реакций организмов, особенностей жизненных циклов, а также в практике биомониторинга на уровне сообществ или в исследованиях гидроэкосистем [2].

Хирономиды, как бентосные организмы, ассоциированы с донной поверхностью, особенности которой не могут не влиять на их пространственное распределение. Понимание связи параметров грунта и особенностей распределения донных организмов важно, как с точки зрения изучения их экологии, так и для прогнозирования показателей их численности и биомассы. На материалах, собранных в 2014 году в бухте Петрокрепость было показано, что для представителей бентосных червей из семейства Enchytraeidae изучаемое донное пространство оказалось экологически однородным, их распределение является регулярным. Напротив, для червей семейства Naididae характерен пятнистый тип распределения, при этом наибольшая биомасса наблюдается в крупнозернистом грунте. Наиболее значимая корреляция наблюдалась между массовой долей мелкозернистой фракции песка и численностью представителей Enchytraeidae.

Это позволило предположить, что для представителей семейства Chironomidae может оказаться более предпочтителен грунт, представленный более крупной фракцией, например, галечной или даже валунной. В этой свя-

зи в августе 2019 года были выполнены исследования численности хирономид на каменистых пляжах в северной части Ладожского озера.

Северная часть Ладожского озера лежит на Балтийском щите, который представляет собой выход исторического основания платформы. Это формирует шхерный ландшафт, характеризующийся высокой изрезанностью берега, большим числом островов и резким перепадами глубин. Пляжи, если они присутствуют, представлены каменистыми обломками различного размерами и происхождения.

Исследования проводили в небольшой бухте, защищённой от волн, расположенной в северо-западной части полуострова Хуунукка. В бухте представлены различные участки побережья: скальные, обломочные, а так же зарастающие. Для исследования были выбраны разные по обломочному составу пляжи. Исследования проводились с 6 августа по 13 августа 2019 года. В ходе исследований было заложено 9 площадок размером 100×100 см. На каждой площадке подсчитывались камни разной размерной группы (таблица). Затем с десяти камней, относящихся к своей размерной группе, собирались бентосные организмы.

Таблица

Размерные группы обломков

Размерная группа	Линейные размеры, см
1	До 3
2	3–10
3	10–20
4	20–50
5	50–100

Встречаемость Chironomidae на обломках разных фракций неодинакова. Наибольшее количество особей отмечено на обломках 3 группы (максимальная длинна от 10 до 20 см) на них встречено в среднем 4,01 особей. На более мелких обломках хирономиды встречались реже – 2,2; 0;79 особи на обломках 2 и 1 размерной группы соответственно. На камнях, относящихся к 4 размерной группе, количество особей равно 3,46. Однако в отличие от средней численности данные не носили достоверного характера. Неодинаковое число особей, населяющих обломочный материал, может быть связано с тем, что фрагменты имеют разную площадь, предоставляя тем самым большее или меньшее места для поселения организмов. Для того чтобы проверить возрастает ли численность пропорционально росту площади населяемого осколка, мы сопоставили долю площади поверхности обломка в данной размерной группе от общей площади площадки и долю населяющих его поверхности хирономид от их суммарной численности (рисунок).

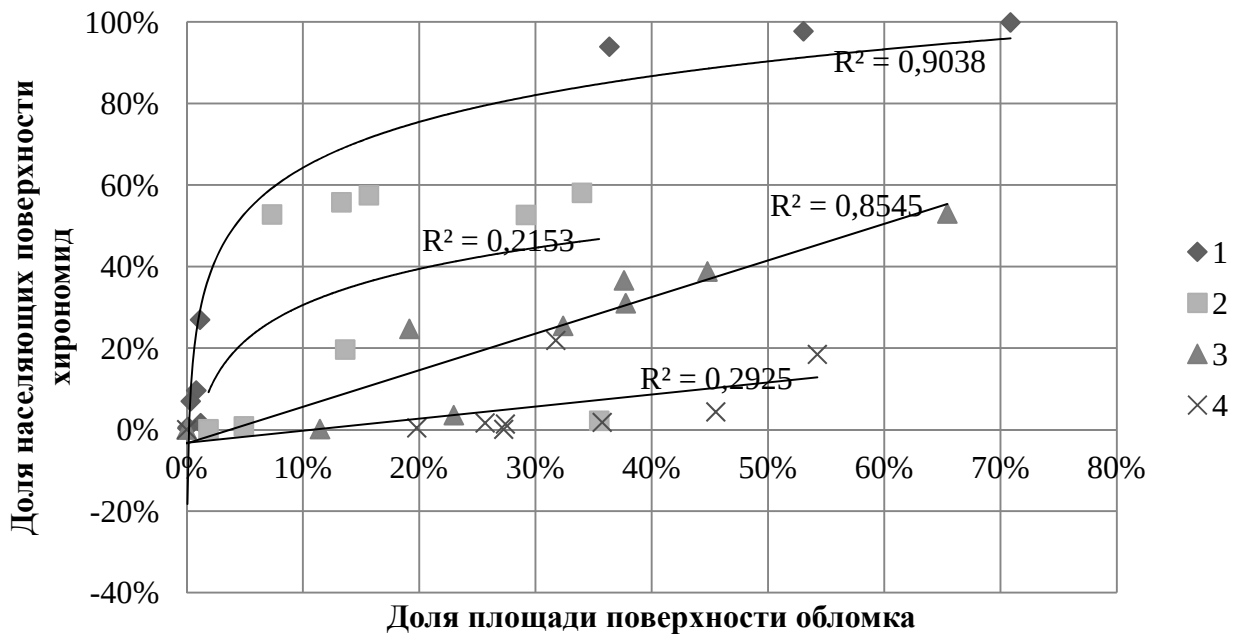


Рис. 1. Вклад камня в площадь площадки и вклад его населения в население Chironomidae

Показано, что доля особей, населяющих маленькие (до 3 см) обломки, экспоненциально увеличивается с ростом доли этих обломков в площади биотопа. Это может свидетельствовать о предпочтении хирономидами обломков данного размера. Для обломков 3 и 4 размерных классов данная зависимость аппроксимируется линейной функцией, угол наклона которой менее 450, то есть эти местообитания не предпочитаются представителями данной бентосной группы. Что касается обломков 2 размерного класс (от трёх до десяти см), то здесь закономерность не выявляется: очевидно, население хирономид этих обломков определяется другими экологическими факторами. Таким образом, специфику местообитания можно увидеть в населении комаров-звонцов камней второго размерного класса. Мелкие камни не отражают специфики площадок, но предпочитаются хирономидами.

На каменистой литорали большая часть представителей исследуемого семейства населяет мелкие и средние камни, поскольку данные камни обладают большой удельной поверхностью (относительно проективной площади дна). На них обнаруживается подавляющие большинство особей хирономид – более 70% от их общего числа на площадках.

В итоге, предположение о том, что комары-звонцы предпочитают более крупные обломки (по сравнению с песчаным фракционным составом грунта), подтвердилось. Но оптимальный размер обломков составляет до 10 см, на обломках этого размера отмечается более 70% хирономид от общей численности хирономид.

1. Нарчук, Э.П. Комары семейства Chironomidae — наиболее адаптированные к водной среде двукрылые насекомые (Diptera) / Э.П. Нарчук // Евразийский энтом. журнал. – 2004. – Т. 3, № 4. – С. 259–264.

2. Зинченко, Т.Д. Амфибиотические насекомые как информативный объект биоиндикации в мониторинге поверхностных вод (на примере хирономид

Diptera: Chironomidae) / Т.Д. Зинченко // Самарская Лука: Бюл. – 2005. – № 16. – С. 4–33.

3. Первые итоги изучения фауны и таксономии хирономид (Diptera, Chironomidae) Российского Дальнего Востока: сб. науч. тр. Чтения памяти В.Я. Леваяидова, вып. 3 / Е.А. Макарченко [и др.]. – Владивосток, 2005. – С. 394–420.

К ВОПРОСУ ОБ ОЗЕЛЕНЕНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ВЫТЕГОРСКОМ РАЙОНЕ

Д.И. Суходолина

Научный руководитель ***Е.В. Кармазина,*** *канд. биол. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Озеленение – совокупность работ, связанных с использованием и созданием растительных насаждений. В более широком смысле – работы, направленные на улучшение экологического состояния окружающей среды и благоустройство территории [2].

Автомобильная дорога – инженерное сооружение, имеющая двухполосное, многополосное, встречное, а также попутное направление движения механических транспортных средств [3].

Озеленение автомобильных дорог разделяют на два вида: защитное и декоративное.

К защитному озеленению относят:

1. Противоэрозионное озеленение;
2. Снегозащитное озеленение;
3. Пескозащитное озеленение;
4. Шумо-газо-пылезащитное озеленение.

К декоративному относят озеленение, используемое для архитектурно-художественного оформления автомобильных дорог [2].

Для восстановления, улучшения состояния дерновых покрытий выполняют следующие требования: для образования устойчивых дерновых покрытий следует использовать наиболее перспективные виды трав, эколого-биологические свойства которых соответствуют почвенно-климатическим условиям местности. Для того, чтобы определить какой вид и сорт многолетних трав необходим посеять для задернения грунтовых поверхностей обочин и откосов автомобильных дорог, используют карту агроландшафтного районирования территории Российской Федерации (далее РФ) [1].

Согласно Отраслевой дорожной методике (далее ОДМ) [1] выделяют 7 агроландшафтных районов на территории РФ. Вологодская область относится ко второму району – европейская часть России с достаточным увлажнением. Для этого района подходят травосмеси универсально типа для всех условий произрастания. Травосмесь должна включать следующие виды многолетних

трав: овсяница луговая, кострец безостый, бекмания обыкновенная, овсяница тростниковая, мятлик луговой, райграс пастбищный, ежа сборная, бобовые (клевер, люцерна, лядвенец) [1].

Используемые травосмеси должны быть устойчивы к болезням и вредителям, достаточно морозоустойчивы и зимостойкие, должны иметь способность самовозобновляться без помощи или с минимальным участием человека, а также должны требовать минимального ухода [2].

Уход за травянистым покровом заключается в периодическом осмотре, выявлении и устранении дефектов, в соблюдении режима полива, соответствующих условий внесения удобрений, частоты и высоты скашивания травы. В первый год жизни травы необходимо скашивать на одну треть при достижении ими высоты 20–30 см, не дожидаясь цветения (но не более двух раз в год, чтобы не ослабить растение). На второй и последующие годы скашивание выполняют по мере необходимости, поддерживая высоту травостоя не более 15 см [2].

Исследования проводили в 2019 г. в летний вегетационный период. Было изучено дерновое покрытие и древесные насаждения вдоль автомобильных дорог в Вытегорском районе. Всего выбрано 3 участка автомобильной дороги «Вытегра-Медвежьегорск» А-119. Участок № 1: асфальтированная дорога на 314 км. Участок № 2: асфальтированная дорога на 281 км. Участок № 3: грунтовая дорога на 310 км. Длина исследуемых участков составила 150 м. На участках производилось описание видов, которые произрастают на придорожных откосах и обочинах, определялось проективное покрытие (далее ПП) для каждого вида. Для оценки соответствия видов травянистых растений и древесных растений входящих в состав защитных насаждений использовалось ОДМ.

Данные исследований представлены в таблице.

Таблица

Характеристика участков автомобильной дороги «Вытегра–Медвежьегорск» А-119

№ п/п	Участки	Характеристика участка автомобильной дороги			Древесные посадки	Травянистые растения (ПП, %)
		год посадки травосмеси	длина откоса, м	длина придорожной полосы, м		
1	№ 1	2016	4,30	15	ель обыкновенная	донник белый (65%), клевер ползучий (15%), лапчатка гусиная (10%), чина луговая (5%), хвощ лесной (5%)
2	№ 2	2018	4,00	15	отсутствуют	донник белый (25%), донник желтый (25%), ежа сборная (25%), клевер луговой (25%)
3	№ 3	-	2,45	5	отсутствуют	клевер луговой (50%), ежа сборная (30%), донник белый (10%), подмаренник мягкий (5%), пастушья сумка (5%)

Участок № 1 частично соответствует требованиям ОДМ [1; 2]. Древесные насаждения, включающие ель обыкновенную, соответствуют требованиям ОДМ [2]. Доминирующим семейством в травосмеси является семейство бобовых, представленные донником белым и клевером ползучим. В травосмеси отсутствуют представители семейства злаковых. Согласно ОДМ травосмесь должна включать в себя виды этого семейства для лучшего образования дернового покрытия. Необходимо отметить, что на данном участке травосмесь была высажена в 2016 г. и с тех пор не проводился должный уход за защитным насаждением. На участке обнаруживаются сорные виды растений, такие как лапчатка гусиная, хвощ лесной, чина луговая, которые могут со временем вытеснить растения травосмеси. Кошение травостоя производится несвоевременно, поэтому высота растений составляет 60 см, что превышает требуемые нормы (высота травостоя должна быть не более 15 см). На исследуемом участке наблюдаются пустоты, где требуется подсев трав, чтобы сохранить эстетичный вид защитного насаждения.

Участок № 2 соответствует требованиям ОДМ [1; 2]. Данный участок не имеет искусственного древесного защитного насаждения, так как присутствует естественное насаждение (лесной массив). В травосмеси доминируют виды растений семейств бобовых и злаковых. Сорных видов растений не обнаружено, так как травосмесь была посажена в 2018 г., в связи с капитальный ремонтом дороги, и за этим участком ведется надлежащий уход. Кошение травостоя производится вовремя по всем требованиям. Высота растений не превышает 15 см.

Участок № 3 частично соответствует требованиям ОДМ [1; 2]. Участок не имеет искусственно высаженного древесного защитного насаждения, присутствует естественное насаждение (лесной массив). Доминирующими семействами в травосмеси являются виды семейства бобовых (клевер луговой, донник белый) и злаковых (ежа сборная). Были обнаружены сорные виды растений: пастушья сумка, подмаренник мягкий. Скашивание травостоя производится редко, высота растений превышает 60 см. Из-за неправильного ухода за дерновым покрытием наблюдаются пустоты, которые необходимо устранять подсевом трав.

Таким образом, на исследуемых участках уход за травянистыми покровами на обочинах и откосах автомобильных дорог в целом выполняется не надлежащим образом. При длительном отсутствии дождей не производится полив растений, скашивание травы происходит при достижении растений высоты более 30 см, не осуществляется подкормка растений удобрениями, не производится подсев трав на участках, где растения отстают в росте. Также не осуществляется уничтожение сорной растительности.

1. ОДМ 218.2.064-2015. Отраслевая дорожная методика. Методы укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог засевом трав в различных климатических зонах: утв. Росавтодор 30.01.2014. – Введ. 15.05.2017. – Москва, 2015. – 65 с.

2. ОДМ 218.011-98. Отраслевая дорожная методика. Методические рекомендации по озеленению автомобильных дорог: утв. ФДС России 5.11.98. – Москва, 1998. – 40 с.

3. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги: актуализированная ред. СНиП 2.05.02-85*: утв. Минрегион России 30.06.2012 № 266. – Введ. 01.07.2013. – Москва, 2012. – 111 с.

АНАЛИЗ ФЛОРЫ УСАДЬБЫ БАТЮШКОВЫХ ЧЕРЕПОВЕЦКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Е. Чеботарева

Научный руководитель ***Н.А. Пакляшова****, канд. биол. наук, доцент*

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Усадьба Батюшковых – это уникальный культурно-исторический и природный объект, требующий изучения и сохранения естественных ландшафтов.

Последнее описание флоры данной территории относится к 2002 году. Учащиеся Мяксинской средней школы вместе с учителем составили список растений и разработали экологический паспорт дворянского пруда [2]. Давность проведенных исследований и отсутствие флористического списка всей территории определило актуальность проведения инвентаризации растений бывшей усадьбы.

Целью исследования являлось изучение и анализ флоры бывшей усадьбы Батюшковых в деревне Хантаново Череповецкого района Вологодской области.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: 1) составить список растений, 2) выполнить анализ флоры.

Научная новизна. Составлен общий видовой состав сосудистых растений на территории бывшей усадьбы Батюшковых в д. Хантаново Череповецкого района Вологодской области. Выполнен таксономический, биоморфологический, географический анализ флоры. Выявлены редкие виды растений, занесенные в Красную книгу Вологодской области.

Полученные данные по видовому составу составляют основу дальнейших мониторинговых исследований усадьбы д. Хантаново.

Исследуемая территория – это бывшая усадьба великого русского поэта К.Н. Батюшкова в д. Хантаново Череповецкого района Вологодской области. Территория охватывает площадь 10 га.

Хантановский парк, возведенный по образцу парковой культуры 19 века с тремя декоративными уступами и террасами, за годы советской власти и бесконтрольного использования сильно изменил свой облик: уступы и террасы были сглажены, парк был запущен [6]. В настоящее время это суходольный, разнотравный луг, по периметру которого расположены посадки ели ев-

ропейской, березы пушистой, караганы древовидной. Высажена аллея шаровидных ив. На вершине склона возвышаются два ряда лип.

Изучение флоры проводилось в июне 2019 г. методом маршрутного обследования территории. Неизвестные виды растений были собраны в гербарий, с целью дальнейшего определения растения. При проведении камеральных работ использовали бинокуляр МСП-1 [3].

В результате проделанной работы на исследуемой территории было зарегистрировано 120 видов высших сосудистых растений из 44 семейств и 107 родов [1].

Сосудистые споровые растения представлены тремя видами (2,5 % от состава флоры), среди которых: кочедыжник женский – *Athyrium filix-femina*, хвощ лесной – *Equisetum sylvaticum*, хвощ луговой – *Equisetum pratense*. Голосеменные представлены видами: ель европейская – *Picea abies*, лиственница сибирская – *Larix sibirica*, сосна сибирская – *Pinus sibirica*.

Доминирующим по количеству видов являются покрытосеменные растения – 114 видов (95% от состава флоры). Большая часть из них принадлежит к классу двудольных – 96 видов (80% от общего состава флоры).

Ведущим семейством являются сложноцветные (Asteraceae) – 14 видов (12% от состава флоры). Значительная часть флористического состава исследуемой усадьбы представлена семействами бобовые (Fabaceae), розоцветные (Rosaceae) и злаки (Gramineae), 12 (10%), 11 (9%) и 9 (8%) видов соответственно. По одному виду представлено в 20 семействах, среди которых водокрасовые (Hydrocharitaceae), орхидные (Orchidaceae), рдестовые (Potamogetonaceae), рогозовые (Typhaceae), рясковые (Lemnaceae), частуховые (Alismataceae), ворсянковые (Dipsacaceae), гераниевые (Geraniaceae), грушанковые (Pyroleae), зверобойные (Hypericaceae) и т.д.

В биоморфологическом спектре ведущую роль играют травянистые растения – 91 вид (81% от общего состава флоры), среди которых преобладают многолетники. Двулетники и однолетники представлены 8 видами (7%).

По географическому распространению исследуемая флора в основном представлена северными (бореальными) видами – 73 вида (61% от состава флоры). Космополитные ареалы имеют немногие виды (2,5% от общего количества видов): лапчатка гусиная – *Potentilla anserine*, ряска малая – *Lemna minor*, рдест гребенчатый – *Potamogeton pectinatus*. Отмечен заносный североамериканский вид – элодея канадская *Elodea canadensis*, обильно разросшийся в пруду бывшей усадьбы [5].

На исследуемой территории зарегистрировано пять видов растений, относящихся к редким видам, занесенных в Красную книгу Вологодской области и нуждающихся в биологическом контроле их состояния: гвоздика пышная – *Dianthus superbus*, истод хохлатый – *Polygala comosa*, липа сердцевидная – *Tilia cordata*, любка двулистная – *Platanthera bifolia*, рогоз узколистный – *Typha angustifolia*. Наибольшую ценность представляют находки исчезающего в регионе растения – любки двулистной [4].

Среди редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу Вологодской области и подлежащих охране на территории региона, отмечен один вид лиственница сибирская – *Larix sibirica* [4].

Анализируя флористический список изучаемой территории по хозяйственному использованию, было выделено пять групп: декоративные, лекарственные, медоносные, сорные и ядовитые [5]. Наиболее многочисленной является группа лекарственных растений, включает в себя 16 видов (13% от состава флоры). К данной категории относятся такие виды, как одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale*, тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium* и др.

Обильно представлена группа сорных и рудеральных растений – 15 видов (12,5% от состава флоры). Среди них: бодяк полевой – *Cirsium arvense*, свербига восточная - *Bunias orientalis*, чертополох курчавый – *Carduus crispus* и др.

Менее широко представлены группа декоративные растения – 5 видов (4% от состава флоры), среди которых встречаются: люпин многолистный – *Lupinus polyphyllus*, боярышник кроваво-красный – *Crataegus sanguinea* и другие виды, имеющие применение в озеленении.

Доля ядовитых растений незначительная – 2% от состава флоры.

Таким образом, спустя семнадцать лет с момента последнего изучения флоры бывшей усадьбы, нами уточнен видовой состав, отмечено 120 видов сосудистых растений. Растительность типична для соответствующих экологических условий. Выявлены виды растений, нуждающихся в биологическом контроле и охране.

1. Губанов, И. А. Определитель сосудистых растений центра Европейской России / И. А. Губанов, В. С. Киселева и др. – М.: Аргус, 1995. – 560 с.

2. Леонтьев, В. Л. Отчет о работе эколого-трудового лагеря по воссозданию ландшафтного парка бывшей усадьбы Батюшковых в д. Хантаново Череповецкого района Вологодской области / В. Л. Леонтьев. – Череповец, 2002.

3. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. коллектив: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: изд-во Мордовского университета, 2014.

4. Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области // Постановление Правительства Вологодской области от 24 февраля 2015 г. № 125.

5. Орлова, Н.И. Конспект флоры Вологодской области. Высшие растения / Н.И. Орлова // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. – Т. 77. – Вып. 3. – Санкт-Петербург: «Алга-фонд», 1993.

6. Прилежаева, Е.А. Историко-архитектурное исследование усадьбы К.Н. Батюшкова в с. Хантаново / Е.А. Прилежаева, Т.В. Шиловская, Е.В. Белановская // Череповецкие научные чтения – 2013: материалы конференции. – Череповец: изд-во Череповецкого государственного университета, 2014.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ И НА ТРАНСПОРТЕ»

Вакулко Г.С. Использование композитных материалов в грузоподъемном оборудовании 4

Гольбрайх Д.М. Разработка лабораторного стенда для исследования характеристик электромагнитного клапана 7

Кареев М.И., Кищенко М.А., Гаркин А.С. Изготовление кожухотрубчатых теплообменных аппаратов с применением сварки трением 10

Мурышев М.Е. Автоматизация конструкторской подготовки машиностроительного производства 14

Новокшанов Ф.А. Разработка системы подачи растительного масла с водой для питания дизельного двигателя 17

Петряшов И.С. Проектирование фрезы, обладающей осевой и продольной подачей 20

Шляхто М.С. Разработка системы управления экзоскелета 23

Яблокова В.Ю. Проблемы разработки безвольфрамовых твердых сплавов со стальной связкой 26

Секция «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

Алимова А.Н. Замена силовых трансформаторов как повышение энергоэффективности систем электроснабжения 30

Ананьева С.Д. Повышение энергоэффективности использования инновационных источников света в образовательном учреждении 33

Башарина Е.А. Оптимизация энергозатрат социальной среды образовательной организации 36

Беликов С.Н. Исследование методов снижения тока в экране кабеля 38

Белозерова В.А. Расчет параметров метантанка биогазовой станции 41

Васильев И.С. Исключение влияния внешних магнитных полей на показания счетчика 45

Гусаров В.И. Энергосберегающие технологии при электроснабжении сельскохозяйственных районов 48

Дроздова С.А. Демонтаж обмоток электродвигателей с компаундированной изоляцией при ремонтах 51

Жуков А.А. Расчет грозовых перенапряжений воздушных линий в программе ЗУМ 54

Комиссарихина А.О. Внедрение реклоузеров в целях повышения надежности электроснабжения 58

Коноплёв П.А. Методы обнаружения и предупреждения гололедных отложений на линиях электропередачи 61

Мелентьев А.К. Повышение качества электроэнергии при замене трансформаторов марки ТМ на ТМГСУ 65

Мороз П.А. Совершенствование способов повышения электробезопасности систем электроснабжения 68

Мусина А.М. Анализ и классификация низковольтных коммутационных аппаратов по конструктивным особенностям 72

Некипелова М.А. Разработка систем с применением нечеткой логики 74

Николаев Д.В. Центробежные насосы и методы их диагностики 77

Рыбальская В.П. Цифровая подстанция 81

Сапожников К.В. Микрогэс для сверхнизких напоров и расходов воды 84

Серов Д.Р. Сеточные модели электромагнитных экранов на частотах молнии 87

Синовац С.П. Инженерное обеспечение перевода электрической сети на повышенное напряжение 90

Шмаков Д.Н. Проверка актуальности нормативов потребления электрической энергии в целях содержания общего имущества в многоквартирном доме 94

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Басов А.С. Интернет-магазин одежды со встроенным конструктором декоративных элементов 97

Бочаркина О.Ю. Автоматизированное проектирование и безбумажное производство корпусной мебели 100

Бутурлакин А.А. Разработка программного обеспечения для детектирования людей в опасных зонах 105

Вихрова М.В. Исследование текста на естественность с помощью закона Ципфа 109

Воробьев А.М. Разработка автоматизированной информационной системы федеральной службы судебных приставов 112

Галиев Р.М. Автоматизированная система формирования документов 115

Денисова М.В. Создание информационной системы для компьютерного клуба «VolBit» 118

Дмитриев П.В. Подход к разработке интерактивной системы моделирования сетей Петри 121

Егоров А.Н. Метод получения поисковых запросов с помощью агента поиска 124

Егоров П.В. Интерактивное учебно-методическое пособие по языку С++ 127

Ершов А.Е. Разработка системы управления туннелями для программно-конфигурируемой сети 130

Жаравин Д.Е. Система мониторинга и планирования аграрной деятельности 133

Зепалов А.А. Методика оценки производительности персонального компьютера 137

Зуев Н.А. Разработка прикладной программы для структурированного анализа результатов международных клинических исследований, посвященных лекарственной терапии злокачественных опухолей 140

Карганова В.К. Разработка электронного портфолио IT-проектов 144

Кирпиченков Е.В., Петров С.А. Адаптивное звено коррекции в системе управления регулятором напряжения 147

Козин Д.Ю. Распределенная система автоматизации выдачи лицензий, оплаты и мониторинга рекламных Web-узлов 151

Коппалина А.А. Мобильные приложения для изучения японского языка 153

Корытов И.П. Разработка сайта «Домовая церковь при ВоГУ» 157

Крышко К.А. Совершенствование аварийно-предупредительной сигнализации трубчатой печи с использованием генетических алгоритмов 161

Кузнецов М.С. Разработка механизма распараллеливания кода на языке Python с использованием docker-контейнеров 165

Лучников Я.А. Создание контролируемой квестовой системы 168

Миронов А.А. Нейронные сети в системах анализа тональности текста 172

Морозов М.А. Современные методы резервного копирования данных 175

Мурзаков Э.А. Разработка системы интеллектуального освещения 179

Ногтев Д.Н. Разработка системы прогнозирования загрязнения реки Сухоны 182

Ордец С.М. О применении на производстве беспроводных датчиков технологических параметров 185

Павлов Д.А. Разработка проекта «Информационные системы школьного назначения для поиска мероприятий» 188

Прусаков Д.М. Создание анализатора для поддержки актуальных версий зависимостей репозиториев 191

Сенченко Д.А. Актуальные проблемы разработки программного обеспечения на платформе Android 194

Серебряков Д.М. Модернизация пользовательского интерфейса дистанционного практикума по программированию 196

Смирнова А.Ю. Методика изучения формальных языков 200

Соколов Д.М. Семантический анализ частично структурированных документов для информационной системы производственного предприятия.....203

Стариков Л.К. Разработка мобильного приложения для экономичного управления ресурсами автомобиля 207

Ткаченко К.С. Параметрическая коррекция компьютерных узлов для совершенствования технологических процессов 210

Трапезников М.С. Разработка информационной системы «Дети-инофоны Вологодской области» 214

Трофименко Я.М. Обработка информации в системе слежения за стальковшами 217

Уткин Д.Е. Разработка системы сегментации и обнаружения новообразований для диагностики рака легкого 221

Фомичев Д.Ю. Автоматизированная система метрологического учета и анализа средств измерений энергетических предприятий 225

Чуглов Д.А. Автоматизированная система учета и анализа движения товаров на складе 228

Шамахова Е.А. Аналитическая подсистема мониторинга пассажиропотока для автовокзала.....233

Шаньгина А.А. Разработка классификации клиентов для анализа информационной системы 236

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

Быков И.Е. Особенности применения фотограмметри при ремонтно-строительных работах.....240

Заостровцева А.Р. Реконструкция общежитий для рабочих 243

Климова В.М. Разработка вариантов игровых площадок для встроенных детских садов.....248

Климова Е.В. Количественная оценка экологической безопасности на участках автомобильных дорог города Череповца 252

Козлова М.А. Благоустройство территории квартала в городе Вологде 256

Кузин К.М. Особенности реконструкции парков на примере парка Вахрушова в городе Тотьме 259

Лепихова И.А. Приспособление зданий-памятников к современному использованию с учетом предмета охраны.....263

Маклаков В.Г. Применение перекрестно-склеенной плиты в строительстве....267

Назарова Е.В. Анализ температурных полей конструкций для оценки энергоэффективности зданий 270

Рогозина Ю.Л. Исследование перекрёстка уличной дорожной сети г. Вологды 274

Свитлик И.В., Буланов С.Э. Сравнительный анализ конструктивных систем высотных зданий с консольными и подвешенными этажами 277

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

Абдулькадерова И.Р. Исследование напряженного состояния кессонной сталежелезобетонной плиты перекрытия 282

Баранов А.В., Лисейцев Ю.Л., Тимохин Р.А. Высокотехнологичные бетоны с улучшенными эксплуатационными характеристиками 286

Бексолтанов С.М. Конструкционно-теплоизоляционный золошлакобетон с повышенными физико-механическими свойствами 290

Буланов С.Э., Свитлик И.В. Сравнительный анализ оболочковых конструктивных схем высотных зданий 294

Василенко А.А. Исследование напряженного состояния гипаров при несимметричном загружении 298

Галочкина Т.К., Кузьминская Т.Е. Оценка прочности арматуры при обследовании железобетонных конструкций 301

Дмитриева А.В. Исследование работы самонапряженного бетона в изгибаемых элементах 305

Дресвянина Ю.А. Анализ конструктивных решений аутригеров в высотных зданиях 309

Куанов С.Н. Производство сухих строительных смесей с использованием отходов теплоэлектростанций 312

Кучин О.Р. Анализ проблем возведения строительных объектов на планете Марс 316

Лебедев В.А. Расчет висячих свай на осадку с учетом отрицательных сил трения сцепления 320

Мельник А.Р. Расчет стальных конструкций для исследования закономерностей прогрева сечения 324

Николаева В.В. Сравнение работы фундамента турбоагрегата по двум расчётным схемам 327

Постнова Я.Г. Учет пульсационной составляющей ветровой нагрузки при проектировании производственных зданий 331

Сарыбай А.М., Вышарь О.В. Использование ферросплавных шлаков в производстве огнеупорного кирпича 335

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОВОДОСНАБЖЕНИЯ, ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»

Агашин Г.А. Утилизация теплоты паровоздушной смеси машины непрерывного литья заготовки 339

Амросов А.С. Исследование станции очистки ливневого стока машиностроительного предприятия 341

Брожко А.А. Применение пневмозавесы в рыбозащитных сооружениях водозаборов 345

Втулкин А.А. Разработка метода определения теплообменных характеристик плоскофакельной форсунки 348

Дерягин Н.А. Перспективы применения мембранных технологий водоподготовки в молочной промышленности 352

Зайцева Е.А. Расчет мероприятий по повышению энергетической эффективности 355

Изместьева Ю.В. Проектирование теплоэнергетической установки для оттаивания замороженных сыпучих продуктов 358

Коробейников А.А. Исследование математической модели оттаивания мерзлого грунта твердотопливным теплогенератором 361

Краева О.Н. Биофлокуляция как метод интенсификации процесса очистки сточных вод 365

Кузнецова Е.Ю. Способ напольного отопления с применением теплового насоса 368

Куницкий В.А. Способ горячего водоснабжения с утилизацией теплоты канализационной воды 370

Лепихина Е.Л. Тепловая работа кристаллизатора при повышенной температуре охлаждающей воды 373

Невгень А.С. Анализ эффективности в динамике водопотребления в Российской Федерации 377

Пустовойтов С.Д. К вопросу разработки тепловизионной методики оценки эффективности котлоустановок 381

Сафронова А.Е. Использование тепла от холодильного оборудования в системах теплоснабжения 384

Сафронова А.Ю. Модернизация системы теплоснабжения Гатчинского района 387

Силинский В.А. Исследование хлорного хозяйства действующей станции водоподготовки 390

Стеблева И.В. Методика оценки земли под строительство централизованной системы водоснабжения 394

Чеснокова О.Н. Исследование процесса умягчения воды 398
Чучин Н.В. Повышение эффективности газораспределительных систем населенных пунктов 401
Юхтарова О.С. Исследование теплопроводности композиционно-теплоизоляционных материалов на основе торфа 403

Секция «АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ»

Альтапова А.А. Комплексный анализ состояния исторической городской среды Тотьмы 408
Гаммершмидт А.А. Использование положительных форм рельефа в городской среде 412
Герасимовская Е.Н. Оценка туристско-рекреационного потенциала села Братково в Шекснинском районе 415
Гнилицкая А.А., Гайфуллина Р.Р. Современные факторы пространственного развития города Белорецка 418
Гурина Д.К. История возникновения энергоэффективных домов 423
Давлетьянова Л.Р. Пространственные границы публичного и приватного ... 426
Кулешова А.М. Особенности проектирования социального малоэтажного жилища для многодетных семей 430
Кушнир И.В. Мировой опыт развития прирельсовых территорий крупнейших городов 434
Новикова А.Р. Концепция биоклиматического жилого комплекса для Ростова-на-Дону 438
Пестерев К.А. Исследование конструктивных решений храмов города Вологды 442
Соколова А.Д. Концептуальная модель плавательного бассейна 446
Таслунов А.Н. Комплексный градостроительный анализ территории заброшенной железной дороги 451
Шпигина А.В. Методика комплексного анализа исторической среды Верхнего посада Вологды 454

Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Булавина Е.В. Почвенная мезофауна как индикатор состояния почв, прилегающих к автомагистралям 460
Горлищева М.А. Состояние лесов регионального заказника «Спасский бор» Тарногского района 464
Заступов Н.Д. Пиролитический способ переработки отходов резины 466
Иванова М.А., Федченко Е.И. Комплексный анализ современного состояния Фрязиновского парка города Вологды 470

Корнилова А.И., Румянцева О.Ю. Влияние воздействия ртути на здоровье женщин города Череповца 473

Корякина Д.М. Результаты инвентаризации древесно-кустарниковой растительности на территории памятника природы 476

Круглова О.А., Воронина Т.С. Ртуть в гельминтах окуня Рыбинского водохранилища 480

Лебедева Н.А., Попов А.В. Разработка технологии получения микроцеллюлозы с использованием ионометрического метода 482

Лесукова А.А. Проведение лесовосстановления Тарногским лесхозом-филиалом за 2009–2018 годы 485

Одинцов А.А. Оценка рекреационного потенциала зеленых зон Тарногского района 488

Павлов И.Н. Оценка загрязнения атмосферного воздуха города Вологды взвешенными веществами 491

Павлов М.О. Комплексная оценка состояния парка Победы в городе Вологде 494

Падерина С.Н. Состояние и развитие сети заказников Верхнетоемского лесничества Архангельской области 497

Папылев И.И. Минеральные воды запада Вологодской области и их использование 500

Попов О.С. Особенности макроструктуры сосны обыкновенной на торфяных почвах Вологодской области 503

Попова А.Н. Качество воды нецентрализованного водоснабжения сельских поселений Вологодского и Кирилловского районов 507

Стеблев Р.В. Комплексная экологическая характеристика сельского поселения Заречное Великоустюгского района 509

Стрекаловская А.С. Родники бассейна реки Юг в пределах Вологодской области 513

Строганова Ю.И. Разработка биоразлагаемого сорбента для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов 516

Трофимова А.С. Естественное возобновление лесообразующих древесных растений на магистральных газонах города Петрозаводска 520

Ферапонтова В.Е. Охрана атмосферного воздуха на территории Вологодской области 522

Цветкова А.Е. Микробиологические и химические исследования воды русловых участков Шексны и Суды Рыбинского водохранилища 525

Шумилова Е.А., Назарова С.С. Термоизбирание видов *Gmelinoides Fasciatus* и *Asselus Aquaticus* 529

Секция «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Баданина Л.Н. Эколого-фаунистическое разнообразие орнитофауны г. Вологды 533

Гомзикова Н.С., Петров Е.Л. Тяжелые металлы в донных отложениях реки Ягорбы Вологодской области 536

Денисова Д.С. Анализ содержания тяжелых металлов в мышцах рыб 539

Калининский А.В. Мониторинг *formica polyctena* в южнотаежном хвойно-мелколиственном лесу 543

Камыгина А.В. Аэропалинологический мониторинг атмосферы города Вологды 546

Комарова А.С. Оценка изменений лесопокрытой площади водосбора реки Вага методами геоинформационного анализа 549

Кочнева Е.В., Механикова А.И. Применение экструдированного ячменя для молодняка крупного рогатого скота 553

Купцова Д.В. Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях водных объектов при разной антропогенной нагрузке 557

Лысцева А.А. Реакции *chlorella vulgaris* beijerinck на присутствие в среде ионов меди 561

Nguyen Thi Thu Thuy. Содержание ртути в волосах жителей провинции Куангбинь Республики Вьетнам 565

Никулина А.С. Гирудофауна реки Шограш 569

Овчинников Д.Д. Продуктивные качества коров разных генотипов 572

Прокатова Н.А. Фитофаги, встречающиеся на борщевике Сосновского в условиях Вологодской области 575

Рогачева М.С. Полногеномный поиск ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с ишемическим инсультом 579

Синельщиков Ю.Н. Изучение биологии мотивированными и немотивированными школьниками 583

Старухина А.Д., Петухова М.Д. Распределение бентосных организмов на разноразмерных обломках 585

Суходолина Д.И. К вопросу об озеленении автомобильных дорог в Вытегорском районе 589

Чеботарева О.Е. Анализ флоры усадьбы Батюшковых Череповецкого района Вологодской области 592

Научное издание

XIII ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
Материалы межрегиональной научной конференции
(Вологда, 18–22 ноября 2019 г.)

Том I
Естественно-техническое направление

Редакторы: Н.Н. Постникова, А.П. Митракова

Оригинал-макет подготовлен Н.В. Подхомутовой

Подписано в печать 30.12.2019. Формат 60×90 $^{1}/_{16}$
Уч.-изд. л. 36,97. Усл. печ. л. 37,75
Тираж 300 экз. (1-й з-д – 25). Заказ №

Отпечатано: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»
(ФГБУН ВолНЦ РАН)
160014, г. Вологда, ул. Горького, 56а
Тел.: 59-78-03, e-mail: common@vscc.ac.ru