Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Вологодский государственный университет

XII ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Материалы
межрегиональной научной конференции
(Вологда, 19–23 ноября 2018 г.)

Том I

Естественно-техническое направление

Вологда
2018

УДК 001 (06)
ББК 72.5
Д23

Утверждено экспертным советом по научной литературе ВоГУ

Редакционная коллегия:

начальник УНиИ, председатель *А. А. Синицын,*
канд. техн. наук, доцент *В. А. Раков,*
канд. техн. наук, доцент *А. Н. Алюнов,*
д-р физ.-мат. наук, профессор *В. А. Горбунов,*
канд. техн. наук, доцент *Н. М. Дементьев,*
канд. техн. наук, доцент *И. С. Казакова,*
д-р техн. наук, профессор *С. В. Лукин,*
канд. техн. наук, доцент *Е. А. Мезенева,*
канд. архитектуры, профессор *Л. В. Анисимова,*
канд. с.-х. наук, доцент *С. М. Хамитова,*
канд. с.-х. наук, доцент *Ю. М. Авдеев,*
канд. биол. наук, доцент *Ю. Н. Белова,*
менеджер научно-организационного отдела *Н. В. Телина,*
менеджер научно-организационного отдела *А. М. Прахова*

Д23 **XII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых** : материалы межрегиональной научной конференции : в 2 т. / М-во науки и высш. образ. РФ ; Вологод. гос. ун-т ; [пред. А. А. Синицын]. – Вологда : ВоГУ, 2018. – Т. 1 : Естественно-техническое направление. – 464 с. : ил.

ISBN 978-5-87851-809-3
ISBN 978-5-87851-810-9 (т. 1)

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

УДК 001 (06)
ББК 72.5

ISBN 978-5-87851-810-9 (т. 1)
ISBN 978-5-87851-809-3

© ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет, 2018

Уважаемые коллеги!

Данный сборник является итогом XII Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых, проведенной в период с 19 по 23 ноября 2018 года в г. Вологде. Организатором мероприятия выступил Вологодский государственный университет совместно с Ассоциацией «Некоммерческое партнерство “Центр информационно-аналитической поддержки инноваций” – региональный представитель Фонда содействия инновациям, некоммерческим партнерством «Агентство Городского Развития» (г. Череповец), Вологодской областной универсальной научной библиотекой им. И.В. Бабушкина и Вологодским обособленным подразделением ООО «Квадро Электрик».

В период проведения Сессии молодежная интеллектуальная элита высших учебных заведений и предприятий Вологодской области продемонстрировала результаты актуальных исследований и инновационного проектирования в различных областях наук.

Свыше 800 человек из 17 учебных заведений и организаций Вологды, Череповца, Сыктывкара, Новочеркасска, Ярославля, Воронежа, Казани, Красноярска, Москвы, Санкт-Петербурга приняли участие в 16 научных мероприятиях. В их числе: межрегиональная научная конференция аспирантов и молодых ученых, финальный этап конкурса инновационных проектов Программы «УМНИК», мастер-класс «Искусство публичного выступления», заседание Совета молодых учёных и специалистов ВоГУ, обучающий семинар «Информационные ресурсы Вологодской областной универсальной научной библиотеки. Методика использования справочно-поискового аппарата», мастер-класс «Составление библиографических списков. Правила оформления библиографических сносок», деловая игра «Бизнес-зарядка. Социальный импульс», а также просмотр научных фильмов. В итоге 56 лучших докладов отмечено дипломами I, II и III степеней.

Более 270 участников Сессии получили возможность информирования научной общественности о результатах своих исследований в рамках секций конференции по 20 направлениям 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.).

Проведение конференции является важным событием как в жизни Вологодского государственного университета, так и города в целом, вносит вклад в улучшение процесса научных исследований, создавая условия для формирования кросс-отраслевых межуниверситетских научных коллективов и совместных инновационных проектов.

Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых, несомненно, способствует достижению амбициозных целей, увеличению вклада высшей школы, всей системы образования в решение актуальных задач региона и Российской Федерации в целом.

Председатель Программного комитета,
начальник Управления науки и инноваций ВоГУ
кандидат технических наук, доцент
А.А. Синицын

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗНАШИВАНИЯ

И.О. Берсенев
Научный руководитель ***С.В. Яняк****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Изнашивание – неизбежный процесс, при котором ухудшаются качественные характеристики работы деталей, узлов и механизмов. Способами продления срока службы изнашиваемых изделий является грамотный подбор материалов и условий их работы. Прогнозирование износа может производиться теоретически (по справочным материалам, литературе), натурно (износ реальных объектов в условиях их работы), экспериментально (на установках по исследованию износа). Все способы имеют свои достоинства и недостатки. Теоретическое исследование является менее затратным, более быстрым, но при этом оно не может учитывать всех условий изнашивания и степень их влияния на столь сложный процесс. Натурные испытания дают высокую точность, но при этом могут быть очень затратными и длительными. Экспериментальное прогнозирование при правильном подходе может дать высокую точность исследований (близкую к натурным), имеет относительно быстрое время проведения и небольшие затраты. К недостаткам экспериментального метода можно отнести отсутствие оборудования и методик, позволяющих точно создавать и варьировать многочисленные (как правило) условия изнашивания.

Произведя оценку способов прогнозирования износа, мы определили наиболее подходящий для дальнейшей проработки и реализации способ – это экспериментальное моделирование износа материалов. Учитывая указанные ранее недостатки, была спроектирована установка и разработаны методики проведения эксперимента. При разработке основной акцент ставился на возможность создания различных механизмов изнашивания, их комбинирование с возможностью варьирования интенсивности и условий.

В ходе проектирования был принят ряд принципиальных решений, направленных на улучшения «качества» проводимых исследований. Одним из главных таких решений является «закрытость» эксперимента, позволяющая реализовывать механизмы износа с применением сыпучих и жидких материалов. Вторым – применение большой поверхности контртела, позволяющей в ряде случаев сохранять определенное качество поверхности изнашивающего

тела. Третьим – применение готовых приводов с варьируемыми скоростями, что в свою очередь уменьшает затраты и упрощает конструкцию.

С учетом принятых решений была спроектирована установка, адаптированная к токарному станку. На шпиндель станка через сменный фланец устанавливается барабан. В суппорт станка устанавливается устройство держателя образца, состоящее из плиты, на которой базируется привод осциллирующей подачи. Механизм подачи осуществляет перемещения ползуна вдоль оси вращения барабана [1]. На свободный конец ползуна устанавливаются сменные наладки для разных механизмов изнашивания (терние качение, трение скольжение).

Принцип действия установки основан на изнашивающем воздействии контртела. Контртело размещается внутри барабана, к нему с варьируемым усилием прижимается образец, закрепленный в держателе. Барабан совершает вращательное движение, имитирующие движение реальной детали (контртела), контактная поверхность образца выступает в роли поверхности исследуемой детали.

Общая схема установки приведена на рисунке 1.

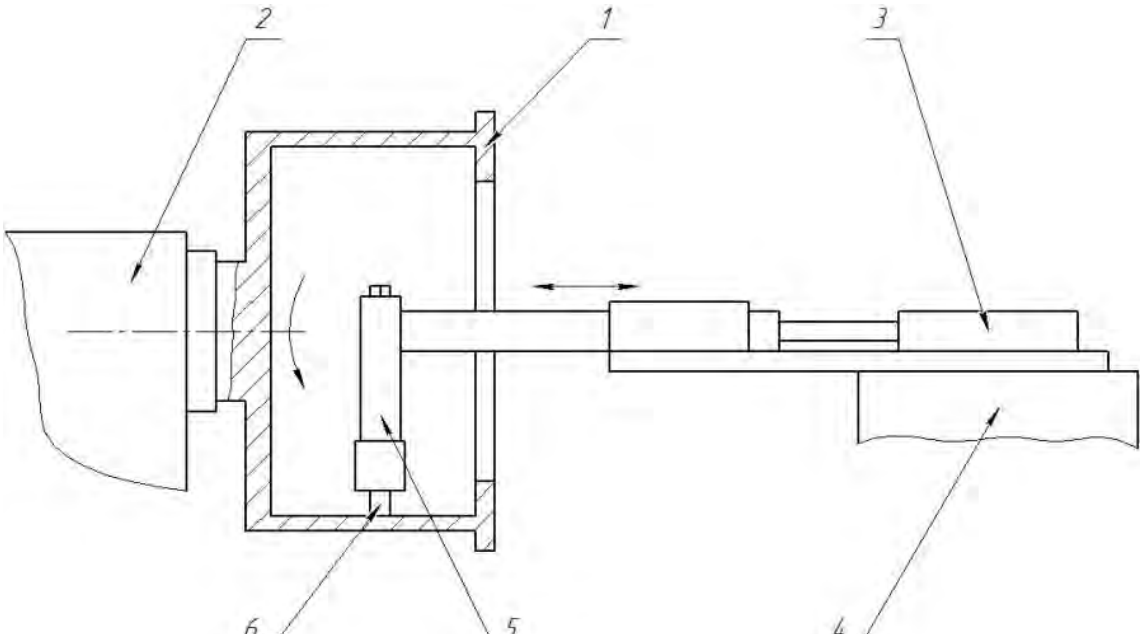


Рис. 1. Установка для исследования износостойкости:
1 – барабан; 2 – шпиндель токарного станка; 3 – механизм подачи образцов;
4 – суппорт токарного станка; 5 – держатель образцов; 6 – образец

Разработанная 3D-модель установки с гидроприводом осциллирующей подачи приведена на рисунке 2 (барабан показан в разрезе).

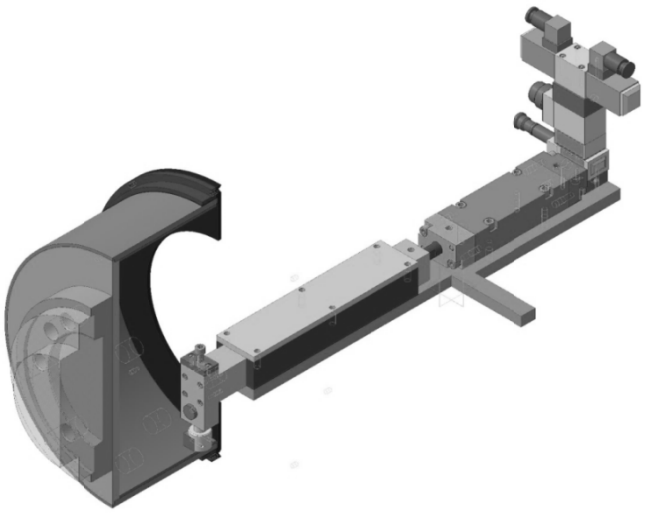


Рис. 2. 3D-модель установки для исследования износостойкости.

Ранее был изготовлен прототип установки (без привода осциллирующей подачи).

На установке возможно испытания образцов различной формы и сечения (круглой, прямоугольной, прочей – рисунок 3), что в свою очередь упрощает-подготовку и проведение эксперимента. Держатели образцов для трения скольжения представлены на рисунке 4. Для создания правильного механизма изнашивания без резания и выцарапывания необходимо скруглить острые грани образцов в зоне трения, как показано на рисунке 6.

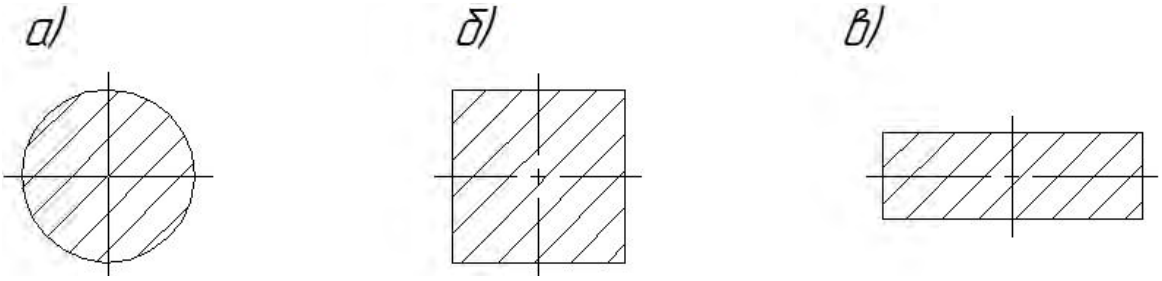


Рис. 3. Форма сечения образца: а – круглая; б – квадратная; в – прямоугольная

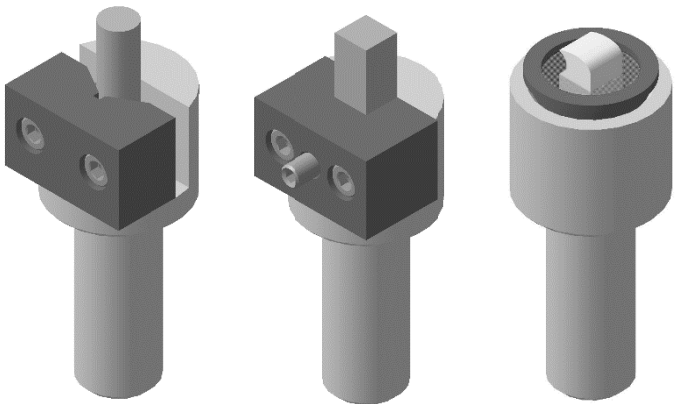


Рис. 4. Держатели образцов для исследования трения скольжения

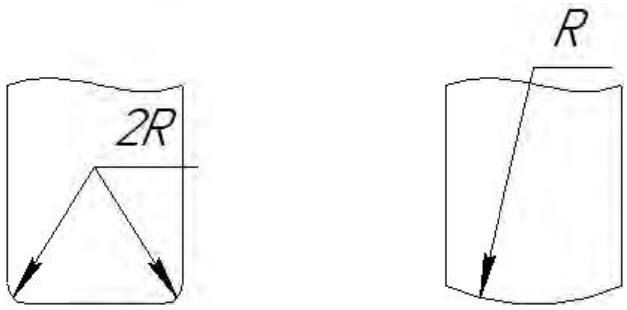


Рис. 5. Пример скругления граней образца

Исследования трения-качения на установке на установке производятся с помощью специального держателя образцов, рисунке 5.

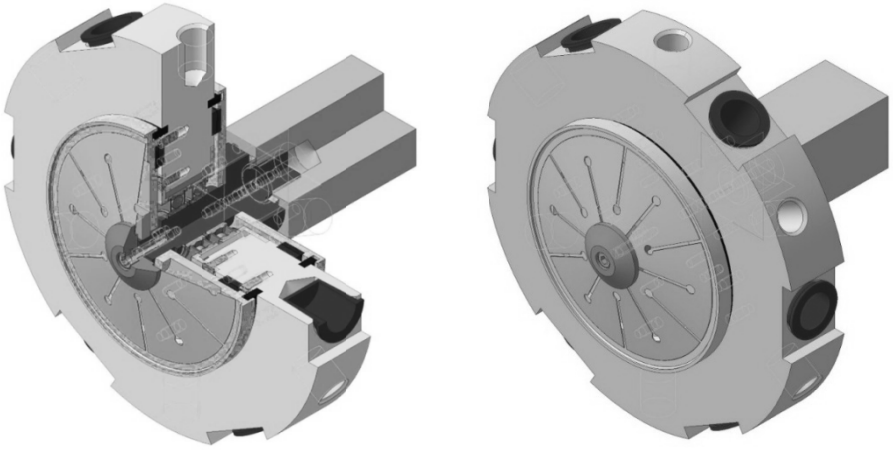


Рис. 6. Держатель образцов для исследования трения качения

На установке может производиться подготовка, проведение и оценка износостойкости методом однофакторного эксперимента и методом экспериментально-математического моделирования [2], [3].

1. Яняк, С.В. Метод и установка для достоверной оценки износостойкости / С.В. Яняк, Е.А. Брынин, А.А. Пименов. – Вузовская наука региону. – ВоГТУ, Вологда 2007. – С. 117-118.

2. Яняк, С.В. Методика экспериментально-математического моделирования / С.В. Яняк, И.И. Комиссарова, И.В. Стратий // Математическое и экспериментальное моделирование физических процессов: сборник материалов Всероссийской заочной научно-практической конференции/ Приамур. гос. ун-т. им. Шолом-Алейхема. – Биробиджан, 2015. – С. 208-214.

3. Берсенев, И.О. Экспериментальная оценка и моделирование износа абразивом твердых сплавов «карбид титана-железо» / И.О. Берсенев, И.И. Комиссарова // Сб. докладов Национальной научно-практической конференции: Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства: в 4-х ч. – Пенза: ПГУАС, 2018. – Ч. 4. Технические науки. – С. 30-34.

РАЗВЕРТКА С УВЕЛИЧЕННЫМ ДИАПАЗОНОМ РЕГУЛИРОВКИ РАБОЧЕГО РАЗМЕРА

Д.М. Гольбрайх
Научный руководитель ***С.В. Яняк****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В машиностроении для уменьшения шероховатости отверстий применяют развертки. Все они подразделяются на регулируемые и нерегулируемую по диаметру рабочей части. Существуют следующие принципы регулировки наружного диаметра.

1. Взаимодействие шарика с коническим отверстием полой разрезной рабочей части развертки. Осевое перемещение шарика при помощи винта приводит к изменению наружного диаметра. Данный принцип регулировки показан на рис. 1.

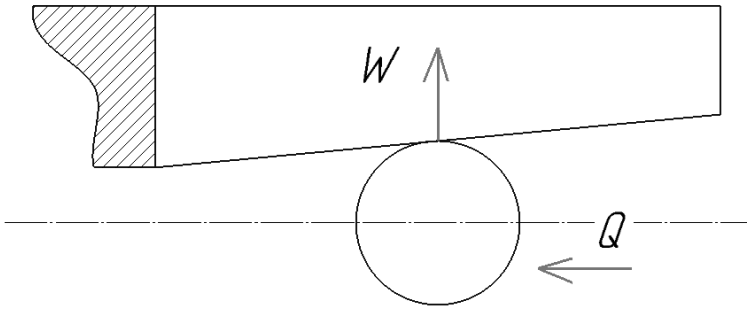


Рис. 1. Регулировка с шариком

Недостаток данного способа – неравномерность регулировки по поверхности, расширение только в зоне контакта с шариком. И при этом не исключена деформация самого шарика.

Возможна модернизация данного метода путем замены шарика на эллипсоид, тем самым увеличится площадь контакта, но опять же равномерность по всей поверхности обеспечена не будет.

2. Взаимодействие конического сердечника с коническим отверстием разрезной рабочей части (рис. 2).

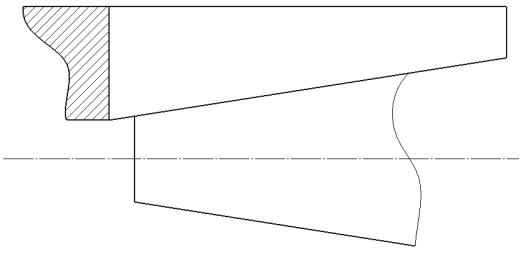


Рис. 2. Регулировка коническим сердечником

Недостаток данного способа – неравномерность регулировки по всей поверхности, так как регулировка и расширение осуществляется только с одной стороны.

В конструкциях сборных хвостовых инструментов возможно использование промежуточной детали типа разрезной конусной втулки (цанги), расположенной между режущей частью и корпусом инструмента с хвостовиком для обеспечения высоких требований по соосности режущей части и хвостовика. Примерами таких инструментов являются: инструменты для кольцевого резания оптического стекла и твёрдых материалов [1, 2], специальные кольцевые сверла [3], концевые фрезы с унифицированным хвостовиком [4] и другие разработки студенческого конструкторского бюро ВоГУ.

Нами предложен новый принцип регулировки рабочего размера, основанный на упругой деформации разрезной режущей части в виде двухконусной цанги. Принципиальная схема регулировки развертки показана на рисунке 3.

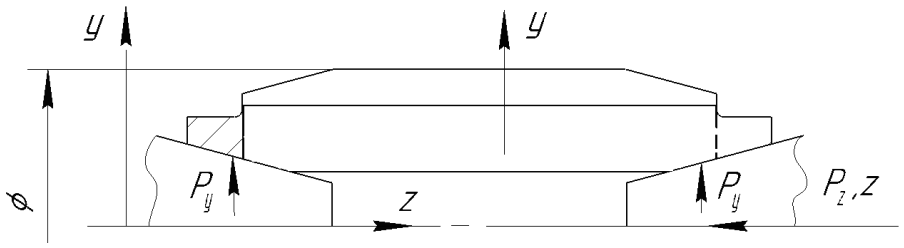


Рис. 3. Схема регулировки развертки

Двухстороннее действие цанги достигается двумя коническими поверхностями и двумя осевыми прорезями в режущей части в противоположных направлениях. Основываясь на данном принципе, разработан инструмент – регулируемая развертка (рис. 4).

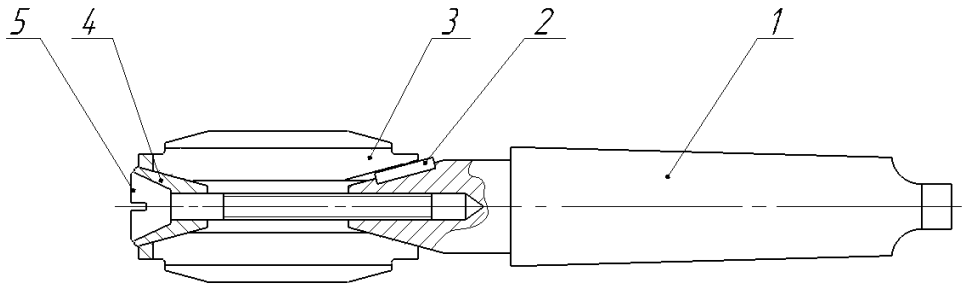


Рис. 4. Регулируемая развертка

Составные части развертки: корпус 1 с неподвижным конусом и коническим хвостовиком; шпонка призматическая 2, которая установлена в шпоночном пазу для передачи крутящего момента; рабочая часть 3; конусная втулка 4, которая при закручивании винта 5 осуществляет осевое нагружение и осевое движение режущей части относительно двух конусов.

Разрезная режущая часть развертки показана на рисунке 5.

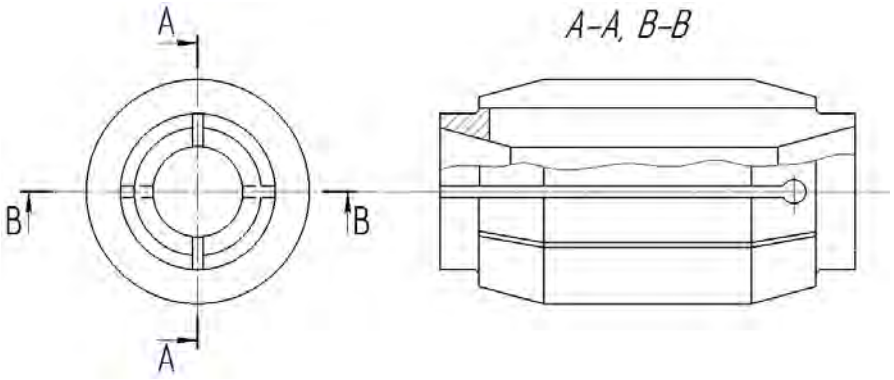


Рис. 5. Разрезная режущая часть развертки

Конусная втулка имеет точную наружную коническую поверхность для хорошего взаимодействия с внутренним конусом режущей части, а также ступенчатое отверстие для размещения головки винта. При заточке режущей части втулка 4 и винт 5 (рис. 4) отсоединяются и заменяются наружным центром. Для обеспечения соосности корпуса и режущей части коническое отверстие является еще и технологической базой. Форма зубьев – трапециевидная. Зубья расположены с разным окружным шагом, для снижения виброактивности инструмента. Поперечное сечение зубьев показано на рис. 6.

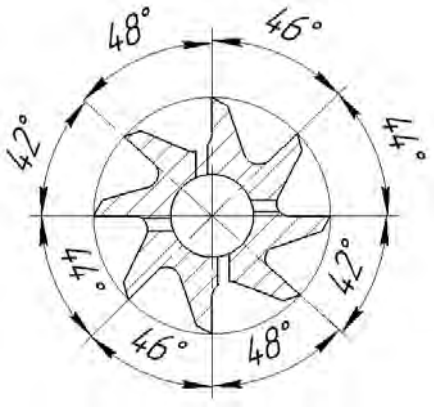


Рис. 6. Поперечное сечение

Элементы геометрии зубьев выбираются с учетом технологических свойств обрабатываемого материала. Для обработки вязких материалов требуется малый угол режущего клина, для хрупких – увеличенный. Материал режущей части – инструментальная легированная сталь (ХГТ,9ХС…), нетеплостойкая, так как данная развертка предназначена преимущественно для ручного режима развертывания. Для машинного развертывания следует использовать более теплостойкую сталь Р6М5.

Для регулировки под различные диаметры отверстий необходимо предусмотреть в конструкции разрезной втулки большее количество прорезей. Для

диапазона диаметров от 15 мм до 30 мм предусматриваем две прорези, от 30 мм до 80 мм – четыре прорези, от 80 мм до 200 мм – шесть прорезей. Пример развертки с четырьмя прорезями схематично показан на рисунке 7.

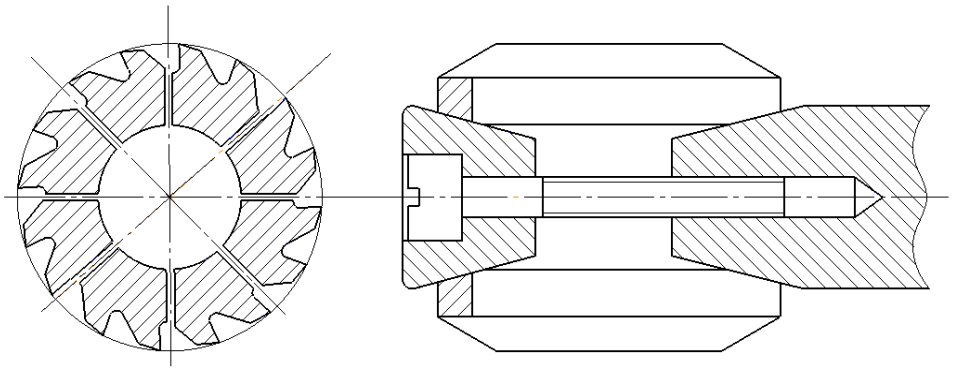


Рис. 7. Регулируемая развертка с четырьмя прорезями

Предлагаемый новый инструмент обладает следующими достоинствами:

1) способность выполнять равномерную регулировку размера по рабочему цилиндру;

2) имеет широкий диапазон регулирования размера;

3) технологичность конструкции.

1. Фомина, И.П. Анализ кольцевого сверления при обработке стекла специального состава / И.П. Фомина, С.В. Яняк // Юность и знания – гарантия успеха: сборник научных трудов 2-ой Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. / Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2015. – Т. 2. – С. 297-301.

2. Зыкова, И.П. Разработка конструкций инструментов для кольцевого сверления твердых материалов / И.П. Зыкова, С.В. Яняк // Прогрессивные технологии и процессы: сборник научных статей Междунар. молодежной науч.-практ. конф.: в 2 т. / Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2014. – Т. 1. – С. 234-237.

3. Зыкова, И.П. Анализ условий работы, выбор конструктивных элементов и разработка новых конструкций кольцевых сверл / И.П. Зыкова, И.И. Комиссарова, А.В. Старостин, С.В. Яняк // Вузовская наука – региону: материалы XI Всерос., научн.-техн. конф. / ВоГТУ. – Вологда, 2013. – С.18-21.

4. Залесова, И.А. Разработка унифицированной концевой фрезы для станков с числовым программным управлением / И.А. Залесова, С.В. Яняк // Содружество наук. Барановичи – 2016: материалы XII Международной науч.-практ. конф. молодых исследователей: в 3 ч. / Беларусь, БарГУ. – Барановичи, 2016. – Ч. 2. – С. 129-131.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ БЛОК-КОНТЕЙНЕРОВ

В.Н. Зайцева
Научный руководитель ***А.С. Степанов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Расчет себестоимости продукции определяется с целью ценообразования. Данная величина очень важна для производственного предприятия. Она точно показывает общую сумму затрат на выпуск изделия и используется для назначения самой эффективной цены при сбыте продукции. Следовательно, анализ показателя издержек не позволит организации стать убыточной и неконкурентоспособной из-за высокой ценовой политики.

Целью исследования является применение системы оперативно-календарного планирования СПРУТ-ОКП для управления себестоимостью с учетом всех отклонений от запланированного маршрута, норм и использования КиМ.

Определим расходы отдела снабжения в себестоимости блок-контейнеров. За определенный период расходы данного отдела составили 350 тыс. рублей. Рабочие основного производства за этот период отработали 200 тыс. часов, из которых 2 тыс. часов потрачены на производство продукции.

Расчет себестоимости по методике традиционного учета:

1. Определяется величина накладных расходов, приходящаяся на единицу базы распределения, в данном случае на 1 отработанный человеко-час:

350 тыс. руб./200 тыс. ч. = 1,75 руб./ч.

2. Рассчитывается величина накладных расходов, включаемая в себестоимость продукции: 1,75 руб./ч * 2тыс. ч. = 3,5 тыс.руб.

Ниже представлена структура расходов организации при традиционном методе учета.



Рис. 1. Структура расходов организации при традиционном бухгалтерском методе их учета

Расчет себестоимости при использовании АВС-подхода.

Деятельность отдела снабжения разбивается на операции. Основные операции – получение и отгрузка материалов [3]. За рассматриваемый период было 35 тыс. операций получения на сумму 150 тыс. руб. и 13 950 операций отгрузки единиц материалов на сумму 120 тыс. руб. Для производства блок-контейнеровза этот период было получено 260 единиц материала и отпущено в производство 95 единиц.

1. Рассчитывается себестоимость каждой операции. Себестоимость операции получения единицы материала: 150 тыс. руб./35 тыс. операций = = 4,29 руб.

Себестоимость операции отпуска в производство единицы материала: 120 тыс. руб./13 950 операций = 8,6 руб.

2. Определяются расходы отдела снабжения на производство продукции: 4,29 руб.*260 операций + 8,6 руб.*95 операций = 1932,4 руб.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что применение различных подходов приводит к различным значениям накладных расходов.

На предприятиях с широкой номенклатурой изделий с многоуровневой вложенностью, большим количеством рабочих мест, обширной базой материалов и комплектующих невозможно обойтись без автоматизированных систем [1]. Помочь найти оптимальное решение этой проблемы и сбалансировать критерии управления поможет система оперативно-календарного планирования СПРУТ-ОКП (рис. 2).

Система СПРУТ-ОКП ориентирована на стандарт MRPII.

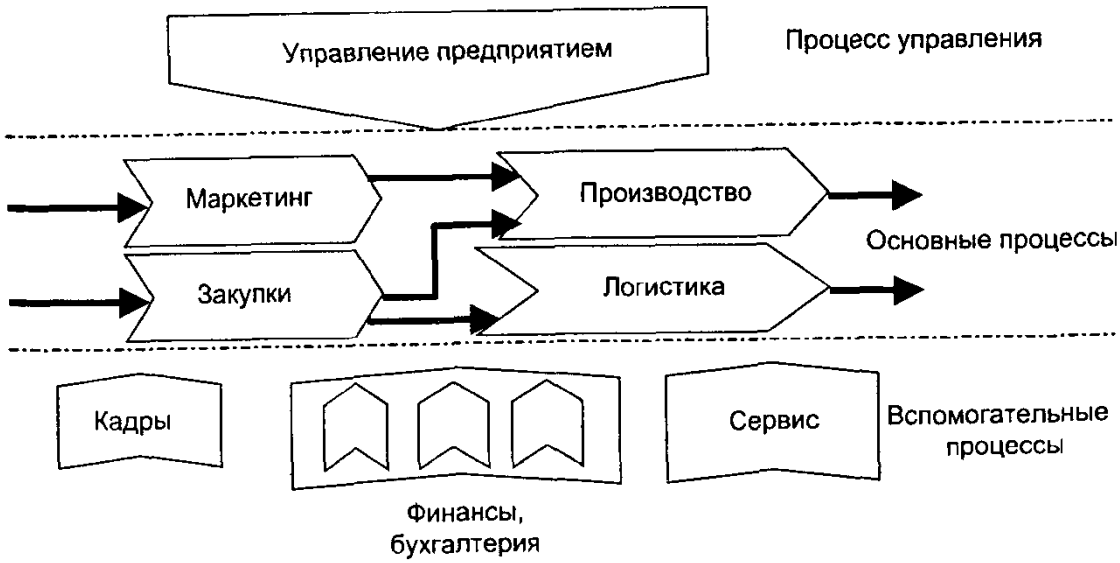


Рис. 2. Бизнес-процессы предприятия

Система СПРУТ-ОКП – инструмент управления производством, основанный на рациональном планировании работы всей цепочки производства на горизонте оперативного и стратегического планирования.

СПРУТ-ОКП позволяет рационально планировать и контролировать производственный процесс на предприятии за счет использования различных инструментов планирования и прогнозирования.

Реализуемые принципы управления в СПРУТ-ОКП позволяют:

– планировать производствос точным расчетом времени, срока, места выполнения каждой производственной операции;

– управлять себестоимостьюс учетом всех отклонений от запланированного маршрута, норм и использования КиМ;

– управлять качествомвыпускаемой продукции, как результатом точного соблюдения технологии производства и учетом персонального выполнения операции.

Расчет себестоимости продукции в СПРУТ-ОКП не ограничивает перечень объектов калькулирования и позволяет оценить стоимость любых работ, которые можно разделить на операции и пронормировать.

Таким образом, внедрение системы СПРУТ-ОКПв АО «СКДМ» позволит создать эффективную систему управления производством, сделает его «прозрачным» и снизит фактическую стоимость производства блок-контейнеров.

1. Савицкая, Г. В. Методика комплексного анализа хозяйственной деятельности: краткий курс для вузов / Г. В. Савицкая. – Москва: ИНФРА-М, 2009. – 320 с.

2. Скамай, Л. Г. Экономический анализ деятельности предприятия: учеб.для вузов / Л. Г. Скамай, М. И. Трубочкина. – Москав: ИНФРА-М, 2009. – 296 с.

3. Смирнов Р. С., Егорова М. С. Структура себестоимости по элементам затрат и по калькуляционным статьям // Молодой ученый. – 2015. – № 11.4. – С. 204-207.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

И.А. Залесова
Научный руководитель ***С.В. Яняк****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На фрезерных станках и центрах с ЧПУ используются разнообразные концевые фрезы, которые в сочетании с рабочими движениями в сложной системе координат станка позволяют получить пространственно-сложные поверхности (рис.1).

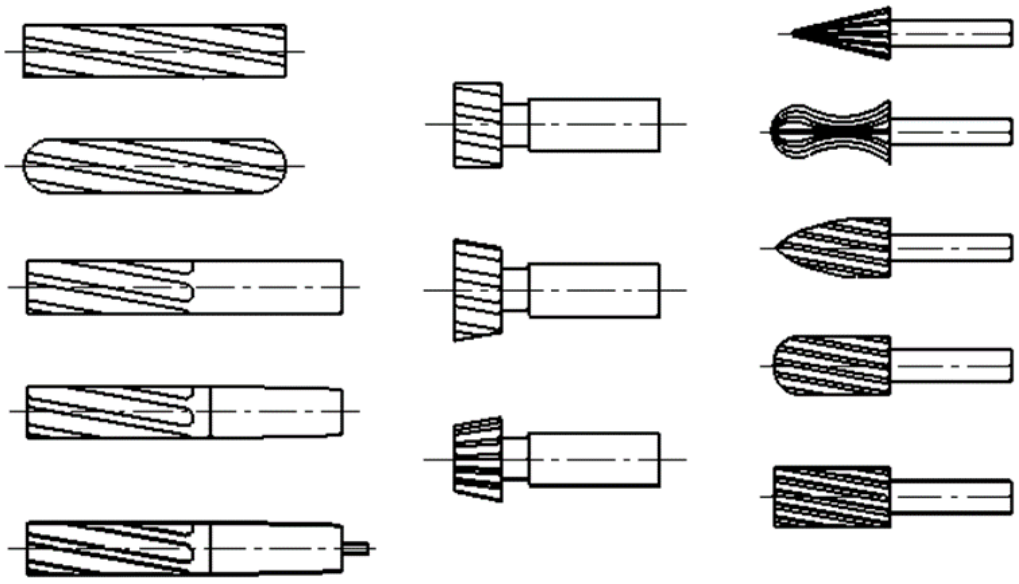


Рис. 1. Сменные концевые вставки

Вставки из твёрдого сплава группы ТК (Т5К10, Т5К12) обладают высокой износостойкостью, теплостойкостью, что обеспечивает высокую производительность обработки, ВК – для обработки цветных металлов [1].

Предлагаем особую форму твёрдосплавной вставки с эксцентричным углублением для создания одного полного лезвия (до оси инструмента). Другие лезвия становятся укороченными. Такая форма вставки позволяет работать с осевым и с боковым движением подачи (рис. 2).

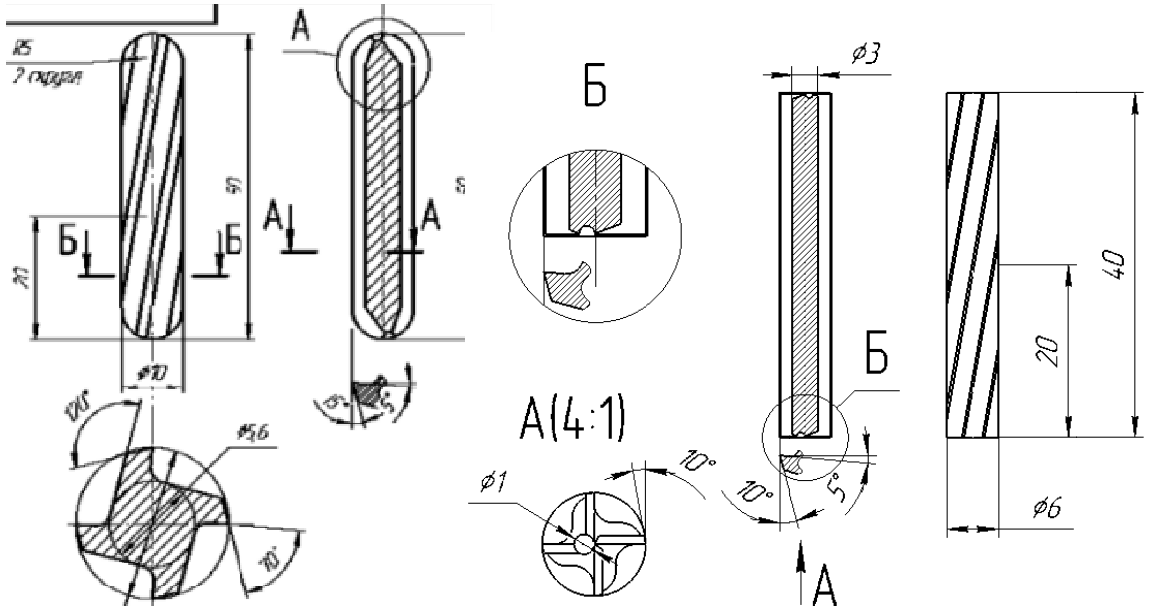


Рис. 2. Твёрдосплавная вставка с эксцентричным углублением

Данный инструмент рекомендуется для обработки сложных профилей, обработка которых осуществляется методом сканирования [2].

Пример обработки: после осевого врезания – радиальный выход центра О на эквидистанту, обработка сканированием по концентричным окружностям на эквидистанте или по спирали на эквидистанте с конечным положением в точке С (рис. 3).

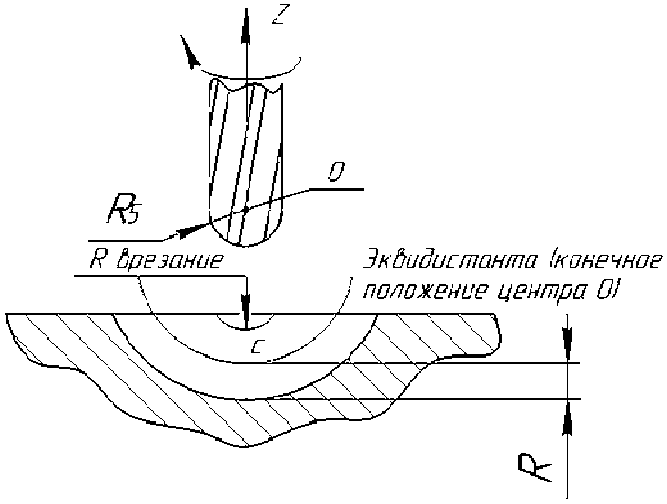


Рис. 3. Схема обработки сканированием

В настоящее время в машиностроении широко применяются детали сложного фасонного профиля. Их обработка, как правило, осуществляется на пяти координатных станках с числовым программным управлением концевыми фрезами. Для станка с ЧПУ рекомендуем конструкцию патронов с унифицированным хвостовиком, сменной рабочей частью и разрезной кониче-

ской самотормозящей втулкой. Предлагаемый инструмент имеет следующую конструкцию (рис. 4) [3].

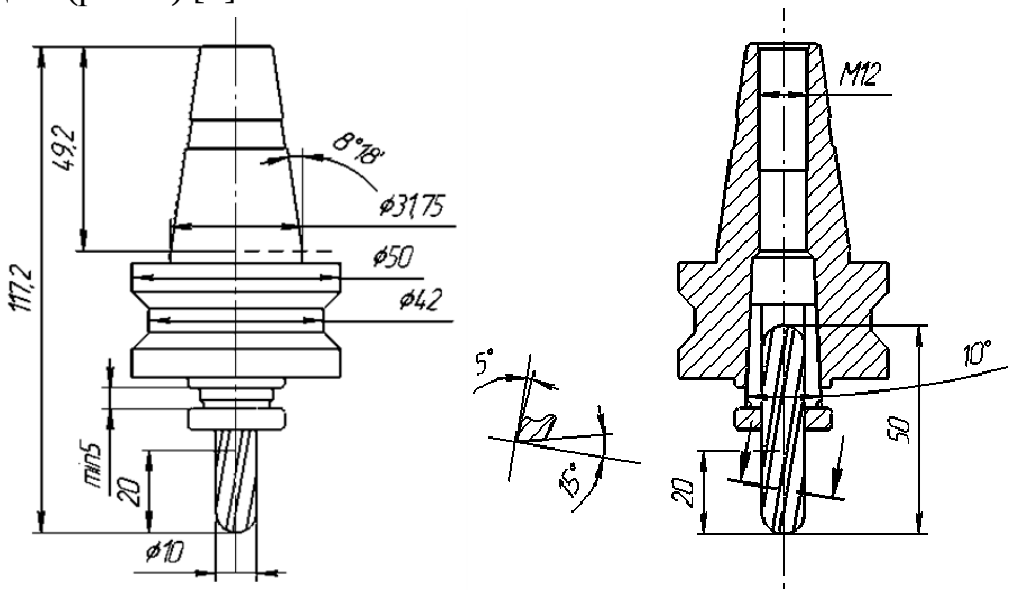


Рис. 4. Фреза для станка с ЧПУ с унифицированным хвостовиком, сменной рабочей частью и крепёжной втулкой

Для дополнительного удержания вставки в заданном осевом положении предусмотрено использование винтового упора, заводимого через сквозное центральное отверстие [4].

Предлагаемое решение может быть адаптировано к любой форме хвостовика.

Вставка устанавливается с помощью разрезной конической втулки, заводимой в коническое центральное отверстие корпуса. Центральное отверстие сквозное для дополнительного удержания вставки. Обычное извлечение вставки и разрезной втулки выполняется с помощью изогнутого рычага, заводимого под упорный буртик втулки. В случае чрезмерного самозаклинивания можно воспользоваться винтом (рис. 5).

В связи с разнообразием рабочих размеров инструментов-вставок предлагаем унифицированный набор втулок, отличающихся друг от друга диаметром отверстия (рис. 5).

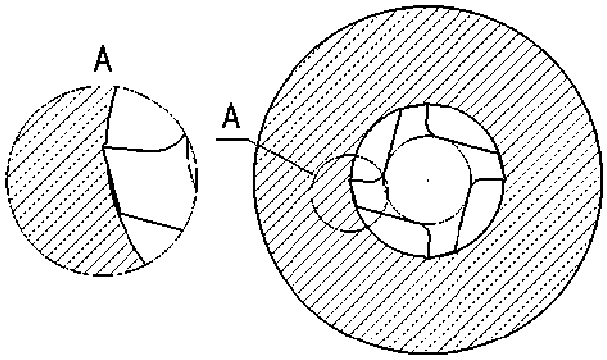


Рис. 5. Винтовой профиль разрезной втулки

Специальный вариант разрезной втулки с винтовым профилем создан для утапливания лезвий винтовых вставок (предохраняет от разрушения винтовые лезвия). Увеличивается площадь контакта втулки и вставки, т.е. обеспечивается более надёжное закрепление.

Таким образом, разработана инструментальная система, в состав которой входят: хвостовик с унифицированным посадочным местом (коническое и резьбовое центральное отверстие); разрезная коническая втулка, с помощью которой происходит крепление инструмента-вставки, рабочий размер втулки выполняется в соответствии с рабочим размером вставки; комплект упорных винтов; комплект инструментов-вставок (см. рис. 1).

По нашим представлениям, разработанная инструментальная система должна обеспечить значительный экономический эффект за счёт применения твёрдых сплавов, сокращения применения адаптеров, повышения производительности и точности обработки.

1. Залесова, И. А. Разработка унифицированной конструкции концевой фрезы для станков с числовым программным управлением / И.А. Залесова, С.В. Яняк // Содружество наук. Барановичи-2016: материалы XII Международной науч.-практ. конф. молодых исследователей: в 2 ч. – Барановичи, 2016. – Ч. 2 – С. 129–131.

2. Залесова, И.А. Разработка унифицированного инструмента для станков с ЧПУ со сменной рабочей частью / И.А. Залесова, С.В. Яняк // Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – № 4 (7). – С. 63–68.

3. Залесова, И. А. Специальная фреза для станков с ЧПУ / И.А. Залесова, С.В. Яняк // Молодёжь и XXI век – 2017: сборник научных статей 7-й Международной научной конференции: в 4 т. – Курск, 2017. – Том 4. – С. 110–114.

4. Залесова И.А. Анализ условий эксплуатации специальной концевой фрезы для станков сЧПУ/И.А. Залесова// Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства; сб. докладов национальной научно-практической конференции: в 4 ч. – Пенза, 2018. – Ч. 4. – С. 74–78.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛБЕЖНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

А.Г. Макаров
Научный руководитель ***С.В. Яняк****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В данной статье рассматриваются принципиальные технологические возможности долбежных станков с ЧПУ. Широкие технологические возможности связаны с набором рабочих движение подачи и применением широкоуниверсального контурного долбежного резца.

В настоящие время все большее распространение получают станки с числовым программным управлением. Без станков с ЧПУ невозможно создание гибких автоматизированных производств. С использованием станков с ЧПУ повышается точность обработки, устраняется человеческий фактор (усталость рабочего и т.п.), возможна обработка деталей высокой сложности. Системами ЧПУ оснащены практически все группы станков, в том числе и долбежные. Современные 4-осевые долбежные станки с ЧПУ позволяют производить широкий спектр работ: обработка наружных и внутренних поверхностей, профили с прямолинейными и криволинейными образующими (с функциональной связью между координатами в горизонтальной плоскости), поверхности дисковых кулачков (архимедова и др. спиральные поверхности). Примерами такой обработки могут служить: долбление одиночных и нескольких шпоночных пазов различных типоразмеров; долбление квадратных, шестигранных, многоугольных и другихформ отверстий и профилей; долбление зубчатых колес. В связи с большим разнообразием обрабатываемых профилей необходим инструмент соответствующего назначения.

Для механической обработки широко применяется режущий инструмент из дорогих и труднообрабатываемых материалов. Для уменьшения затрат на высококачественный режущий материал и снижения себестоимости инструмента применяются сборные конструкции инструмента. Одним из способов соединения режущих пластин и корпуса инструмента является установка первых в пазы клиновой формы с нанесенными на одну из поверхностей рифлениями. Обработка рифлений в клиновых пазах – сложная технологическая задача. Трудности заключаются в следующем:

- малая ширина паза;
- большое количество рифлений с малым шагом;
- большая длина рифлений;
- необходимость обработки с повышенной точностью.

Обработка рифлений в пазах обычно осуществляется на долбежных станках одновершинным долбежным резцом. Для обработки большого количества

рифлений одновершинным инструментам приходится постоянно смещать инструмент. Это приводит к появлению дополнительных погрешностей.

Мы предлагаем гребенчатый долбежный резец сборной конструкции с самозаклинивающейся твердосплавной вставкой, выполненной в форме пластины с рифлениями с двух сторон (рис. 1).

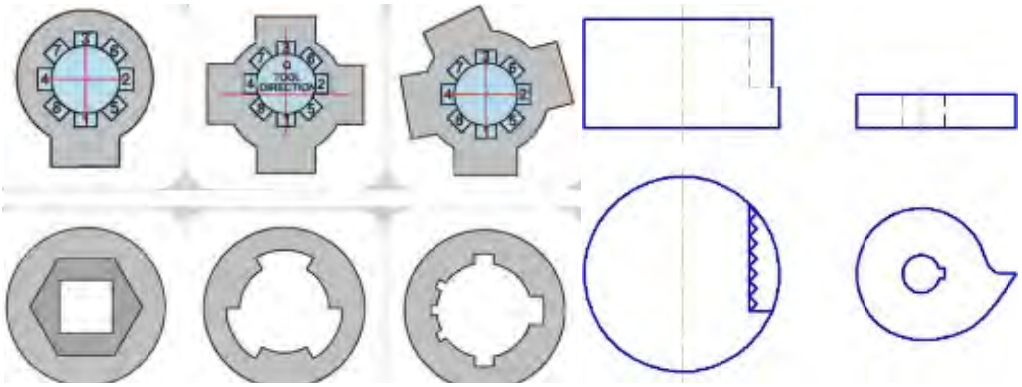


Рис. 1. Варианты обрабатываемых форм профилей и поверхностей

Длина пластины зависит от длины обрабатываемого паза и складывается из трёх размеров: рабочая часть, переходная часть и заделка. Величины углов выбраны в соответствии с условием прочности, режимам обработки и габаритам обрабатываемого паза. Главный задний угол α в пределах от 4 до 6 градусов, главный передний угол γ от 8 до 12 градусов, угол наклона в 5 градусов обусловлен формой паза. Угол заделки в пределах от 6 до 8 градусов обеспечивает самозаклинивание пластины в корпусе резца. Установка пластины в паз корпуса резца производится с небольшим усилием, например ударом медного молотка. Для удобного извлечения пластины из корпуса предусмотрено овальное отверстие. Удаление пластины из корпуса резца происходит вручную при помощи клина-рычага.

Пластина изготавливается методом порошковой металлургии с прессованием в жесткой пресс-форме из твердых сплавов марки Т5К10 и Т5К12. Пресс-форма состоит из сборной матрицы, нижнего и верхнего пуансонов. Гнездо матрицы имеет простую прямоугольную форму. Рифления и углы формируются торцевыми поверхностями пуансонов. Пуансоны могут быть извлечены из матрицы для нанесения рифлений и иметь цельную или сборную конструкцию (для разных форм рифлений). Для упрощения производства режущей пластины, она ограничена по периметру взаимно параллельными плоскостями. Применение твердого сплава повышает твердость и жёсткость режущей части инструмента, уменьшает его износ.

Также в нашей работе представлена конструкция контурного долбежного резца с оригинальным унифицированным корпусом. В состав резца входят твердосплавная вставка 1, державка 2, разрезной адаптер 3.

Твердосплавная вставка можно разделить на три части: рабочая часть в форме пирамиды; связующая часть, обеспечивающая вылет; заделка, представляющая из себя клин с самотормозящим углом в 6° с рифлениями на одной плоскости. Вставка по периметру ограничена взаимно параллельными плоскостями для облегчения их производства методом порошковой металлургии. Линейные и угловые размеры вставки обеспечивают достаточный вылет резца и в целом работу инструмента. Глубина обрабатываемого профиля не зависит от размера пластины и обеспечивается размером державки.

Державка представляет собой стержень круглого сечения с поперечным пазом и поперечным овальным отверстием, смещенным от оси для обеспечения расклинивания вставки и державки. Длина державки обеспечивает необходимую глубину обработки. На поверхности, лежащей на оси стержня, нанесены рифления. Рифления сделаны по всей ширине паза для возможности установки вставок различной ширины. Посадка державки в отверстие адаптера осуществляется с натягом.

Адаптер представляет собой разрезной параллелепипед с центральным продольным отверстием с обнижением. Обнижение служит для сбора возможных загрязнений, попавших на поверхность отверстия во время сборки. Разрезы предназначены для создания необходимой прижимной силы без больших пластических деформаций самого адаптера и сохранения точности позиционирования. Прямоугольная форма адаптера выбрана для облегчения установки резца на станке (рис. 2).

Державка и адаптер изготовлены из конструкционной стали. Возможна установка не только твердосплавных пластин, но и ножей из быстрорежущей или легированной инструментальной сталей.

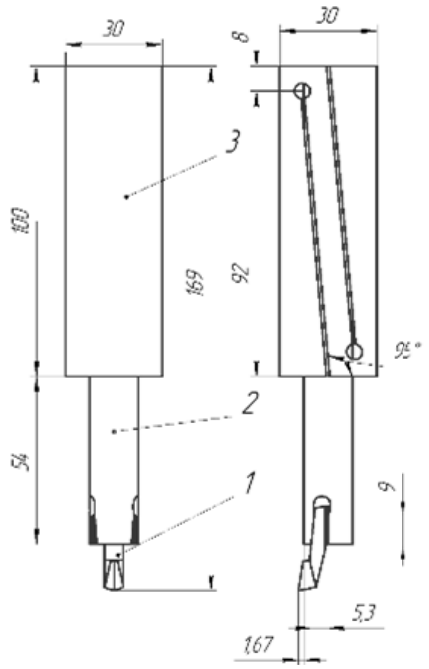


Рис. 2. Сборный долбежный резец с установленной вставкой

Предложенный комплект долбежных резцов с унифицированным корпусом должен обеспечить долбежное производство необходимым инструментом для обработки сложных профилей. Унифицированный корпус может быть изготовлен на большинстве производств. Ожидается, что предложенный долбежный резец уменьшит трудоемкость обработки. Технологичная конструкция универсального корпуса долбежного резца позволяет использовать один и тот же корпус для обработки различным долбежным инструментом при помощи замены вставок.

1. Макаров, А.Г. Разработка конструкции универсального долбежного резца со сменной заклиниваемой рабочей частью / А.Г. Макаров, С.В. Яняк // Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – № 4. – С. 126.

2. Макаров, А.Г. Разработка конструкции унифицированного долбежного резца со сменной заклиниваемой рабочей частью / А.Г. Макаров, С.В. Яняк // Поколение будущего: взгляд молодых ученых. Сборник научных статей 5-й Международной молодежной научной конференции: в 3 т. – Курск, 2016. – Т. 3. – С. 215–219.

3. Макаров, А. Г. Разработка конструкции сборного долбёжного резца / А.Г. Макаров, С.В. Яняк // Содружество наук. Барановичи-2016: материалы XII Международной науч.-практ. конф. молодых исследователей: в 2 ч. – Барановичи, 2016. – Ч. 2. – С. 141–143.

4. Макаров, А.Г. Расширение возможностей обработки долбежных станков с ЧПУ / А.Г. Макаров, С.В. Яняк // Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – № 5. – С. 126.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН-СЕРВИСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИН

Д.Р. Осипов
Научный руководитель ***В.Ф. Булавин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для проведения исследования, связанного с оценкой скорости потока движения в городе, необходимо получать данные по одновременной скорости движения на всей дорожной сети. Для этого можно использовать несколько способов получения информации:

1. Установить множество датчиков потока на магистрали с возможностью передачи в реальном времени информации на централизованный накопитель. Однако это потребует больших затрат на покупку и установки датчиков движения потока.

2. Использовать информации от датчиков геолокации навигаторов, мобильных устройств и навигационных систем автомобилей. Данный способ реализован в системе экстренной помощи ЭРА-Глонасс, системе мониторинга транспорта, Navtelecom, Omnicom, приложении «Яндекс. Пробки». При этом сервисы Navtelecom, Omnicom передают телеметрические данные на сервер компании и далее пользователя, а данные ЭРА-Глонасс пока закрыты от общего доступа. Информация от других сервисов – приложений «Яндекс. Карты» и «Яндекс. Навигатор» – доступна всем пользователям, поэтому он выбран в качестве источника информации для анализа.

Принцип работы сервиса основан на получении информации от пользователей: люди, у которых на электронном устройстве включены «Яндекс. Карты» или «Яндекс. Навигатор», с определенной периодичностью посылают информацию о своем местоположении. Эти данные, называемые треками, обезличиваются и анализируются. Из них Яндекс определяет, в каких местах и с какой скоростью сейчас едут транспортные средства. Точность данных скоростей движения увеличивается при росте количества пользователей сервиса. «Яндекс. Пробки» показывает пользователям более подробную картину загруженности дорог. Для этого сервис собирает из разных источников данные о загруженности улиц, анализирует их и отображает на «Яндекс. Картах». Технология сервиса устроена таким образом, что информацию о пробках собирают в том числе и сами пользователи.

При малом количестве пользователей сервиса, характерных для малых и средних городов, возможно получение некорректных данных о скоростях движения по участкам улично-дорожной сети (УДС). Для получения данных скоростей движения была написана и апробирована программа, использующая предлагаемую технологию сбора информации с сервиса «Яндекс. Пробки» в требуемом объеме и формате.

В разработанной программе используется веб-ориентированный язык программирования JavaScript.

Источником данных для расчета является сервис «Яндекс. Карты» посредством программного интерфейса приложения (API). В начале на вебстранице конструируется интерактивная карта города Вологда путем создания экземпляра карты класса ymaps.Map: new ymaps.Map(), одним из параметров которого являются координаты центра карты: 59.2279,39.8970.

Первую часть алгоритма программы можно назвать «расписание». Этот блок программы выстраивает таблицу наиболее необходимых для расчетов временных точек и интервалов. Так, например, в утреннее время, начиная с 7 часов утра, берется короткий промежуток в 5 минут, так как в этом время предполагается наибольшая загруженность дорог в первой половине дня. Далее, в 9 часов утра интервал увеличивается до 30 минут и остается таким до 17 часов вечера, когда снова загруженность дорог предполагаемо растет. Про-

верка наступления очередного периода реализуется запуском таймера. Таймер срабатывает каждую секунду:

this.tm = setInterval($.proxy(this.checkNextStart, this), 1×1000),

где this.checkNextStart – функция проверки необходимости запуска расчета.

При наступлении очередного интервала замеров алгоритм в цикле массива маршрутов обращается к сервису «Яндекс. Карты» для построения пути при помощи метода "ymaps.route", параметрами которого являются начало и конец маршрута (Рисунок 1).

```
for (var i = 0; i < points.length; i++) {

ymaps.route(

{type: 'wayPoint', point: 'Вологда, ' + $.trim(points[0])},

{type: 'wayPoint', point: 'Вологда, ' + $.trim(points[1])}

avoidTrafficJams: false

}).then(function(route) {
```

Рис. 1. Блок построения пути

Следующим блоком алгоритма является «детализация» маршрута и непосредственный расчет. Каждый план проезда может быть разбит на сегменты (участки пути до светофора, поворота или иного маневра) с использованием метода way.getSegments. Алгоритм программы обходит в цикле массив полученных сегментов, вычисляет длину каждого методом «segments[i].getLength()» в метрах и предполагаемое время на проезд с учетом пробок методом «segments[i].getJamsTime()» в секундах. Из этих двух величин путем разделения длины на время вычисляет скорости проезда сегментов. Также при обходе массива с помощью метода сравнения вычисляются максимальная и минимальная скорости на маршруте.

Ниже приведены лишь некоторые строки кода программы, отражающие суть описанных вычислений, а описательная, интерфейсная, исполнительная части программы опущены.

```
var way = route.getPaths().get(0), //получение маршрута

segments = way.getSegments(); //получение сегментов

for (var i = 0; i < segments.length; i++) {

var length = segments[i].getLength(), //длина

time = segments[i].getJamsTime(); //время

var segmentSpeed = speedFormat(length/time); //где speedFormat - функция преобразования скорости
```

```
if (!maxSpeed || segmentSpeed > maxSpeed) //поиск максимальной величины скорости
        maxSpeed = segmentSpeed;
if (!minSpeed || minSpeed > segmentSpeed)  //поиск минимальной величины скорости
        minSpeed = segmentSpeed;
```

Рис. 2. Строки кода программы

На заключительном этапе все вычисленные данные, а именно, значения скорости, записываются в таблицу с соответствующей временной отметкой (начало интервала). При отображении данных скорость переводится в единицы км/ч с необходимым округлением, например до 5 целых по формуле:

$$\text{Math.ceil}(\text{Math.ceil}(\text{speed}\,\frac{3600}{1000})/5)\times 5$$

где Math.ceil – функция округления в большую сторону; speed – величина скорости в м/с.

В ходе выполнения программы на интерактивной карте строится маршрут, аналогичный маршруту, построенному пользователем самостоятельно в сервисе «Яндекс. Карты». Каждый построенный маршрут делится на сегменты, где сегментом является участок маршрута (чаще всего прямая), началом и концом которого может являться поворот, разворот, существенный маневр, либо начало или конец маршрута. На рисунке 3 пример построения маршрута на участке Левичева – Яшина.



Рис. 3. Участок маршрута Левичева – Яшина

Величины скоростей, получаемые для каждого маршрута (от определенного адреса до другого), это: минимальная, максимальная и средняя. Способами получения скорости являются длина и время проезда каждого сегмента, а также время проездавсего маршрута и общая его протяженность.

При этом за минимальную скорость на маршруте принимается минимальное из значений скорости всех измеряемых транспортных средств на всех сегментах маршрута, за максимальную, – соответственно, максимальное. Яндекс получая информацию от пользователей системы, фильтрует ее, тем самым отсеивая так называемые мусорные треки. Под высказыванием «мусорные треки» понимаются те треки, которые в течение своей истории характеризуются скоростью менее 5 километров в час, таким образом, Яндекс будет считать этот трек за пешехода и будет удалять его, не включая в сбор данных о скорости движения. После того как треки обработаны и прошли фильтрацию, из многих треков, характеризующих количество транспортных средств, проехавших по одному из участков дороги, Яндекс получает одно число – среднюю скорость.

Как правило, рассчитанные двумя разными способами средние значения скорости на маршруте совпадают, либо отличаются незначительно.

С использованием данного алгоритма возможно определение средней скорости потоков в условиях городской инфраструктуры. Результаты могут быть полезны для моделирования транспортных потоков локальных систем (городов). Также возможно использованиедля оценки эффективности предлагаемых мероприятий, как для развития транспортно дорожной сети, так и качественного обеспечения безопасности дорожного движения и соответственно уменьшения вероятности возникновения дорожно-транспортныхпроисшествий.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ С ЖЕЛЕЗНОЙ СВЯЗКОЙ

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

Существует необходимость поиска альтернативы классическим твёрдым сплавам из-за дефицитности вольфрама и кобальта.

Нами изучены структура и свойства группы сплавов на основе разных карбидов с железной связкой. Экспериментально определены основные механические свойства (прочность при изгибе, твёрдость, износ абразивом).

Результаты экспериментальной оценки приведены в работах [1-4] и в таблице.

Таблица

№ п/п	Состав сплава, % масс	Износ абрази-вом, мг	Твёрдость сплава HRA/HV	Прочность при изгибе, МПа	Микро-твёрдость основного карбида, ГПа	По-рис-тость спла-ва, %	Средний размер карбид-ного зер-на, мкм
1	70TiC, 30Fe	20,2	86/1160	790	31,7	3,4	5
2	70VC, 30Fe	14,9	82/730	660	24,8	0,3	8
3	70NbC, 30Fe	34,6	81,5/690	1050	21,7	2	3
4	70TaC, 30Fe	44,5	78/520	730	17,2	7,3	2
5	70Cr_3C_2, 30Fe	36,6	85,5/1100	240	18	1,6	40
6	70Mo_2C,30Fe	28,7	87/1300	390	15	0,3	20
7	70WC, 30Fe	23,3	86,5/1240	690	17-22	0,6	10

Основные этапы работы:

1. Экспериментальная оценка свойств твёрдых сплавов с железной связкой.
2. Анализ структуры твёрдых сплавов с железной связкой.
3. Фрактографический анализ изломов твёрдых сплавов с железной связкой.
4. Анализ прочности при изгибе твёрдых сплавов с железной связкой.
5. Анализ износостойкости твёрдых сплавов с железной связкой.

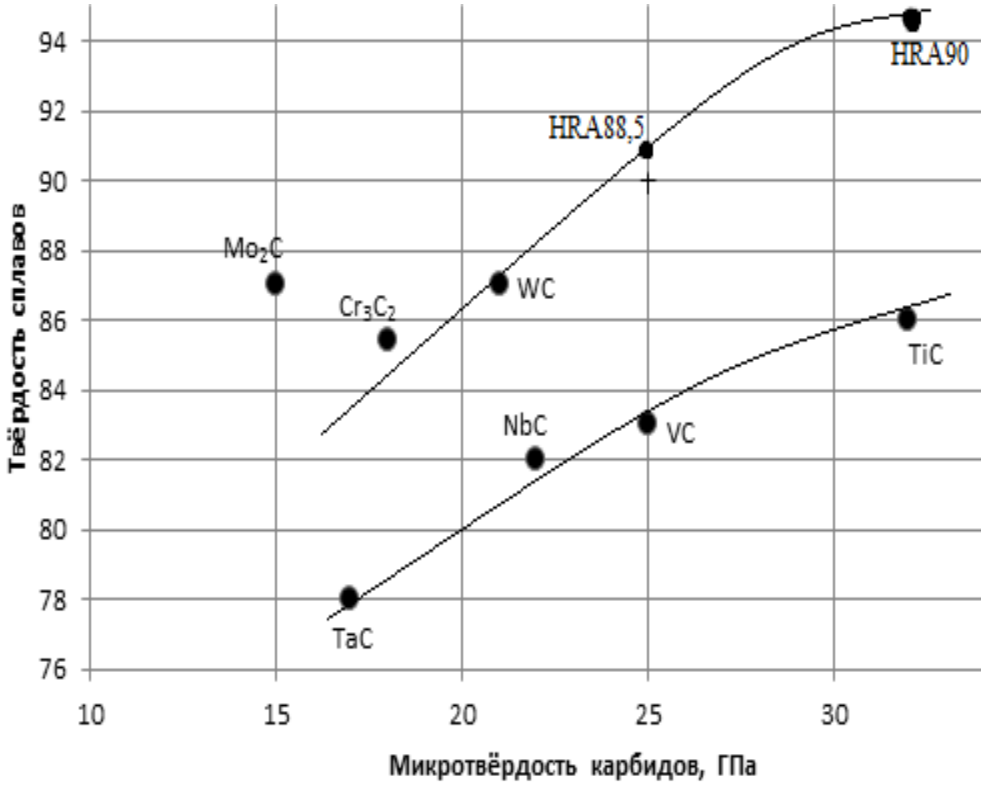


Рис. 1. Зависимость твёрдости сплавов с железной связкой от микротвёрдости карбидной основы

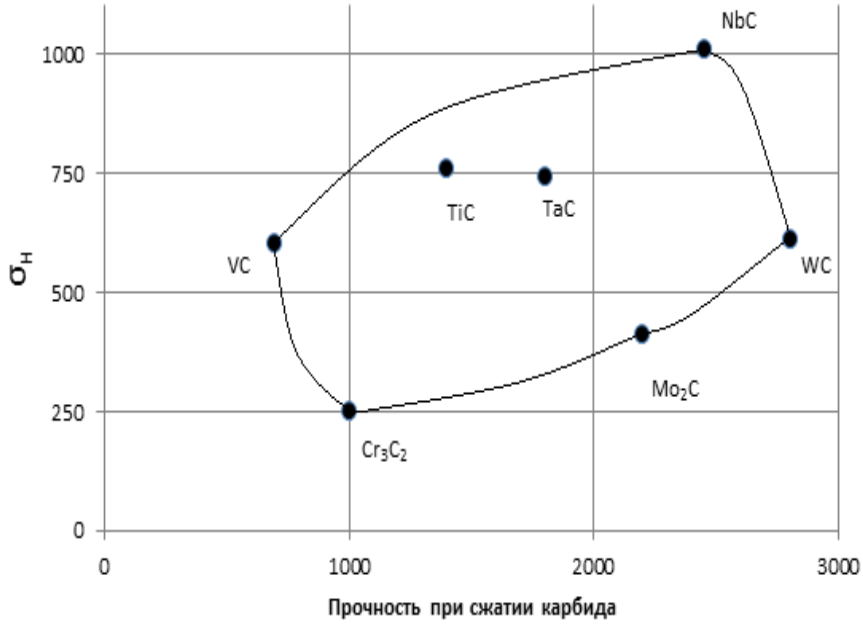


Рис. 2. Зависимость прочности при изгибе сплавов с железной связкой от прочности при сжатии карбидов

Графический анализ показал, что свойства находятся в сложной зависимости от свойств составляющих компонентов. Свойства в значительной степени зависят от взаимодействия компонентов при спекании и от структуры сплава. Это представлено на рисунках 1 и 2 [2].

Металлографический анализ показал разные виды структуры сплавов: у сплавов 70%TiC,30%Fe, 70%TaC,30%Fe, 70%NbC,30%Fe, 70%VC,30%Fe – округлые зерна, а у сплавов 70%WC,30%Fe, 70%Mo_2C,30%Fe, 70%Cr_3C_2,30%Fe – угловатые и крупные зерна [3].

Наибольшую информацию о структуре и фазовом составе сплавов предоставил рентгеноструктурный фазовый анализ. Он показал, что в сплавах на основе карбида титана карбидная фаза осталась практически без изменения кристаллографических плоскостей. В то же время железная связка претерпела изменения. Большую растворимость имеет ванадий, а наименьшую – титан. Наименьшая величина зерен в сплаве с карбидом титана.

В сплавах с карбидами 5 группы (Cr, Mo, W) обнаружены карбидные превращения. Именно это объясняет существенное снижение прочности в 5 группе [4].

Фрактографический анализ изломов с образованием крупных деформированных зёрен имеет хрупкий характер разрушения по карбидной основе и частично вязкий характер разрушения по связке.

Наибольшую склонность к разрушению показали или проявили крупные зерна карбида M_7C_3 (в сплаве с карбидом хрома).

Износ абразивом даёт сложный характер зависимостей (рис. 3).

Установлены корреляционные связи износа с прочностью и твёрдостью [5].

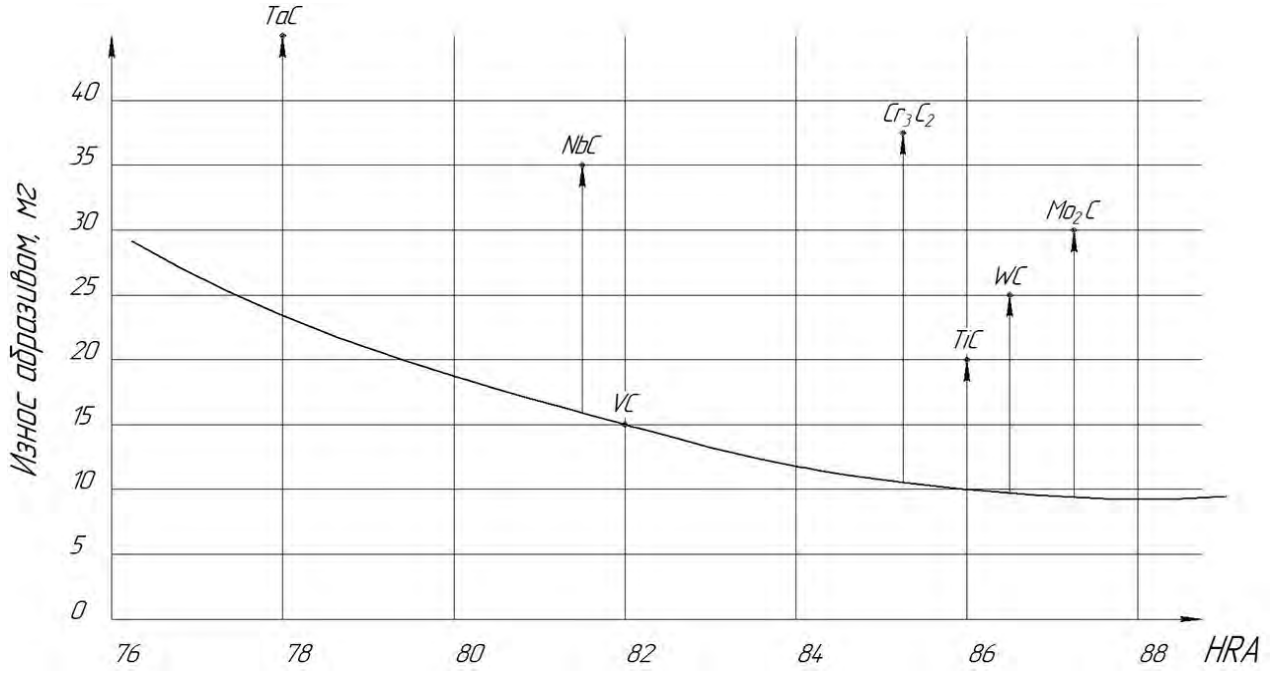


Рис. 3. Влияние твёрдости сплавов на износ абразивом

Уровень механических свойств твёрдых сплавов с железной связкой не обеспечивает эффективное применение в технических целях.

Это обстоятельство заставляет продолжать поиск эффективного твёрдого сплава с применением сложнолегированной стальной связки.

Мы считаем, что эффективный твёрдый сплав может быть получен на основе карбида титана (с возможностью его легирования) со стальной связкой, содержащей компоненты, улучшающие взаимодействие связки с карбидом титана и создающие в связке фазы – упрочнители.

1. Яняк, С.В. Экспериментальная оценка свойств твёрдых сплавов с железной связкой: сборник научных статей / Яняк С.В., Пивень Г.Ю. – Вологда: ВоГУ, 2018

2. Яняк, С.В. Анализ структуры спеченных твердых сплавов с железной связкой: сборник научных статей / Яняк С.В., Пивень Г.Ю. – Краснодар: ПринтТерра, 2018. – 273 с.

3. Яняк, С.В. Фрактографический анализ изломов твёрдых сплавов с железной связкой: сборник научных статей / Яняк С.В., Пивень Г.Ю. – Краснодар: ПринтТерра, 2018. – 332 с.

4. Яняк, С.В Анализ прочности при изгибе твёрдых сплавов с железной связкой: материалы / Яняк С.В., Пивень Г.Ю. – Екатеринбург: ИМПРУВ, 2018. – 25 с.

5. Яняк, С.В Анализ износостойкости твёрдых сплавов с железной связкой: материалы / Яняк С.В., Пивень Г.Ю. – Екатеринбург: ИМПРУВ, 2018. – 30 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТОВ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

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

Суммарная вероятность работоспособности системы – это показатель надежности сложной системы. Электрические низковольтные аппараты могут находиться под влиянием различных факторов: режима, нагрузки, условий работы. Первая группа воздействующих факторов – это величина тока и напряжения, род тока, продолжительность включения, частота срабатывания, характер нагрузки и т.д. Вторая группа состоит из следующих воздействующих факторов: агрессивные газы и пары, температура окружающей среды, влажность воздуха, давление и запыленность воздуха, действия обслуживающего персонала, особенности монтажа, ударные сотрясения, ускорения, вибрации и т.д. [1].

Цель формирования каждого электрического соединения заключается в том, что при соприкосновении двух проводников электроны кристаллической решетки одного проводника могут свободно переходить в решетку другого.

Контактное сопротивление состоит из двух элементов:

$$R_k = R_T + R_П,$$

где R_T – сопротивление тела контактов; $R_П$ – переходное сопротивление мест контактирования.

Контактные точки в действительности на разных уровнях содействуют протеканию тока. По проводимости контактные точки делят на три категории:

- квазиметаллические соприкасающиеся поверхности, покрытые абсорбированной газовой пленкой толщиной несколько молекул;
- металлические соприкасающиеся поверхности;
- несущие поверхностные пленки с высоким сопротивлением $R_{ПЛ}$.

Сопротивление $R_П$, в отличии от R_T, обладает существенными вариациями по абсолютной величине и способно спровоцировать неприятные явления, сопряженные с отказом контактов [2]. Переходное сопротивление включает в себя два элемента:

$$R_П = R_{ПЛ} + R_{СТ},$$

где $R_{ПЛ}$ – сопротивление поверхностных пленок; $R_{СТ}$ – сопротивление стягивания.

Приведем определённые характерные особенности связи надежности низковольтных аппаратов от условий эксплуатации, конструкций и качества материалов. Опыт продолжительных эксплуатаций и стендовых испытаний значительного количества разных аппаратов низкого напряжения демонстрирует, что основными характеристиками, которые определяют их работоспособность, являются:

- частота циклов (включений-отключений);
- износоустойчивость контактов при включении и отключении тока;
- параметры конструкции аппарата;
- надежность контактирования (стабильность переходного контактного сопротивления);
- стойкость контактов против сваривания;
- механическая прочность устройств;
- коммутационная способность (термическая и динамическая устойчивость);
- род тока (постоянный или переменный);
- стабильность характеристик срабатывания;
- сохраняемость свойств изоляции.

Основными факторами повреждения коммутационных аппаратов считаются: механические повреждения, несрабатывание приводов, перекрытие изоляции при внешних и внутренних перенапряжениях, обгорание контактов [3].

Объектами изучения надежности конструкции аппаратов низкого напряжения являются отдельные узлы, аппараты, макеты. Под воздействием научно-технического прогресса, развития и совершенствования технологий появляется потребность в новых исследованиях или модернизации серий аппаратов либо некоторых видов аппаратов из серии, или, в конечном итоге, отдельных узлов или элементов.

Характеристики работоспособности аппаратов низкого напряжения разных серийных партий, которые выпускаются разными предприятиями, также могут рассматриваться как объекты исследования. Цель исследований – сравнение характеристик работоспособности, установление технического значения системы или стабильности производства, а иногда – исследование отличительных черт конструкции или же свойств использованных материалов. Приоритетными исследованиями считаются те, которые проводятся для изыскания наиболее оптимальных и целесообразных способов разработки, изготовления и испытания аппаратов низкого напряжения.

Метод сопоставлений дает возможность сравнивать свойства работоспособности низковольтных аппаратов и установить соответствия среди разных по конструкции устройств или узлов с одинаковыми характеристиками. Данный способ позволяет подобрать наиболее подходящий вариант конструкции в случае, если не так много сопоставляемых характеристик и понятно их значение. Метод сопоставлений путем количественной оценки заключается в

том, что он позволяет найти наилучшее решение при подборе конструкции, схемы, где надежность будет максимальна при минимальных приведенных затратах.

Анализ характеристик защиты низковольтных аппаратов по критериям весьма упростился. Характеристики защиты аппаратов теплового действия, где по реагирующему органу проходит ток, кроме того свойства допустимой перегрузки защищаемого объекта могут быть представлены в критериальной форме.

Лабораторные методы остаются главными при исследовании надежности конструкции низковольтных аппаратов напряжением 0,66 кВ и ниже. Определение предельных возможностей изделий этими методами по характеристикам работоспособности показывает уровень устойчивости ко всевозможным воздействиям извне, а также стабильность характеристик срабатывания, износоустойчивость и т.п.

По результатам лабораторных исследований были выявлены и определены предел возможностей низковольтных аппаратов, испытательные режимы, которые, в свою очередь, отличаются от предельных значений на величину производственного запаса.

Испытания, проводимые с помощью стендов, дают возможность сравнить результаты, полученные для выявления показателей долговечности опытных и экспериментальных образцов низковольтных аппаратов, кроме того, рассматриваются на примере отдельных деталей и узлов при доработке конструкции, модернизации конструкции, замене материалов, при изменениях или усовершенствованиях способов изготовления и т.п.

Методами ускоренных испытаний аппаратов производятся проверки электрических низковольтных аппаратов на коммутационную и механическую стойкость и устанавливаются иные характеристики показателей надежности, которые требуют большого количества времени, могут занять месяц или даже несколько лет. Установлено, что инновационные устройства управления, такие контакторы, магнитные пускатели и реле зачастую располагают долговечностью около десяти миллионов циклов [4].

Факторы, которые сильнее всего воздействуют на работоспособность низковольтных аппаратов:

1) температура;

2) электрическая нагрузка на контакты;

3) напряжение на втягивающей катушке реле времени и частота включений в час.

При изменении данных параметров существует возможность форсирования процесса проведения испытаний. Безусловно, надежные данные методами ускоренных испытаний возможно получить полагаясь на основательно обработанный статистический материал.

Для того, чтобы сделать верные заключения по методам форсированных испытаний, в любом случае нужно устанавливать непосредственные корреляционные связи между нормальным и форсированным режимами, необходимо учитывать и принимать во внимание вероятные воздействия на них общей связывающей причины.

1. Королев Н.И. Особенности работы коммутационных аппаратов в электрических сетях низкого напряжения. / Н.И. Королев, Н.В. Ситников // Энергия – XXI век. – 2015. – № 9. – С. 67–70.

2. Zakharov S.A. Assessment of spacecraft solar array reliability during ground experimental development test. / S.A. Zakharov // Вестник сибирского государственного аэрокосмического университета им. Академика М.Ф. Решетнева. – 2016. – № 4. – С. 964–974.

3. Бутузов С.Ю. Методика оценки показателей надёжности электрических аппаратов защиты электросети. / С.Ю. Бутузов, Е.Н. Минеев, М.Ю. Прус // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 3 (67). – С. 33-39.

4. Грачева, Е.И. Исследование теплофизических процессов в замкнутых контактах низковольтных коммутационных аппаратов / Е.И. Грачева, А.С. Лазаревич // Известия вузов. Проблемы энергетики. – 2004. – № 5–6. – С. 102-106.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДСТАНЦИИ 35/10 КВ

Е.П. Балашов

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Энергетика – одна из ведущих отраслей народного хозяйства нашей страны. Она охватывает энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии.

Электроэнергетика является самой важной и базовой отраслью промышленности России. От ее уровня развития зависит все народное хозяйство и уровень развития научно-технического прогресса в стране.

Особенностью электроэнергетики является то, что её продукция не может накапливаться для последующего использования, поэтому потребление соответствует производству электроэнергии и по размеру (с учетом потерь), и во времени.

Жизнь без электрической энергии уже невозможно представить. Электроэнергетика уже вошла во все сферы деятельности человека: промышленность, сельское хозяйство, науку, космос и непосредственно в жизнь и быт че-

ловека. Её главное свойство – возможность превращаться практически во все виды энергии, такие как:

– топливную;

– механическую;

– звуковую;

– световую.

В промышленности электроэнергия применяется для приведения в действие различных механизмов и непосредственно в технологических процессах. Работа современных средств связи основана на применении электроэнергии.

Электроэнергия в быту является самой важной частью обеспечения удобной и приятной жизни людей.

Стабильное развитие экономики также невозможно без постоянно развивающейся энергетики. Электроэнергетика является основой функционирования экономики и жизнеобеспечения. Основой поступательного развития экономики страны и неотъемлемым фактором обеспечения цивилизованных условий жизни всех граждан является надежное и эффективное функционирование электроэнергетики и ее бесперебойное снабжение потребителям [3].

Согласно Государственной программе Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики», которая была принята Правительством Российской Федерации в 2014-м году, на период до 2020 года предусматривается сформировать эффективную систему, стимулирующую и поддерживающую повышение энергетической эффективности, обеспечивающую снижение энергоёмкости валового внутреннего продукта Российской Федерации на 13,5% [1]. Должны быть приняты меры, направленные на сокращение энергозатрат в производстве энергоёмкой продукции, необходимо внедрить экономический механизм заинтересованности в экономии топливно-энергетических ресурсов, новых энергосберегающих малозатратных технологий, ввести автоматизированную систему учёта и управления расхода энергоносителей.

Энергоэффективность и энергосбережение являются приоритетными направлениями энергетической политики большинства стран мира. Это обусловлено исчерпанием невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов, отсутствием реальных альтернатив их замены, наличием рисков и значительных затрат при их производстве и транспортировке. Развитые страны мира, которые уже достигли значительных успехов в решении проблем энергоэффективности, продолжают поиск новых источников энергообеспечения и разработку мероприятий по энергосбережению, что является позитивным примером для России [2].

Проблема энергоэффективности решается на основе новых подходов:

– улучшение технологического процесса с точки зрения энергоёмкости производства;

– развитие энергосбережения;

– расширение производства энергии за счёт восстанавливаемых источников.

В работе рассмотрен подход в развитии энергосбережения на подстанции (ПС) 35/10 кВ «Подюга».

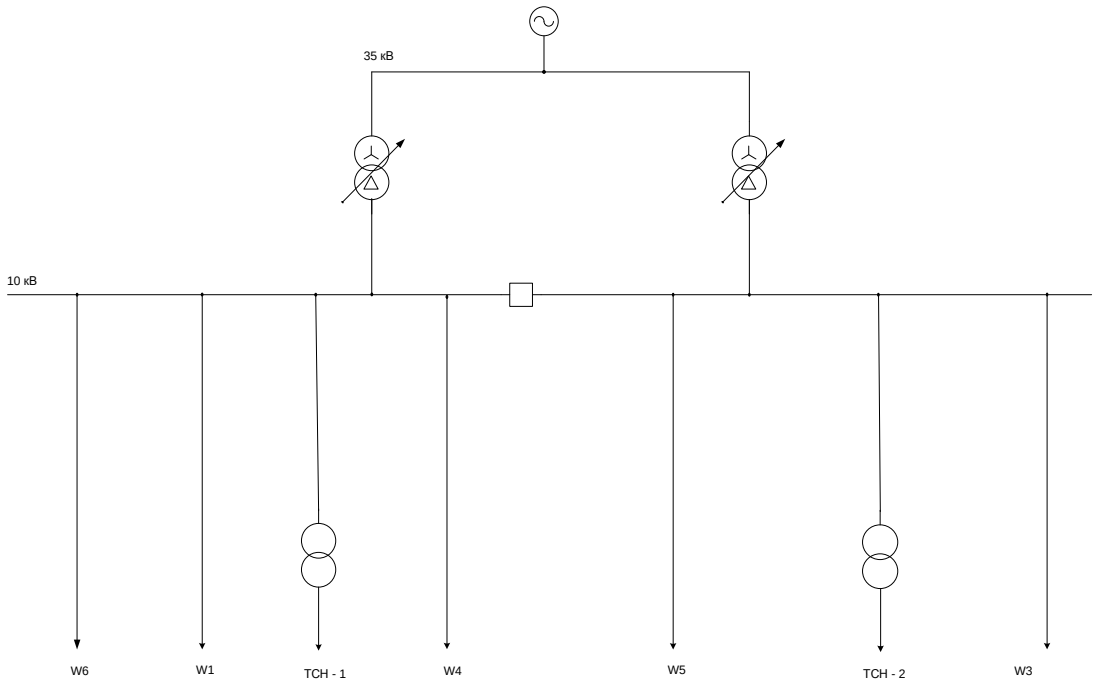


Рис. Расчетная схема ПС 35/10 кВ «Подюга»

Для достижения этой цели поставлен ряд задач:

– выбор современной автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ);

– сравнение водяного и электрического отопления для общеподстанционного пункта управления (ОПУ);

– модернизация оборудования.

Объектом исследования является: ПС 35/10 кВ.

Предметом исследования является:

1. Система собственных нужд ПС.
2. Разработка системы энергосбережения для ОПУ.
3. Разработка системы АСКУЭ.
4. Сравнение провода АС с проводом марки АССС^{TM} с композитным сердечником.
5. Модернизация освещения на территории ПС.

Актуальность данной работы в том, что она позволит выполнить часть государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» и выяснить процент снижения энергоемкости при работе подстанции 35/10 кВ «Подюга».

Новизна исследования заключается в применении современных технологий и сравнение энергозатрат подстанции до и после принятия технических решений по энергосбережению.

1. О энергоэффективности и развитии энергетики: Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. [Электронный ресурс] // Доступ из информационно-правовой системы «Гарант». – Режим доступа: http://minenergo.gov.ru

2. Энергосберегающие технологии будущего: Современные тенденции технических наук: материалы IV Междунар. науч. конф. / Е.С. Картамышева и др. – Казань: Бук, 2015. – С. 36-40.

3. Особенности развития и размещения электроэнергетики в регионах России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.ru/

СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ЗАМЕНЫ НЕИЗОЛИРОВАННОГО ПРОВОДА НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ

С.Н. Беликов

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В последние годы происходит интенсивное обновление воздушных линий электропередач. Линии с проводами и опорами старого образца, сооруженные из голых сталеалюминевых проводов марки АС, заменяют новыми магистралями, выполненными на основе самонесущего изолированного провода (СИП). Для того, чтобы в короткий срок и с высокой точностью сделать расчет замены старого оборудования, разработана программа расчета, которая позволяет выбрать оптимальное сечение провода СИП и арматуру для реконструируемой линии с учетом конфигурации опор. Данный способ не требует установки сложного программного обеспечения, удобен и достаточно прост в использовании.

Замена старых проводов требуется по ряду причин. Во-первых, это обусловлено преимуществами проводов СИП перед проводами марок А и АС. Во-вторых, к проводам предъявляются требования по безопасности в населенных пунктах и стоимости обслуживания данных ЛЭП.

К недостаткам оголенного провода относятся:

- скрещивание и короткие замыкания проводов при порывах ветра, снеге, гололеде;
- скрещивание проводов под воздействием ветвей деревьев;
- коррозия неизолированных токоведущих частей с последующим разрывом соединения;

• опасность поражения электрическим током при обрыве и падении провода;

• опасность поражения током при случайных контактах провода с животными и крупногабаритной техникой (вышки, краны, грузовые автомобили).

Провод из СПЭ позволяет, благодаря своим конструктивным особенностям, компенсировать недостатки неизолированных проводов, учесть условия безопасности и надежности электроснабжения. Основными преимуществами провода марки СИП являются:

• отсутствие или незначительное обрастание гололедом и мокрым снегом проводов, на изоляции которых не задерживается снег;

• при монтировании СИП уменьшены затраты на монтаж ВЛ, связанный с вырубкой более узкой просеки в лестной местности;

• снижение энергопотерь в линии из-за уменьшения более чем в три раза реактивного сопротивления изолированных проводов, по сравнению с АС;

• простота монтажных работ;

• возможность подключения новых абонентов под напряжением без отключения остальных от электроснабжения и, как следствие, сокращение сроков ремонта и монтажа;

• значительное снижение несанкционированных включений к линиям.

Подвес проводов СИП регламентируется ГОСТ 31946-2012 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия», а также правилами устройства электроустановок, в последнее издание которых внесены пункты по требованиям прокладки и монтажа СИП проводов.

Главная *цель* – разработать автоматизированный способ расчета замены неизолированных проводов на изолированные, который базируется на простом и доступном программном обеспечении. Важно отметить, что учитываются не только характеристики провода, но конструктивные особенности опор ВЛ и их линейная арматура, потери напряжения и мощности в линии.

Для реализации данной цели используется программа Microsoft Excel. Она делает расчет доступным, с одной стороны, так как является частью основного пакета Microsoft Office, с другой – не требует установки дополнительного дорогостоящего программного обеспечения, подключения к интернету, причем все расчеты могут быть сохранены в удобных, часто используемых, форматах: doc, docx, rtf и pdf.

Задачи:

1) сформировать базу данных технических характеристик проводов марок АС и СИП, линейной арматуры и др.;

2) написать алгоритмы для автоматизированных расчетов по выбору и проверке проводов;

3) разработать программу для расчетов на основе MS Excel;

4) проверить достоверность работы программы на реконструкции реального объекта: ВЛ 10 кВ №28 от ПС «Маега», город Вологда;

5) создать автоматическое формирование отчета;

6) внедрить методику в образовательный процесс студентов электроэнергетической специальности;

7) апробировать программу в энергетической компании, проектном бюро.

На рисунках 1 и 2 показаны фрагменты окна выбора и проверки неизолированного провода.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Активная передаваемая мощность	Рном	300	, кВт			Заполняем!
3	Реактивная передаваемая мощность	Qном		, кВар			
4	Номинальное напряжение сети	Uном	6	, кВ			Результат!
5	Напряжение в начале линии	Uнач	6,3	, кВ			
6	Номинальная частота сети	fном	50	, Гц			
7	Длина линии	l	2071	, м			
8		СИП-3					
9	Удельное активное сопротивление провода по справ.	r0		м/км			
10	Удельное индуктивное сопротивление провода по справ.	x0		м/км			
11	Коэффициент активной мощности	cosφ			sinφ	0,60	
12							
13		1) по д		тимому току проводника:			
14							
15	Iдоп - допустимый длительный ток, Iсети - расчетный ток в	Iдоп	≥	Iсети	,А		
16	линии	310	≥	29,00	Берем!		

2x16
3x16
4x16
2x25
3x25
4x25
5x16

Рис. 1. Окно расчета параметров нерасщепленного провода (пример)

	A	B	C	D	E	F
24						
25		3) по условию механической прочности				
26	Smin.мех - минимальное сечение по механической прочности	Sпров	≥	Smin.мех	, мм2	
27	по справочнику.	70	≥	40	Берем!	
28						
29		3) по условию короны				
30	Dij - расстояния между фаз на опоре.		Dab	Dac	Dbc	
31			3,88	2,255	2,255	, м
32	Диаметр провода по справ.	dпр	0,01	, м		
33	Среднее геометрическое расстояние между проводами.	Dср	2,70	, м		
34	Расчетное удельное индуктивное сопротивление провода	x0	0,39	, Ом/км		
35	Расчетное индуктивное сопротивление провода	x	0,80	, Ом		
36	Расчетное активное сопротивление провода	r	1,01	, Ом		
37	Расчетная удельная емкостная проводимость линии	b0	22,29	*10^-6, См/км		
38	Расчетная емкостная проводимость линии	B	46,17	*10^-6, См		
39	Емкостной ток линии	Ic	0,16	, А		
40	Емкостная реактивная мощность линии	Qc	1,66	, кВар		
41	Коэф. негладкости проводника	*m*	0,85			
42	Отн. плотность воздуха	δ	1,00			
43	Напр.эл.поля на поверх.провод.	E	1,15			
44	Нач.напр.поля коронирования	E0.к	117,13			
45	E0.к - начальной критической напряжённости электрического	0,9E0.к	≥	E	, кВ/см	
46	поля; E - напряжённость электрического поля около	105,42	≥	1,15	Берем!	
47	поверхности нерасщепленного провода					
48		4) по потерям напряжения в линии:				
49						

Рис. 2. Окно расчета параметров нерасщепленного провода (продолжение)

Результаты, полученные разработанным способом расчета (в программе MS Excel) по реконструкции воздушной линии 10 кВ №28 от подстанции «Маега», – это потери активной мощности, сошлись со значениями, данными специалистами акционерного общества «Вологодская областная энергетическая компания», следовательно, используемая методика верна. Способ не уступает в точности сложным и дорогостоящим программам САПР и может

быть внедрен в практическую деятельность образовательных учреждений, например, Вологодский государственный университет в качестве вспомогательного инструмента при расчете курсовых и дипломных работ.

1. Алюнов, А. Н. Веб-сервис для энергосбережения в системах электроснабжения [Текст] / А. Н. Алюнов, О. С. Вяткина // Вузовская наука – региону. – 2016. – С. 10-12.

2. Правила устройства электроустановок / Минэнерго России – 7-е изд. перераб. и доп. – Москва: Норматика, 2014. – 464 с.

3. Костин, В. Н. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В. Н. Костин. – Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2015. – 304 с.

4. Замена проводов марки АС на СИП. Арматура для монтажа [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: https://cable.ru/articles/id-1666.php.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

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

Коммунально-бытовое хозяйство в наше время считается одним из крупных потребителей топлива и энергии. По оценкам специалистов годичное потребление электроэнергии в жилом секторе превосходит в настоящее время 100 млрд кВт·ч, это приблизительно 8% всей энергии, производимой в России. Проанализировав данные энергоучета в жилом массиве, можно выявить попытки хищения энергии, только в Московской энергосбытовой организации энергетики за этот год обнаружили бездоговорное потребление электороэнергии более 185 млн кВт/ч на сумму выше 602,5 млн руб. [1]. Автоматизированные системы коммерческого энергоучета могут значительно сократить степень издержек на энергию.

Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии бытовых потребителей (АСКУЭ-БП) предусмотрены для организации энергоучета на электрических подстанциях и распредустройствах многоквартирных домов, в коттеджных поселках и дачных кооперативов.

Главными целями энергоучета считаются сохранение у большого количества потребителей недорогих однотарифных электросчетчиков; внедрение у каждого потребителя различных тарифных систем только лишь с заменой программного обеспечения в устройстве сбора данных без осуществления монтажных работ и смены электросчетчиков; мгновенный сбор показаний

электросчетчиков в многоквартирных домах; обнаружение хищений энергии, информирование об этом и даже на расстоянии отключение неплательщиков.

Внедрение АСКУЭ-БП осложняется – большим числом узлов учёта конечных потребителей и рассредоточением их на значительной площади.

Структура АСКУЭ-БП состоит из:

- электросчетчиков, которые хранят промежуточные вычисления в своей памяти;

- устройства сбора и передачи данных (УСПД), которые выполнены в виде многоканальных модемов с интерфейсным модулем и контроллером электросчетчиков;

- локальные блоки сбора данных, которые служат для управления работой электросетевых модемов, считывания показаний приборов учета, накопления и передачи данных в центральную диспетчерскую, синхронизации времени автономных блоков.

В компьютере центральной диспетчерской происходит обработка показаний приборов учета, вычисление суммы платежа за потребленные энергоресурсы, учет социального статуса потребителя, поддержка многотарифного корректирования, выписка счетов.

АСКУЭ-БП – это многоуровневая система, у которой иерархическое распределение обработки информации.

Первый уровень (проведение измерений) содержит первичные измерители (электросчетчики, трансформаторы тока и напряжения). Они обеспечивают непрерывное измерение параметров, а также предоставляют информацию на средний уровень. Тип передачи данных PLC – сеть 0,4кВ.

Второй уровень (сбор и обработка результатов измерений, диагностика средств измерений) включает УСПД. Тип интерфейса между УСПД и серверами третьего уровня – телефонная связь, радиосвязь, GPRS/GSM.

Третий уровень (получение, хранение, обрабатывание и передача измерений, проверка средств измерений) – информационно-вычислительный комплекс.

Структура должна быть оснащена системой единого времени во всех электросчетчиках, входящих в систему, которая синхронизируется от спутника GPS или ГЛОНАСС [2]. Пример АСКУЭ-БП для коттеджного поселка представлен на рисунке.

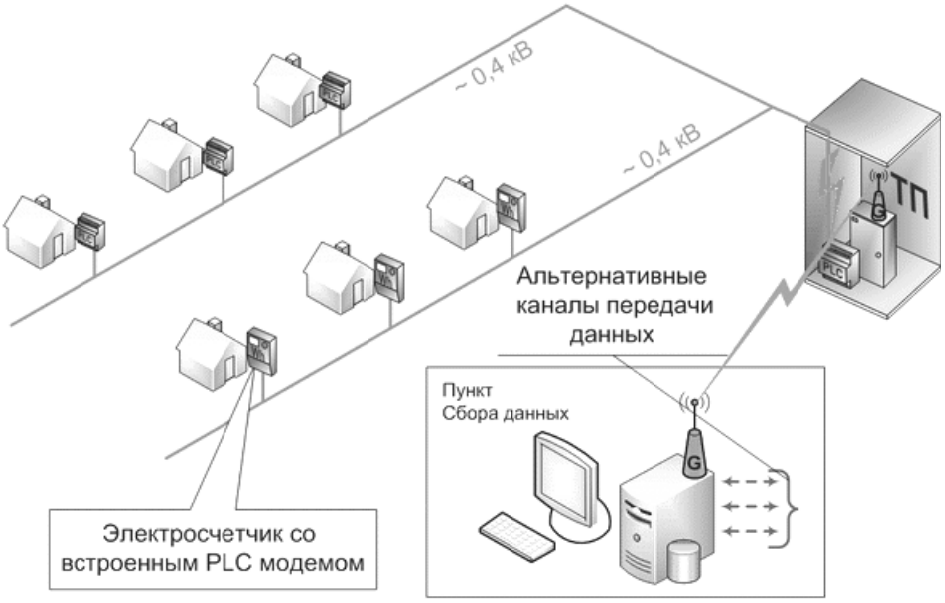


Рис. Структура АСКУЭ-БП коттеджного поселка

Для того чтобы увеличить энергоэффективность, очень важно найти решение максимального использования мощностей установленного оборудования и выравнивания графиков нагрузок по времени суток. Неравномерность нагрузки электросетей ограничивают энергосбытовые компании в подсоединении к сетям новых потребителей. АСКУЭ-БП дает возможность запрограммировать в счетчике наибольшую мощность потребления, дистанционно регулировать нагрузку потребителя при помощи реле управления, которое встроено в электросчетчик и запрограммированно по времени или величине потребляемой мощности, а также программировать электросчетчик на тарифы в зависимости от времени суток, что дает возможность выравнивать графики нагрузок.

Энергосбытовая компания может применять АСКУЭ-БП не только для автоматического выставления потребителям счетов за энергию, но и для устранения конфликтов. Легко предотвратить разногласия при помощи системы энергоучета, так как она может предоставлять одни и те же учетные данные как энергосбытовой организации, так и потребителю синхронно.

На основании приведённых исследований можно прийти к выводу, что осуществление проекта АСКУЭ-БП позволит уменьшить коммерческие потери в связи с недостоверным учетом электроэнергии, обусловленным использованием устаревших трансформаторов тока, напряжения и электросчетчиков; неверными схемами соединения приборов; предотвратить незаконное подключение потребителей; исключить ошибки в снятии показаний счетчиков или умышленного искажения измерений.

Целесообразность реализации проекта подтверждается повышением своевременности и правдивости энергоучета, обеспечением контроля выработки

электроэнергии и мощности на ТП в оперативном режиме, перспективой незамедлительного регулирования поставкой электроэнергии.

1. Народное образование // Статьи и исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energovopros.ru

2. Народное образование // Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru.

ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

С.М. Белых

Научный руководитель ***О.С. Вяткина****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одним из самых главных умений специалиста в энергетике при проектировании электрической сети является расчет нормальных и аварийных режимов. В важности этих расчетов очень трудно усомниться, ведь именно они являются фундаментом построения любой энергетической системы. Благодаря этим данным выбираются: необходимая коммутационная аппаратура, электрические машины (силовые трансформаторы, электрические двигатели и т.д.), воздушные и кабельные линии электропередач. Также от этих расчетов отстраивается защита вышеупомянутого оборудования.

В свою очередь, отсутствие умения правильно рассчитывать токи короткого замыкания может привести к ряду различных проблем. Например, ошибочно отстроенная защита влечет за собой повреждения дорогостоящих электрических машин и оборудования. Неверно выбранные линии не смогут выдерживать длительную работу электрической сети и впоследствии приведут к авариям [1]. Если действительное значения потерь напряжений будет больше расчетных, возникает весомая опасность для всех электрических приемников. Все эти проблемы между собой объединяют колоссальные затраты, а также возможность нанести непоправимый вред здоровью человека.

Для решения всех этих проблем, которые влечет за собой неправильность расчетов нормальных и аварийных режимов, был спроектирован расчетный модуль «iTKZ» на сайте «Online Electric». Он позволяет произвести вычисления режимов в электрических сетях от 0,4–1150 кВ [2]. Однако при работе в данном модуле может возникнуть множество вопросов при заполнении граф, а также при расчете исходных данных, которые необходимы для результатов расчета.

Чтобы ознакомится с данным модулем на определенных примерах, предлагается использовать интерактивный обучающий комплекс пользователя. Идея программы заключается в том, чтобы студент или любой другой пользователь смог самостоятельно ознакомиться с возможностями «iTKZ», а также

отточить навык расчетов параметров электрической сети напряжением 0,4–1150 кВ [2]. Данную программу также можно представить в виде методического указания для лабораторных работ со студентами.

При входе в модуль «iTKZ» у пользователя будет возможность перейти в обучающую программу. В данной программе он выбирает напряжение электрической сети, которая подлежит расчету. Возникает пример расчета выбранного напряжения: схема, типы оборудования и расчет параметров сети. После ознакомления с примером расчета параметров сети, пользователь рассматривает пример заполнения модуля со всеми его особенностями и приступает непосредственно к расчету режимов электрической сети.

По ходу вычисления параметров сети интерактивный комплекс может подсказать особенности расчетов для разных типов схем, показать интересующие формулы со всеми составляющими. Работа с программой осуществляется соответственно алгоритму, представленному на рисунке.

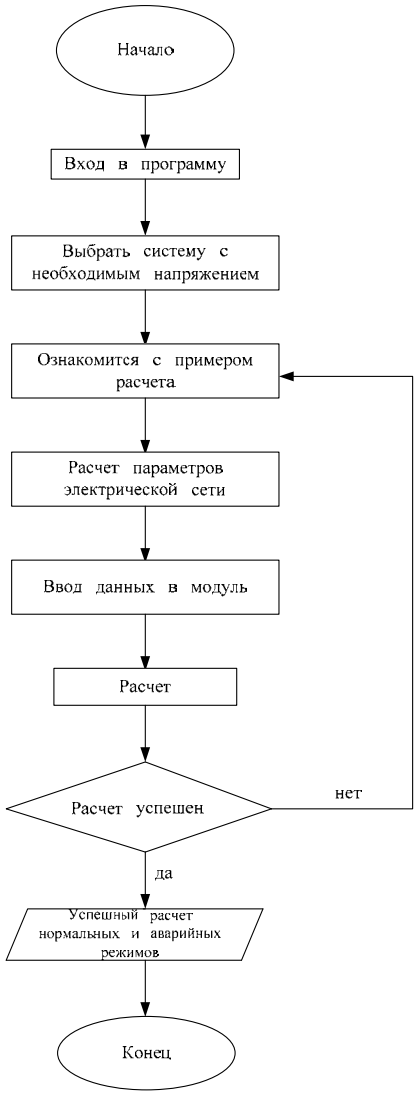


Рис. Алгоритм использования интерактивного комплекса

Данная интерактивная программа также представляется в виде методических указаний для лабораторных работ обучающихся Вологодского государственного университета. Текущее пособие позволит отточить навык расчета нормальных и аварийных режимов сети, параметров этой сети, а также проведения качественного анализа результатов расчета.

Методическое указание должно содержать следующую структуру:

1) пример электрической сети, имеющей все необходимые исходные данные, напряжением от 0,4 кВ до 1150 кВ;

2) однолинейная схема;

3) формулы, необходимые для расчета параметров сети;

4) пример расчета данной сети;

5) графические примеры ввода результатов в модуль «iTKZ»;

6) вывод согласно результатам расчета.

В настоящее время от специалистов энергетики требуется умение правильно рассчитывать режимы электрической сети, а также уметь анализировать эти расчеты. Интерактивная программа обучения в совокупности с учебным пособием позволит обеспечить обучающихся профессиональным навыкам, что, несомненно, скажется на их конкурентоспособности на рынке труда.

1. Правила устройства электроустановок / ред. А.М. Меламед. –7-е изд. – Москва: НЦ ЭНАС, 2011. – 552 с.

2. Алюнов, А.Н. Онлайн Электрик: Интерактивные расчеты систем электроснабжения / А.Н. Алюнов. – Режим доступа: https://online-electric.ru.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БРЕВНО-ПОВОРОТНОГО СТАНКА ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

А.И. Быстров

Научный руководитель ***Л.Е. Старкова****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Предприятия деревоперерабатывающей промышленности являются энергоемкими предприятиями. Основными технологическими механизмами с приводами, оснащенными асинхронными или синхронными двигателями, являются: агрегаты для приема, выгрузки и раскряжевки древесины; корообдирочные барабаны; корообжимные прессы; обрезные станки; многопильные станки и лесопильные рамы; рубильные машины; устройства пневмотранспорта технологической щепы и отходов, а также другие механизмы. Загрузки таких механизмов варьируются в широких пределах.

Исследования режимов работы электродвигателей технологических агрегатов показали, что большинство из них имеют низкие коэффициенты загрузки: установка по производству технологической щепы – 0,3; цепной поперечный транспортер – 0,2; конвейер ленточный – 0,45; лесопильная рама первого ряда – 0,43; механизм поштучной выдачи досок – 0,3; дымососы № 1 и № 2 – 0,54; бревно-поворотный станок – 0,2.

КПД электродвигателей зависит от их степени загрузки. Одним из наиболее простых способов повышения КПД при низкой загрузке является переключение обмоток статора двигателя с треугольника на звезду. Это приемлемо, если загрузка стабильно низкая, однако при переменной нагрузке необходимо отслеживать ее изменение и регулировать напряжение на двигателе в динамическом режиме.

Используя известную формулу, определены относительные значения напряжения при заданном коэффициенте загрузки, при условии, что КПД будет иметь наибольшее значение:

$$K_U \approx \sqrt[4]{\frac{k_f^3 * \Delta P_{M,HOM} * M_{C*}^2}{(0{,}61+0{,}39*k_f) * \Delta P_{c.ном}}} \qquad (1.1)$$

$K_U = \frac{U}{U_{ном}}$, где U – значение напряжения на клеммах двигателя [1].

Расчеты выполнены для бревно-поворотного станка мощностью $P_Н$ = 55 кВт. Результаты показаны на рис.1 в виде зависимости $\eta = f(K_З)$ при разных значениях K_U.

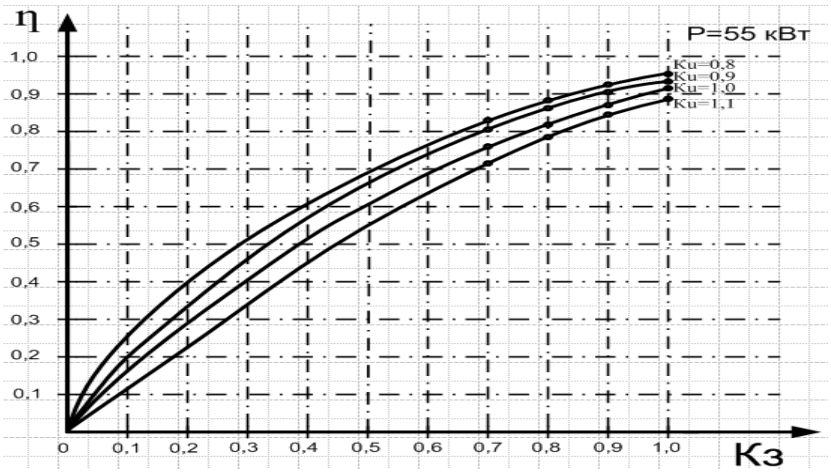


Рис. 1. Изменения КПД двигателя при изменениях K_U и $K_З$

Из рисунка 1 видно, что при снижении K_U КПД растет. При $K_З$ = 0,2 и K_U = 0,8 он составляет 0,4. С целью повышения КПД можно заменить установленный электродвигатель на двигатель меньшей мощности. Но согласно прак-

тике эксплуатации бревно-поворотного станка, необходимо отметить, что его максимальная загрузка может составить 0,6 и в процессе эксплуатации изменяется в широких пределах. На основе экспериментальных данных построен график изменения нагрузки бревно-поворотного станка (рис. 2).

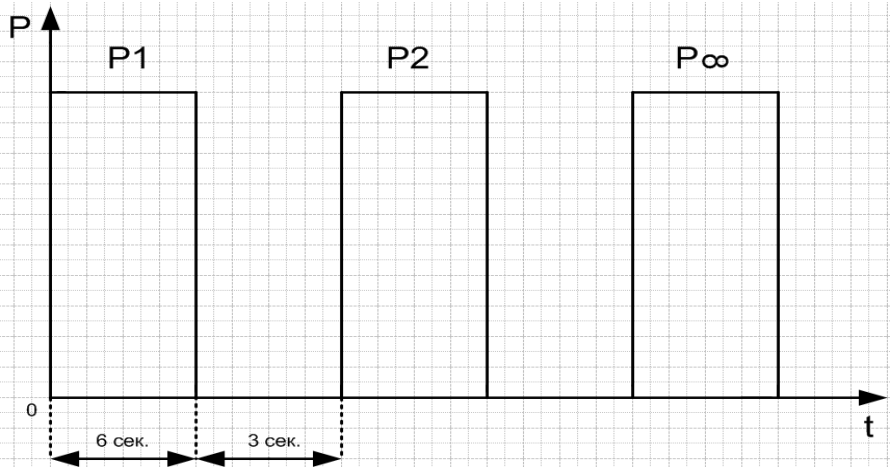


Рис. 2. График работы бревно-поворотного станка

Как следует из рисунка, станок работает в повторно кратковременном режиме. Повышение КПД двигателя можно достичь путем снижения питающего напряжения. Проведенные исследования напряжений на РП, к которому подключен бревно-поворотный станок, показаны на рисунке 3. Исследование производилось в августе 2018 г., т.е. в период минимума нагрузки. Как следует из приведенных графиков, напряжение ниже номинального на 1%. При этом КПД двигателя с загрузкой 0,2 составит 0,27. В период максимума нагрузки значение напряжения на РП составляют 0,9 $U_Н$, при этом коэффициент полезного действия станка при загрузке 0,2 составит 0,32.

Повысить η электродвигателя можно дальнейшим снижением напряжения до K_U = 0,8., при этом η электродвигателя возрастет до 0,4., т.е. на 31,5%.

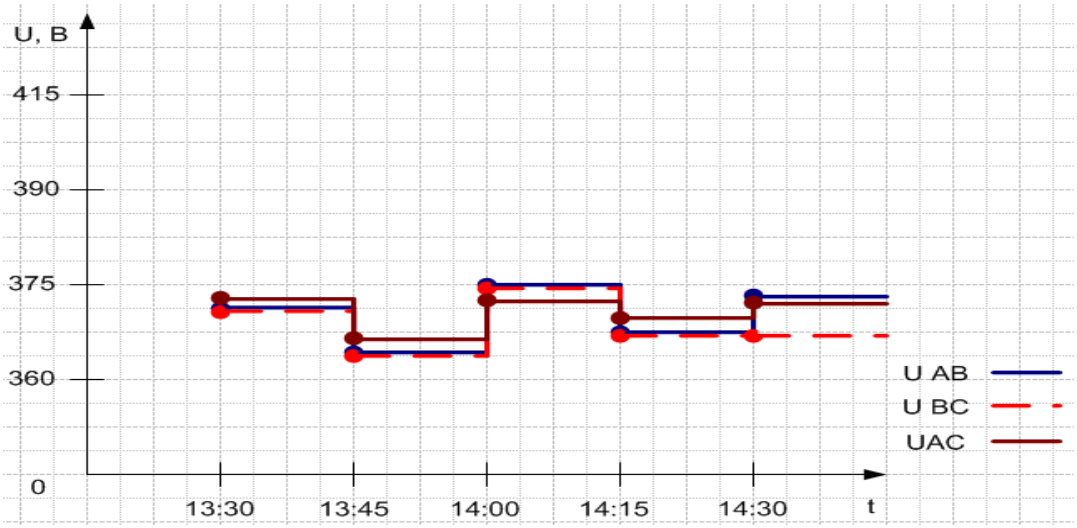


Рис. 3. График напряжений на шинах распределительного пункта

Для регулирования напряжения предлагается использовать устройство «NORMEL», предназначенное для работы в сетях напряжением 400/230 В. Проведенные исследования [2] показали его высокие характеристики. Недостатком устройства является одноступенчатое регулирование напряжения в пределах +5÷ -5% в диапазоне 170–260 В, что соответствует требованиям ГОСТ Р 54149-2010 на качество электроэнергии, но недостаточно при низких коэффициентах загрузки потребителей электроэнергии [3]. С целью усовершенствования устройства предлагается в сетевой обмотке предусмотреть автоматическое регулирование напряжения с шагом -20% (-2%х10) (рис. 4–5).

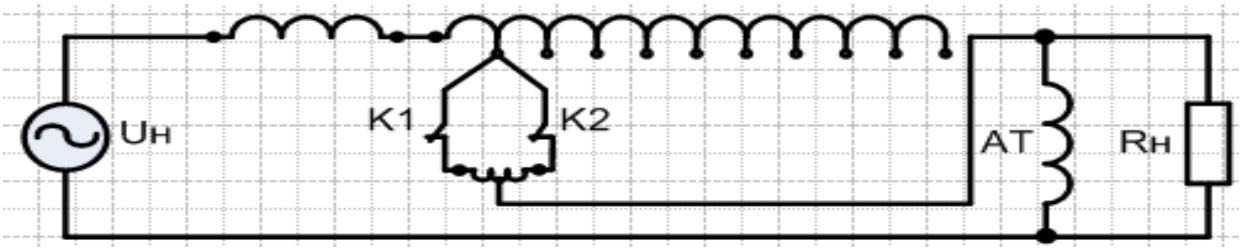


Рис. 4. Устройство «NORMEL» с отпайками

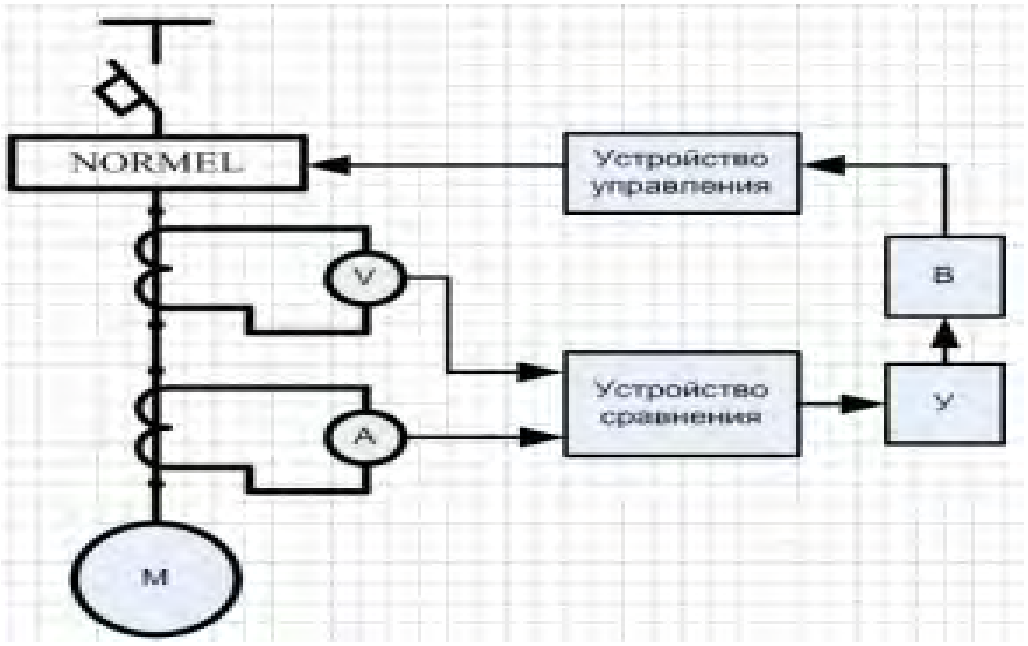


Рис. 5. Структурная схема автоматического регулирования

1. Сыромятников, И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / И.А. Сыромятников. – Москва, Энергоатомиздат,1984. – 240 с.

2. Старкова, Л.Е. Экономия электроэнергии в низковольтных сетях. – Энергоэффективные технологии в современном учреждении: материалы Международного энергетического форума. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 120 с.

3. Старкова, Л.Е. Качество электрической энергии: учебное пособие / Л.Е. Старкова. – Вологда: ВоГУ, 2015. – 87 с.

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

П.А. Вологдин
Научный руководитель ***Г.А. Кичигина****, канд. экон. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

К 2018 году цифровые технологии повышают свой уровень развития и активно внедряются в различные сферы жизнедеятельности человека. Накануне очередной промышленной революции переход на автоматизацию и цифровизацию рабочих процессов затронул и электроэнергетическую отрасль, а именно в последнее время набирают популярность цифровые подстанции (ЦПС). Эта инновационная идея в ряде развитых европейских стран очень эффективна и пользуется спросом, в то время в России такая технология отстает, и уровень развития повышается медленным темпом.

Целью данной работы является выявление необходимости внедрения цифровых подстанций в энергетику РФ для дальнейшего роста ее развития. Для достижения цели были поставлены следующие первичные задачи:

– изучить структуру и преимущества ЦПС;

– познакомиться с известными производителями элементов таких подстанций;

– проанализировать дальнейшие перспективы развития.

Ознакомившись с различной литературой, можно дать определение, что такое цифровая подстанция. ЦПС – это подстанция, выполненная с использованием современных технологий автоматизированного управления, где обмен информацией между большинством элементов осуществлен по оптическим кабельным связям, а процессы подстанции представлены в цифровизированном виде [1–4].

Основой является объединение современных высокоинтеллектуальных электронных устройств управления и защиты объекта, подстанционного первичного электрооборудования, которое поддерживает соответствующий стандарт МЭК 61850. В его состав входят распределительные устройства (высшего и среднего напряжения), силовые и измерительные трансформаторы. Информационная шина процесса МЭК 61850 является ключевым звеном цифровой подстанции. С помощью данного элемента появляется возможность замены большого количества медных кабельных связей на безопасную оптическую сеть, которая соответствует определенным стандартам. Данная сеть поддерживает постоянную связь электрооборудования распределительного устройства (РУ) с другими различными установками, такими как интеллектуальные электронные устройства, трансформаторы (измерительные), системы управления и наблюдения и др. Основной функцией шины процесса является распространение информации о текущем состоянии оборудования и соответ-

ствующих измерениях. Данный процесс передачи по всему периметру подстанции осуществляется в режиме реального времени без применения кабельных связей [1, 3, 4].



Рис. 1. Структурная схема ЦПС

Преимущества ЦПС над традиционной подстанцией дают понять о дальнейших перспективах внедрения и развития их в нашем государстве.

К основным достоинствам можно отнести:

– длина медного кабеля уменьшается до 80% (большое количество медных проводов заменены каналами оптико-волоконной связи);

– ускорение монтажа на 40%;

– снижение занимаемой площади в общеподстанционном пункте управления (ОПУ) до 60%;

– уменьшение уровня стоимости эксплуатации;

– обеспечение скорейшего внедрения инновационных технологий за счет создания ЦПС;

– снижение требований к трансформаторам тока (ТТ) и мощности их вторичных обмоток при использовании цифрового сигнала;

– усиление уровня контроля за электрическими установками подстанции благодаря непрерывному управлению и точному анализу [1, 2].

Помимо плюсов данной технологии существует ряд проблем, которые значительно затрудняют внедрение ЦПС в сферу энергетики. Один из основных недостатков заключается в том, что при проектировании и вводе в эксплуатацию таких подстанций появляется вопрос о резервировании и необходимости обеспечения надежности линии каналов для передачи данных. Сложность системы связи между электрическими интеллектуальными устройствами – это еще одна из проблем таких современных технологий. Поскольку требуется не только выбрать и установить определенное оборудование, но и возникает необходимость настроить его соответствующим образом. Данные настройки исключат возникновение ошибок и проблем из-за неправильного направления и объема потока информации на шине процесса. Следствием этой

проблемы является необходимость в высококвалифицированном персонале, который будет обслуживать ЦПС, с высоким уровнем знаний и опытом работы с данным оборудованием [2, 5].

Производителей элементов ЦПС, взаимодействующих с ПАО «Россети», единицы, что также является препятствием в освоении данной технологии. Российская сетевая компания работает со швейцарской фирмой ABB. Одним из элементов современного оборудования для ЦПС от данного производителя является оптический измерительный трансформатор FOCS-FS. Это оптический датчик тока, который представляет собой разновидность технологии ABB FOCS. Он представлен в виде измерительного цифрового аппарата, который обеспечивает интерфейс Ethernet, соответствующий IEC6185O-9-2LE для высоковольтных цифровизированных подстанций и сетей Smart grids (умных сетей) [2–6].

Российское научно-производственное предприятие ЭКРА также предлагает ряд оборудования для ЦПС. Примерами такого оборудования являются терминалы релейной защиты и автоматики для сетей 110-750 кВ БЭ-2704. Он включает в себя высокочастотные защитные устройства линии, дистанционные и токовые ступенчатые защиты. Также защита трансформаторов в виде дифференциальной защиты и защита шин (12 присоединений) [3].

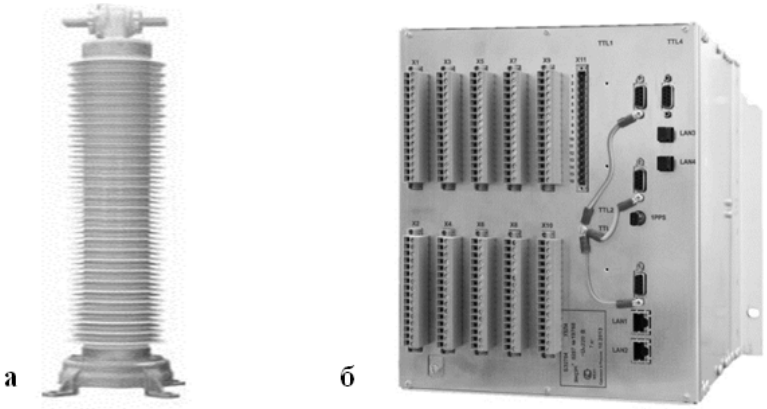


Рис. 2. Элементы ЦПС
а) оптический датчик тока FOCS-FS;
б) терминал РЗА БЭ-2704

Медленное развитие цифровых подстанций в России обусловлено тем, что на данный момент эффективность освоения данных технологий остается окончательно недооцененной.

Исходя из этого, направленность дальнейших исследований будет заключаться в выявлении целесообразности внедрения современных цифровых подстанций в энергетику нашей страны, а также в исследовании вопроса о выборе оптимальных элементов данных ПС и их производителей.

1. Разработка и внедрение ЦПС на вновь строящихся и реконструируемых объектах энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mrsksevzap.ru/infodisclosurerootpage

2. Преодоление разрыва между технологиями. Внедрение цифровых подстанций [Электронный ресурс] // ABB. – 2018. – 30 с. – Режим доступа: http://digitalsubstation.com/wp-content/uploads/2018/04/26.-ABB.pdf

3. Структура цифровой подстанции. Особенности построения и надежность [Электронный ресурс] // ЭКРА. – Режим доступа: https://ekra.ru/company/novosti/1006-ocherednaya-cps-osnaschena-oborudovaniem-npp-ekra.html

4. Цифровая подстанция МЭК 61850 [Электронный ресурс] // Вектор. – 22 с. – Режим доступа: http://etz-vektor.ru/products/buklet_MEK_61850.pdf

5. Цифровая подстанция [Электронный ресурс] / NR Eltctric Co.,Ltd. – Режим доступа: http://www.ntc-power.ru/media/files/Presentation_CPS.pdf

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

НАБОР ДАННЫХ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

И.В. Вязников

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной статье разбирается набор данных о состоянии здоровья, который можно будет использовать для неинвазивного обнаружения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и клинических показателей. Набор включает в себя сигналы фотоплетизмографии (ФПГ), значения артериального давления (АД), физиологические параметры. Сбор данных проводился под контролем типовых экспериментальных условий и технических условий. Нами этот набор данных будет использован для разработки прибора в составе системы мониторинга и прогнозирования АД. Эти данные также могут быть использованы для изучения раннего и неинвазивного скрининга распространённых ССЗ, таких как гипертония и другие, связанные с ССЗ заболевания, например, диабет.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения сердечно-сосудистые заболевания являются главной причиной смертности в мире. К примеру, за 2015 год ишемическая болезнь сердца и инсульты в общем и целом унесли жизни 15 миллионов человек. Уже больше 15 лет сердечнососудистые заболевания являются первыми из списка причин смерти в мире [1]. Поэтому особенно важно своевременно диагностировать намечающиеся патологические изменения в кровеносной системе и в организме.

Параметры сердечно-сосудистой системы, определяемые с помощью сигнала ФПГ, включают в себя частоту сердечных сокращений, насыщение крови кислородом, показатели артериального давления, оценку артериальной жесткости и скорость распространения пульсовой волны [2].

Конечной целью наших исследований является создание системы прогнозирования скачков АД [3]. Поэтому в рамках данной работы цель понимается нами как анализ полученных данных для их правильной интерпретации и понимая в итоговой системе. Чтобы достичь этой цели необходимо решить следующие задачи:

1) проанализировать состав участников измерений;
2) рассмотреть процедуру измерений;
3) сделать выводы о слабых местах данных и процедуры.

Рассматриваемая база данных ФПГ и АД (PPG-BP) включает в себя клинические данные добровольцев, в число которых входят пациенты кардиологических отделений Вологодской городской больницы № 1 (г. Вологда, Россия), студенты и работники Вологодского государственного университета и Вологодского техникума железнодорожного транспорта. Этот набор данных был собран от 182 человек в возрасте от 17 до 89 лет (рис. 1). Мужчины составляют 55% от общего числа участников (рис. 2). Набор данных охватывает несколько заболеваний, включая гипертонию и гипотонию, диабет, инфаркт миокарда, недостаточное кровоснабжение мозга.

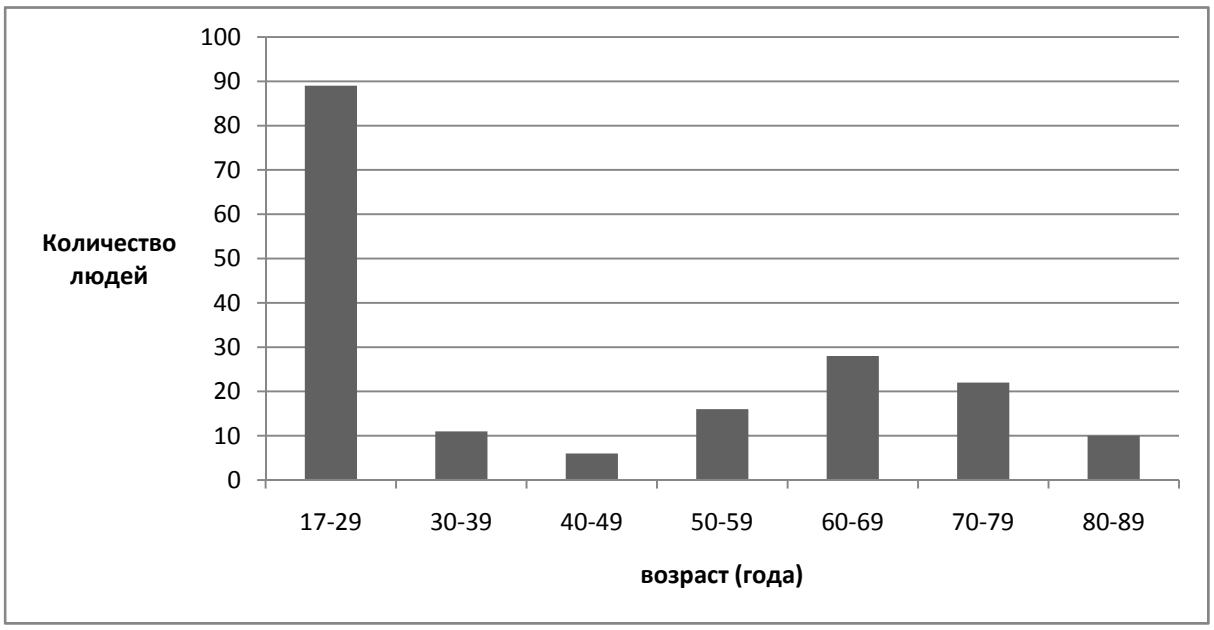


Рис. 1. Гистограмма возрастных групп участников

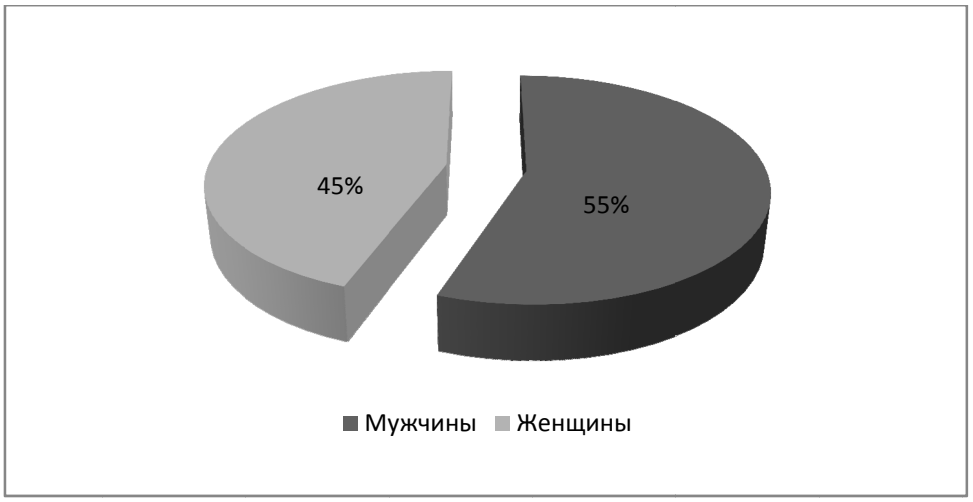


Рис. 2. Диаграмма распределения по полу участников

Программа сбора данных включала сбор информации об основной физиологии людей (рост и вес), сбор сигналов формы волны ФПГ и одновременное измерение артериального давления.

Сигнал ФПГ снимался с помощью пульсоксиметра CMS 500 (компания Heaco, Великобритания), артериальное давление измерялось с помощью автоматического плечевого тонометра AND UA-777 AC (компания AND, Япония).

Перед началом измерений каждый участник садился или ложился в удобную для него позу. Сначала производился опрос и замерялось артериальное давление с помощью тонометра. Следом пульсоксиметром снималась ФПГ в течение трёх минут с кончика пальца. За это время человек сидел или лежал без движения, каждому участнику предлагалось дышать как обычно. Это создавало контролируемые условия, которые позволили снизить помехи сигнала к минимуму. Рисунок 3 показывает физиологические показатели участников в порядке возрастания в зависимости от возраста.

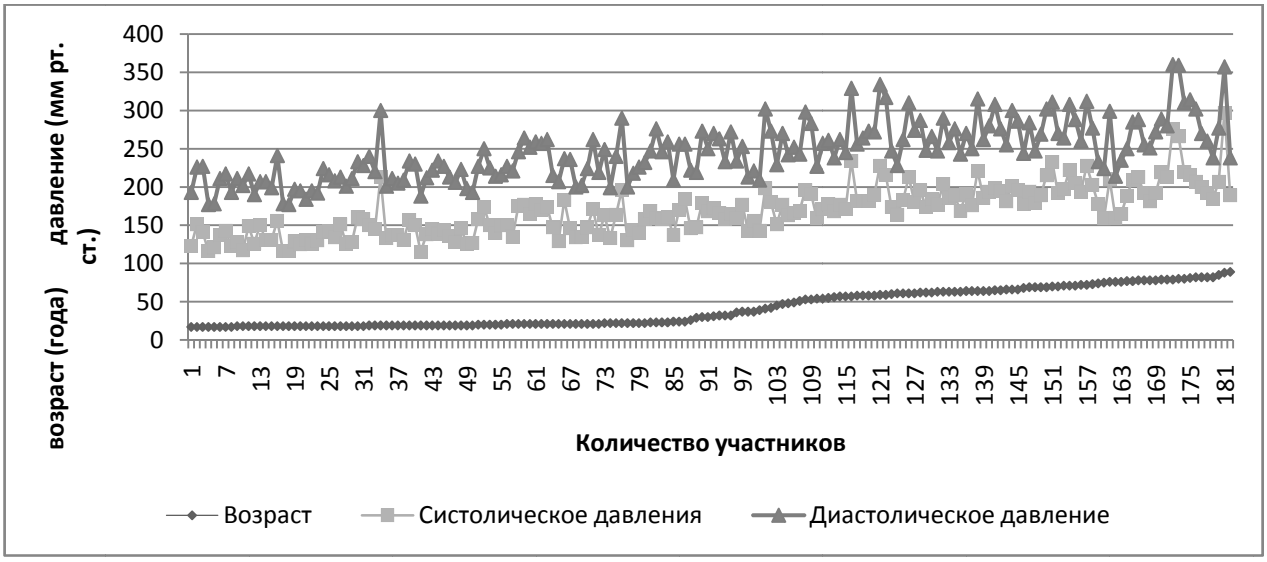


Рис. 3. Статистика физиологических записей

Этот набор данных может быть использован для анализа, определения и извлечения морфологической информации формы волны ФПГ. Для нас в дальнейшем интерес представляет использования данных для обнаружения зависимости между ФПГ и АД, с целью создания и настройки программно-аппаратного комплекса для прогнозирования динамики артериального давления. Этот комплекс будет включать прибор для неинвазивного измерения АД (состоящий из плетизмографического датчика и микроконтроллера) и нейронную сеть, для чьей работы и собирался рассматриваемый набор данных. Подробнее об этом рассказывается в [3].

В конечном итоге можно сделать некоторые обобщения. Как видно из рисунка 1, уязвимостью набора данных является перекос первой возрастной группы, тогда как остальные представлены не столь объёмно, хотя представляют больший клинический интерес. Слабой стороной процедуры, на наш взгляд, является то, что она проходит в сглаженных условиях, несколько оторванных от реальных. Одним из решений по преодолению влияния этих слабостей на разрабатываемую систему можно назвать использование данных из других открытых источников.

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] // 10 ведущих причин смерти в мире: [сайт]. [2017]. – URL: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/ru/ (дата обращения: 23.10.2018).

2. Liang, Y. A new, short-recorded photoplethysmogram dataset for blood pressure monitoring in China [Электронный ресурс] / Y. Liang, Z. Chen, G. Liu, M. Elgendi // International journal of science Nature: [сайт]. [2018]. – URL: https://www. nature.com/articles/sdata201820#t1 (дата обращения: 28.10.2018).

3. Ударатин, А.В. Применение искусственного интеллекта для диагностики состояния здоровья человека / А.В. Ударатин, И.В. Вязников // Академическая наука – проблемы и достижения. Том 3: межд. конф. (North Charleston, USA, 26–27 марта 2018). – North Charleston, SC, USA: CreateSpase, 2018. – С. 69–71.

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ ПОСРЕДСТВОМ БЕСПРОВОДНЫХ ДАТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

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

Невозможно представить нашу повседневную жизнь без электроэнергии. Можно с уверенностью утверждать, что человечество целиком и полностью зависимо от нее. Мы постоянно пользуемся электрическими приборами, которые, в большинстве своем, достаточно чувствительны к изменению параметров электрической сети. Немного увеличится ток – перегорит лампочка, просядет напряжение – остановится двигатель, либо изоляция его обмотки сгорит и так далее. Все это примеры поломок и аварий. Чтобы избежать их, свести все риски к минимуму, необходим постоянный мониторинг за параметрами электрической сети и автоматическое управление.

В сети 0,4 кВ основной защитной коммутационной аппаратурой является автоматический выключатель. Прибор, простой в использовании и хорошо изученный. Однако, данный аппарат ограничен в своих функциях. После отключения он автоматически не сможет вернуть себя во включенное положение. Для этого необходимо его включить вручную. Также автомат может сработать ошибочно, если выбран неправильно по условиям селективности.

Для решения данной проблемы я предлагаю использовать следующий подход.

Французская компания «Schneider Electric» разработала ряд устройств, которые позволяют в условиях реального времени отслеживать процессы, происходящие с электрическими нагрузками, сигнализировать о любых неисправностях сети и, самое главное, позволяют удаленно управлять автоматическими выключателями.

Основными устройствами в этой серии, позволяющими реализовывать данные функции, являются беспроводные датчики электроэнергии «Power Tag». Они устанавливаются сверху (либо снизу) на автоматический выключатель. Через отверстие в корпусе датчика проходит провод. По принципу трансформатора тока данный прибор преобразует проходящий по проводу ток и через сеть WI-FI передает данную информацию приемнику, который связан с компьютером через Ethernet. Диспетчер видит на экране компьютера всю информацию об электрической нагрузке в виде таблиц и графиков: данные по потреблению энергии, токам, мощности, напряжению, коэффициенту мощности. Возможна проверка симметричности нагрузки фаз (3- и 4-полюсные датчики).

С помощью этих датчиков и комплектующих, работающих с ними в комплекте, можно обеспечить контроль и защиту оборудования. Если уровень потребления электроэнергии повысится выше заданного, пользователь сразу получит уведомление на компьютер либо на телефон. При аварийных отключениях автоматических выключателей пользователь также будет получать уведомления о падении напряжения и перегрузке.

Как упоминалось выше, информация на компьютер попадает через сеть Ethernet. Schneider Electric специально разработали программное обеспечение, которое можно абсолютно бесплатно скачать с официального сайта компании [1] с базовым набором функций. На рисунке 1 представлены 2 вида датчиков Power Tag (2- и 3-полюсные) и приёмное устройство, которое осуществляет сбор информации с датчиков и передает ее на компьютер.



Рис. 1. Внешний вид датчиков Power Tag

На рисунке 2 представлен набор комплектующих для управления автоматическими выключателями: мотор-редуктор необходим для восстановления первоначального состояния выключателя, распределительная панель Smart Link необходима для непосредственного соединения с компьютером приемного устройства. Также на рисунке представлены модульные контакторы, дополнительные контакты, соединительные провода.

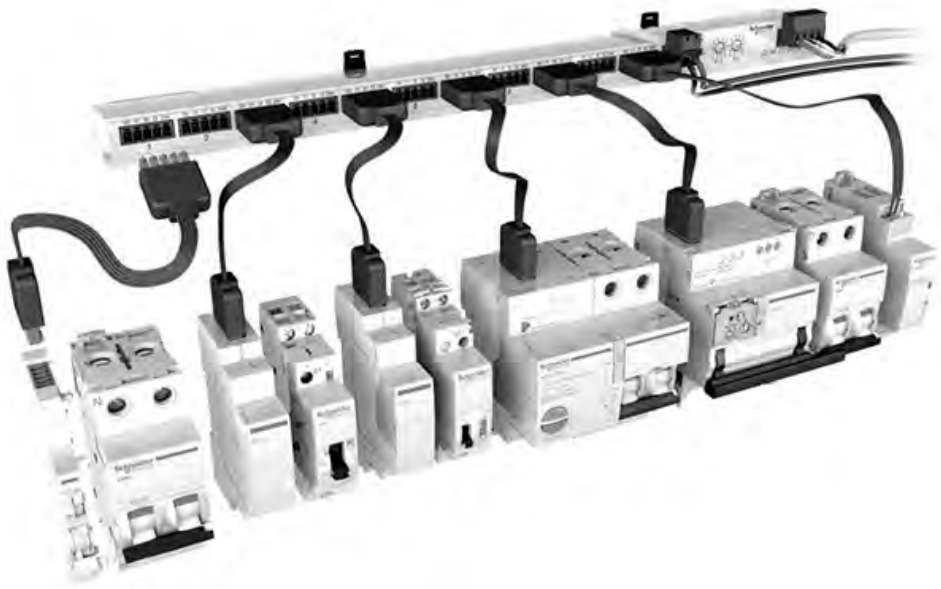


Рис. 2. Модульная аппаратура

В качестве проекта для магистерской диссертации я хочу собрать лабораторный стенд на данном оборудовании. Смета составлена на данный момент, необходимое оборудование заказано. Стенд полностью будет собран мной.

Подобное оборудование будет полезно для изучения обучающимися. В России оно распространено очень ограниченно, но, я уверен, будущее за ним. Опыт работы с данными датчиками поможет обучающимся нашего направления познакомится с передовыми разработками в области электроэнергетики, понять, куда направлен вектор развития технологий в данной области.

1. Официальный сайт АО “Schneider Electric» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.schneider-electric.ru/ru/work/products/ product-launch/powertag/

УПРАВЛЕНИЕ ПОДВОДНОГО РОБОТА

А.А. Гресев
Научный руководитель ***Н.А. Хромцова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время существует обширная классификация подводных роботов. Один из видов классификации по управлению, разделяются на автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) и телеуправляемые подводные аппараты (ТНПА). Разрабатываемый мной робот относится к ТНПА. Для управления был выбран кабель типа витая пара.

Витáя пáра (англ. Twisted pair) – вид кабеля связи, представляет собой одну или несколько пар изолированных проводников, скрученных между собой (с небольшим числом витков на единицу длины), покрытых пластиковой оболочкой.

Категория витой пары связана, в первую очередь, со скоростью передачи информации. Ни внутренняя конструкция кабеля, ни материалы и т.п. не определяют напрямую категорию кабеля. Материалы и конструкция должны обеспечивать необходимые технические характеристики: скорость, долговечность, максимальное расстояние передачи и т.п. На сегодня в мире стандартизировано семь категорий витой пары. Наибольший объем при прокладке новых сетей занимает пока кабель 5-й категории (более ранняя модификация – CAT5e) – полоса частот 100 МГц (100 Мбит/с). 125 МГц (100 Мбит/с при использовании 2 пар и до 1000 Мбит/с при использовании 4 пар). Кабель данной категории получил самое широкое распространение [1]. Общий вид витой пары показан на рисунке 1.

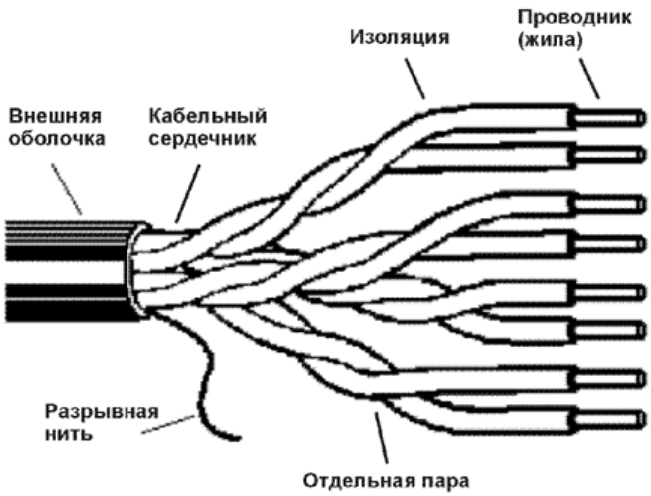


Рис. 1. Общий вид витой пары

Ниже приведена сводная таблица характеристик кабелей.

Таблица 1

Сравнение кабелей

Категория витой пары	3	5	5E	6
Цена	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая
Скорость передачи данных	От 10 – 100Мбит/с	До 100 Мбит/с	От 100 – 1000 Мбит/с	До 10 Гбит/с
Полоса частот	16 Мгц	100 Мгц	125 Мгц	250 Мгц
Эластичность	Гибкий	Гибкий	Гибкий	Жесткий
Максимальная длина	100 метров	100 метров	100 метров	250 метров

Для проекта будет использован кабель категории 5E. Материал PE – полиэтилен (для внешней прокладки), материал проводника высокоочищенная бескислородная медь.

Ниже приведен расчет площади исследуемой поверхности, которую может исследовать робот, на максимально рабочей глубине в 30 метров. На рисунке 2 приведена вспомогательная схема для расчета.

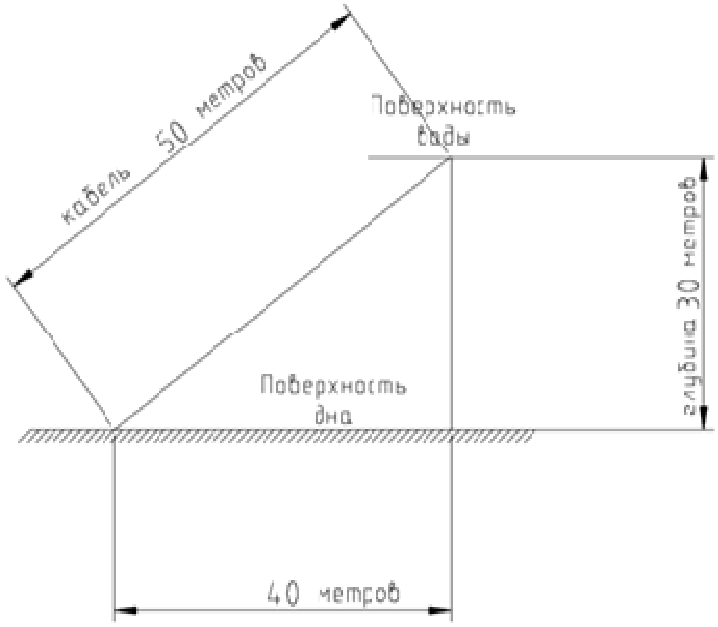


Рис. 2. Расчет площади исследуемой поверхности

Если взять максимальную расчетную глубину в 30 м и приемлемую длину кабеля 50 м, то по теореме Пифагора, зная длину катетов, можно найти гипотенузу.

$$C = A^2 + B^2 \text{ , м,} \qquad (1)$$

где C – длина гипотенузы;

A – длина катета;

B – длина катета;

Подставим в формулу (1) данные, обозначенные в техническом задании:

A – максимальная требуемая глубина, (30 метров);

B – длина управляющего кабеля, (50 метров);

C – расстояние которое пройдет робот над дном, на максимальной глубине;

$C = 30^2 + 25^2 = 40$ м.

Из расчета получаем – 40 метров может пройти робот на максимально рабочей глубине. Но чтобы определить площадь исследуемого дна, нужно воспользоваться формулой нахождения площади круга, радиусом которого будет расстояние пройденное роботом по прямой.

$$S = \pi r^2 \text{ м}^2, \quad (2)$$

где $\pi = 3{,}14$;

r – радиус окружности (40 метров);

Подставляем значения, получаем:

$$S = 3{,}14 \cdot 40^2 = 5024 \text{ м}^2.$$

Площадь исследуемого дна на максимально рабочей глубине составит 5024 м^2.

При такой длине кабеля робота можно использовать как с судна так и с берега.

1. Витая пара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.center-bespeki.com/news/kabel_vitay_para_sravnenie/

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

С.А. Дроздова

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Использование электродвигателей (ЭД) в современной жизни человека получило широкое распространение в различных областях его деятельности. Наиболее широко ЭД применяют в промышленном производстве, а также в агрономическом комплексе.

ЭД, как и любые другие механизмы, подвержены различным повреждениям, которые приводят к технологическим простоям и недовыпуску продукции. Поэтому ЭД необходимо подвергать ремонту. Наиболее частая проблема в эксплуатации ЭД – это появление повреждений обмоток статора, которые могут быть получены по следующим причинам:

а) замыкание витков обмоток (витковые замыкания);

б) однофазные замыкания на корпус;

в) междуфазные замыкания обмоток.

При замыканиях система изоляции обмотки статора спекается и обугливается. Для проведения ремонта «сгоревшего» ЭД поврежденную обмотку следует удалить. Решение этой актуальной проблемы заключается в использовании различных методов демонтажа обмоток. В нашем случае рассматривается способ, основанный на ультразвуковом излучении (УЗИ).

Целью наших исследований является освоение способа демонтажа обмотки с помощью УЗИ применительно к обмоткам с компаундированной системой изоляции на основе компаунда КП-303.

В работе [1] рассмотрен способ демонтажа «сгоревшей» обмотки ЭД, для которой система изоляции выполнена на основе пропитки лаком МЛ-92. Суть способа заключалась в использовании ультразвука в растворе 2%-го едкого натра (NaOH), в который опускается «сгоревший» ЭД. Для проведения эксперимента были разработаны макеты статора (рис. 1), аппаратный комплекс в виде ультразвуковой ванны (рис. 2) и специальный стенд для снятия прочностных характеристик обмоток (рис. 3). После проведения эксперимента построена математическая модель разрушения статорной обмотки «сгоревшего» ЭД, получены оптимальные параметры демонтажа обмотки с помощью УЗИ. В результате сделаны выводы о том, что возникновение кавитации в процессе облучения ультразвуком низкопроцентного раствора NaOH, способствует более быстрому разрушению электроизоляционной конструкции поврежденной обмотки. При этом за исходные воздействующие факторы приняли величины температуры и концентрации раствора NaOH, а также мощность и продолжительность ультразвукового излучения [1].

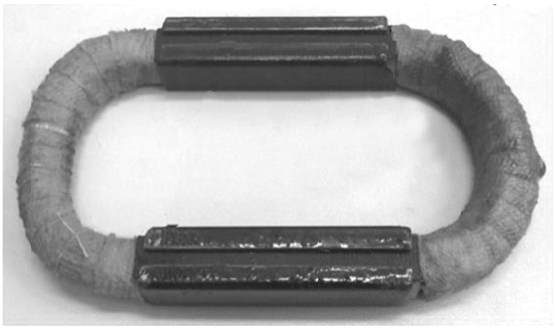


Рис. 1. Макет статора ЭД

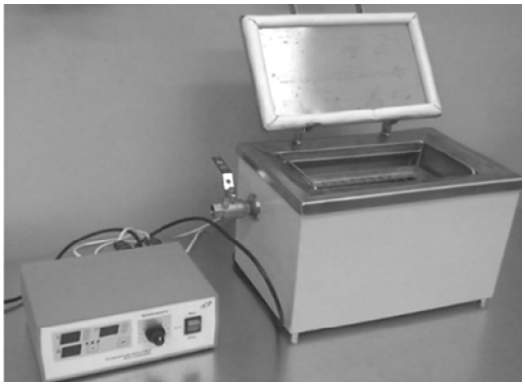


Рис. 2. Ультразвуковая установка с блоком управления

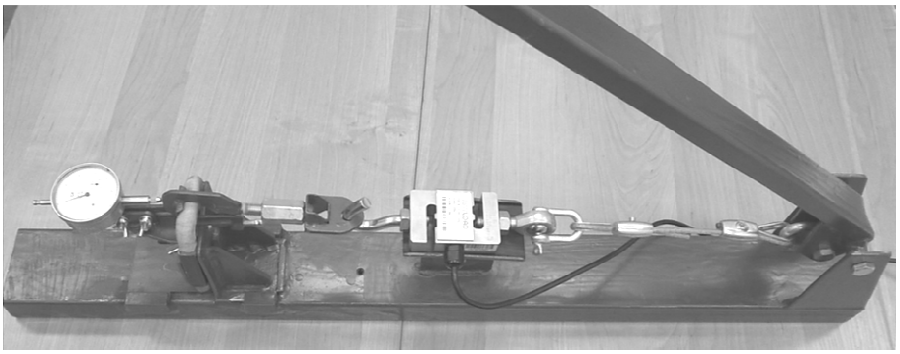


Рис. 3. Специальный стенд для снятия характеристик прочности обмотки ЭД

Перед нами поставлена задача исследовать возникновение ультразвуковых колебаний в растворах и более подробно изучить процесс кавитации. Кавитация – это явление возникновения пузырьков в жидкости, которая облучается источником ультразвука, где парогазовые пузырьки под действием переменного давления начинают совершать пульсирующие и схлопывающиеся действия. Будет поставлен статистически спланированный эксперимент, на основе полученных данных построены соответствующие математические модели процесса извлечения сгоревшей обмотки и определены оптимальные параметры этого процесса. Все это будет реализовано для компаундированной системы изоляции на основе компаунда КП – 303.

Помимо систем изоляций, которые приведены выше, существуют множество других видов, например: компаунды марок КП-34, К-57, ЭЛПЛАСТ – 155ИД и др.[2]. Данные электроизоляционные материалы отличаются своими электротехническими характеристиками, и, следовательно, для каждой системы изоляции будут свои оптимальные параметры демонтажа сгоревшей обмотки ЭД. В итоге потребуется провести не один статистически спланированный эксперимент и получить различные математические модели для определения оптимальных параметров демонтажа обмотки «сгоревших» ЭД.

Результаты проведенных исследований в дальнейшем будут использованы в электроремонтном производстве для реализации ремонтов ЭД. В Вологодской области большие цеха по ремонту ЭД существуют на ПАО «Северсталь», ОАО «Аммофос» Именно для этих предприятий могут быть полезны результаты наших исследований.

1. Немировский, А.Е. Поисковые исследования процесса удаления лаковой пропитки из сгоревшей обмотки электродвигателей / А.Е. Немировский, Д.О. Аксёнов, В.О. Петифоров // Материалы межрегиональной научной конференции X Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых: в 4 т. – Вологда: ВоГУ, 2016. – Т. 1. – 276 с.

2. Корицкий, Ю.В. Справочник по электротехническим материалам / Ю.В. Корицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – Т. 1. – 368 с.

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

М.А. Иванова
Научный руководитель ***В. А. Бабарушкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Автоматизированная информационно-измерительная система учета электроэнергии (АИИС УЭ) субъекта представляет собой **с**овокупность функционально объединенных информационно-измерительных комплексов точек учета (ИИК ТУ), информационно-вычислительных комплексов электроустановок (ИВКЭ), информационно-вычислительных комплексов (ИВК) субъектов и системы единого времени субъекта. АИИС УЭ по своему назначению могут подразделяться на автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) и автоматизированные информационно-измерительные системы технического учета электроэнергии (АИИС ТУЭ) [1].

В настоящее время в сетевой компании АО «Вологодская областная энергетическая компания» интенсивно внедряется АИИС КУЭ на базе приборов производителя ООО «Эльстер Местроника».

Организация дистанционного сбора данных предполагает трехуровневую автоматизированную систему интеллектуального учёта электроэнергии с централизованным управлением и распределенной функцией выполнения измерений.

Первый уровень системы осуществляет функцию выполнения измерений и содержит ИИК ТУ. В структуру ИИК ТУ входят счётчики электроэнергии Альфа Смарт AS300 и AS3500. Данные с приборов учёта собираются на следующем уровне, который содержит ИВКЭ, через местные линии силовых электросетей 0,4 кВ с помощью технологии Power Line Communication (PLC), предложенной альянсом Prime. Помимо этого, данные со счётчиков также могут считываться автономно с помощью оптического преобразователя напрямую на портативный компьютер.

Второй уровень осуществляет функции консолидации информации по данному энергообъекту и передачи на следующий уровень и включает в себя ИВКЭ. В структуру ИВКЭ входит концентратор данных и каналообразующее оборудование.

Третий уровень осуществляет функции сбора, хранения и обработки данных и включает в себя ИВК. В структуру ИВК входят технические средства приема-передачи данных, устройство синхронизации системного времени, сервер базы данных, технические средства для организации локальной вычис-

лительной сети и средства информационной безопасности, кроме того, специальное и системное программное обеспечение.

Данные с однофазных устройств собираются на концентраторе посредством местных линий силовых электросетей 0,4 кВ с помощью технологии PLC Prime. Стандарт Prime дает возможность осуществить высокоскоростной (до 123 Кбит/с в полосе частот 41.9…88.8 кГц CENELEC A – сетка частот, принятая Европейским комитетом по электротехнической стандартизации (*European Committee for Electrotechnical Standardization*)), устойчивый и помехозащищенный канал связи с приборами учёта. Передача данных на верхний уровень ИВК исполняется концентратором RTU-325ML посредством встроенного GPRS модема (рис. 1) [2].

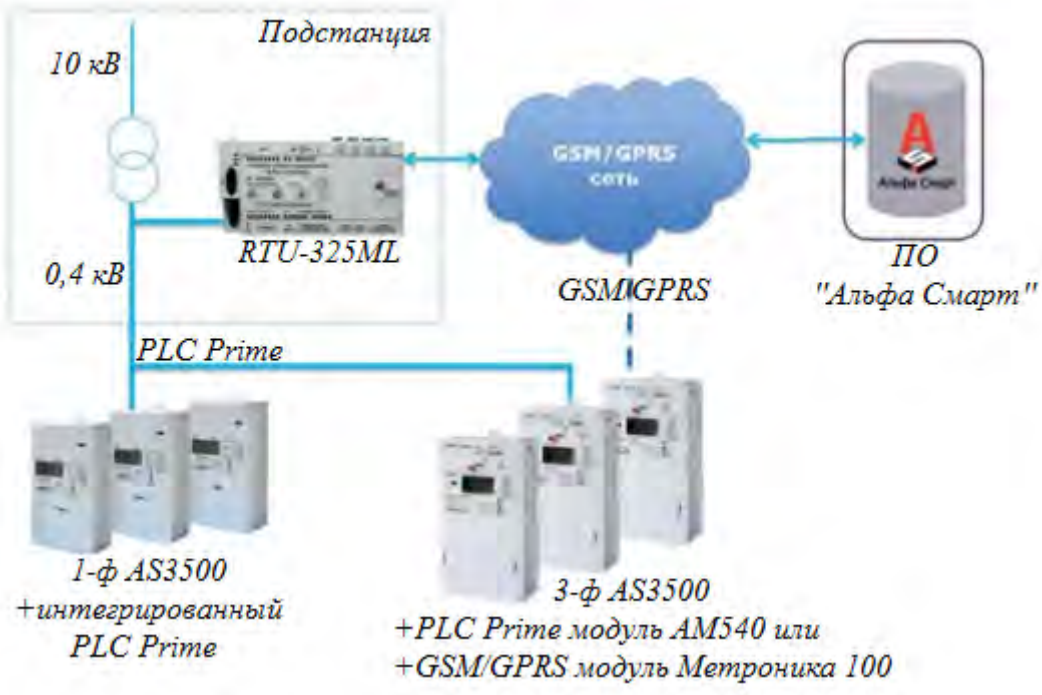


Рис. 1. Уровни АИИС КУЭ

Всего в период с августа 2017 года по январь 2018 года на предприятии АО «Вологодская областная энергетическая компания» заменено более 5100 приборов учета в системе АИИС КУЭ.

Преимущественно АО «ВОЭК» устанавливает приборы учета серии Альфа Смарт (AS) производителя ООО «ЭЛЬСТЕР МЕТРОНИКА». Они были выбраны на основании опытной эксплуатации при проведении «пилотного проекта» между тремя системами АИИС КУЭ:

– Меркурий «Пирамида»;
– Энергомера;
– Эльстер «Альфа смарт»,

как обладающие большими функциональными возможностями.

В результате внедрения системы АИИС КУЭ в АО «ВОЭК» снизились потери активной мощности. Динамика снижения потерь за период с августа 2017 года по январь 2018 года представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Динамика снижения потерь электроэнергии в период август 2017 г. – январь 2018 г.

Как видно из рисунка 2, наблюдается устойчивое снижение потерь активной мощности на ~2%.

Таким образом, можно сказать, что снижение потерь наблюдаются преимущественно по трём причинам:

– правильность, своевременность съема показаний;

– система АИИС КУЭ позволяет в кратчайшие сроки выявлять «очаги потерь», своевременно и качественно применять меры по фиксации безучетного и бездоговорного потребления;

– вычислять фактические потери на участках электрической сети, разрабатывать мероприятия по изменению технических характеристик оборудования, с том числе выявлять неисправные приборы учета.

Важными элементами АИИС КУЭ являются технологии передачи данных. Для выбора эффективной технологии целесообразно разработать рекомендации, которые должны учитывать характеристики района потребления электроэнергии и конфигурацию электрической сети.

1. Измерение.ru [Электронный ресурс]: информационный портал. – Режим доступа – https://www.izmerenie.ru/.

2. Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс». – Санкт-Петербург: Кодекс, 2015. – Режим доступа – http://www.cntd.ru

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Е.М. Кичигина
Научный руководитель ***В.А. Бабарушкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Производство, распределение и потребление электрической энергии, в сельском хозяйстве, в промышленности и в быту – неотъемлемая часть современного развивающегося общества. Любая электрическая сеть, которая является частью электроэнергетической системы, должна удовлетворять требованиям надежности, бесперебойности электроснабжения и качества электрической энергии.

Электроснабжение производственных предприятий и населенных пунктов в сельской местности имеет свои особенности по сравнению с электроснабжением промышленности и городов. Главная из них – необходимость подводить электроэнергию к огромному числу сравнительно маломощных объектов, рассредоточенных по всей территории страны [1].

В результате системы электроснабжения сельских районов обладают значительной протяжённостью и, как следствие, высокими потерями и большими отклонениями напряжения в узлах. В процессе эксплуатации приходится решать проблемы оптимизации параметров и режимов систем передачи и распределения электрической энергии

Цель: проанализировать существующие пути и средства оптимизации режимов и разработать меры по повышению пропускной способности и улучшению технико-экономических показателей распределительной сети.

Было проведено информационное исследование, по результатам которого определено, что подходы к решению оптимизационных задач чаще всего направлены на управление режимами крупных электроэнергетических систем и относительно немного исследований проведено в условиях промышленных и сельских систем электроснабжения.

Выбор средств оптимизации производится для участка распределительной сети 35-110 кВ, расположенной преимущественно в сельской местности. Исследуемая сеть охватывает 27 подстанций, воздушные линии, выполненные проводом АС разных сечений.

Схема участка сети представлена на рис.

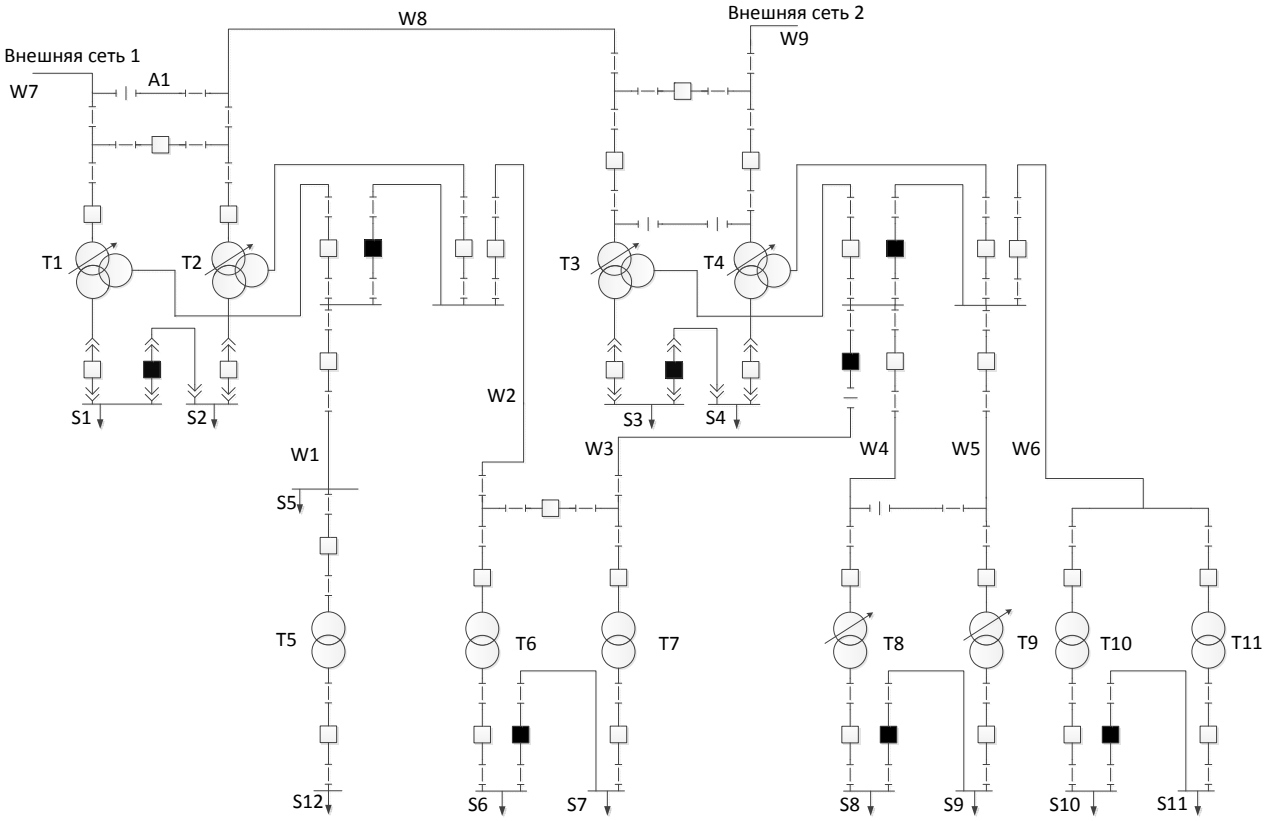


Рис. Схема распределительной сети 35-110 кВ

В условиях эксплуатации оптимизационные задачи имеют принципиальные отличия от проектных: поиск наилучшего режима производится без дополнительных капитальных затрат. В связи с этим наиболее общим критерием оптимизации становятся ежегодные издержки, которые складываются из капитальных затрат и стоимости потерь электрической энергии. Поэтому можно от экономических перейти к техническим критериям оптимизации. Если оптимизация проводится для данного момента времени, то можно использовать критерий минимизации потерь активной мощности [2]:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{n} \Delta P_i \rightarrow min,$$

где ΔP_i – потери мощности в i-м элементе сети в рассматриваемый момент времени.

Имеется множество эксплуатационных путей, направленных на оптимизацию параметров и режимов энергетической системы. Наиболее существенные из них приводятся в [2]. Однако далеко не все средства можно применить для решения конкретных оптимизационных задач. Их выбор обосновывается параметрами и характеристиками исследуемой электрической сети.

Современное развитие электрических сетей идет в направлении преобразования электроэнергетики на базе новой технологической основы – активно-адаптивных сетей, основной составляющей которых являются устройства, от-

носящиеся к технологии управляемых систем электропередачи переменного тока – FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems) – комплекс технических и информационных средств автоматического управления параметрами линий электропередачи. К ним относятся: тиристорно-реакторная группа, батареи статических конденсаторов, статический тиристорный компенсатор СТК, на базе полностью управляемых полупроводниковых приборов – СТАТКОМ, фазосдвигающий трансформатор, управляемый тиристорами, асинхронизированный синхронный электромеханический преобразователь частоты и др. Но применение данных устройств требует значительных финансовых вложений, поэтому использование устройств FACTS обычно рассматривается лишь применительно к крупным энергосистемам.

Для рассматриваемой электрической сети после технико-экономической оценки эффективности текущего состояния были выбраны следующие средства оптимизации, не требующие больших дополнительных капитальных затрат:

- повышение уровня рабочего напряжения в разомкнутых распределительных сетях путем изменения положения регулятора напряжения силовых трансформаторов;

- управление потоками реактивной мощности, применяя компенсирующие устройства;

- оптимизация мест размыкания замкнутых сетей 35 кВ и выше с различными номинальными напряжениями линий в контурах;

- выравнивание графика нагрузки сети за счет управления электропотреблением.

Проведение оптимизации установившихся режимов распределительной сети 35-110 кВ по критерию минимизации активной мощности с применением выбранных средств позволяет повысить качество предоставляемой потребителям электроэнергии, снизить потери электроэнергии при её транспортировке, тем самым повысится экономическая эффективность эксплуатации электросетевого оборудования и надёжность функционирования сети.

С помощью программного комплекса Power Factory компании DIgSILENT была разработана модель участка сети (рис.). С помощью модели был проведен анализ установившихся режимов сети с учетом графика нагрузок и их оптимизация. Целевой функцией оптимизации УР является минимизация потерь активной мощности в электрической сети, в качестве управления использовалось изменение положения регуляторов напряжения трансформаторов. По результатам расчета были получены следующие результаты:

- активные потери сети снизились на 6,1% без дополнительных капитальных затрат;

- регулирование напряжения с помощью РПН (ПБВ) трансформаторов позволило увеличить напряжение в узлах нагрузки до уровня, соответствующего стандарту качества электрической энергии [3].

Дополнительное снижение потерь электроэнергии в сети посредством управления потоками реактивной мощности требует дополнительных исследований.

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства: учеб. / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008. – 655 с.

2. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 715 с.

3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: утв. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – Введ. 01.07.2014. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 19 с.

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПОДКЛЮЧЕНИЯ СЕНСОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Д.А. Лапшин
Научный руководитель ***Г.А. Кичигина****, канд. экон. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Создание энергосберегающих систем использования энергии в условиях недостатка ресурсов, удорожания их добычи и обострения сопутствующих экологических проблем является приоритетной задачей для нашей страны [1] и мирового сообщества в целом. Поэтому необходима разработка мероприятий в различных отраслях промышленности и сферы услуг для её решения.

Одним из перспективных направлений является уменьшение потребления электрической энергии на предприятиях посредством установки датчиков движения (ДД) и присутствия (ДП) в системах управления освещением. В некоторых отраслях сферы услуг целесообразность освоения данной инновации недооценена. Поэтому целью нашего исследования является разработка инструментов по освоению данных мероприятий в образовательных организациях.

В качестве объекта исследования принят Вологодский государственный университет (ВоГУ) как типовое бюджетное образовательное учреждение (БОУ), а предметом исследования является структура его энергозатрат.

Проанализируем варианты схем подключения ДД, которые могут быть применены в помещениях БОУ.

1. Датчик движения выполняет роль выключателя, работающего в автоматическом режиме, поэтому схема подключения у него аналогична. Как можно видеть из схемы (рис. 1), питание подается на ДД, который после обнаружения движения подает напряжение на светильник, и свет загорается.

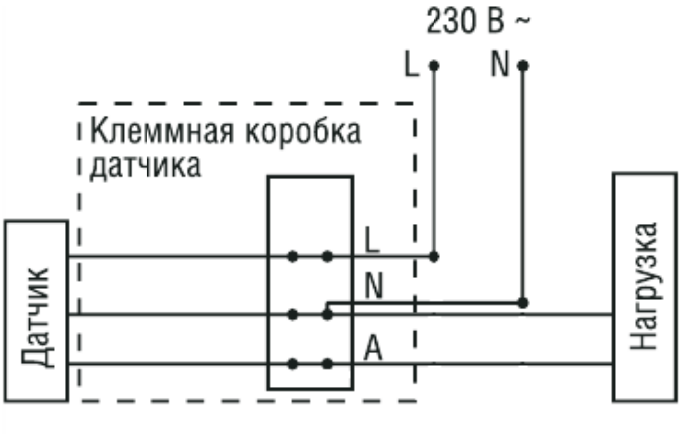


Рис. 1. Простая (стандартная) схема подключения ДД (вариант 1)

2. Для обеспечения постоянно работающего освещения, даже если движения в помещении нет, необходимо дополнительно подключить выключатель регулировки работы датчика. Это реализуется посредством включения нового логического элемента (выключателя) в сеть между фазой и проводом, соединяющим ДД и светильник (рис. 2) [2].



Рис. 2. Схема режима с постоянным включением нагрузки (вариант 2)

3. Еще одна довольно распространенная схема подключения ДД с использованием выключателя с принципиально иным способом работы, чем предыдущая (рис. 3). В данном случае выключателем можно принудительно отключить работу ДД, соответственно свет не будет включаться вообще. Чаще всего данная схема подключения применяется в случаях, когда имеется необходимость выключать датчик движения, тем самым приостановив

освещение, например, в целях максимальной экономии электроэнергии или продления ресурса работы ДД.



Рис. 3. Схема подключения датчика движения с возможностью отключения его выключателем (вариант 3)

4. Четвертым вариантом схемы подключения ДД для включения света необходимо воспользоваться при условии, что общая выходная нагрузка (мощность светильников) превышает предельное значение, или когда форма или площадь помещений не позволяют одному ДД обеспечивать полную зону покрытия, необходимую для полноценной работы [3]. В таких случаях устанавливаются несколько сенсоров (рис. 4).

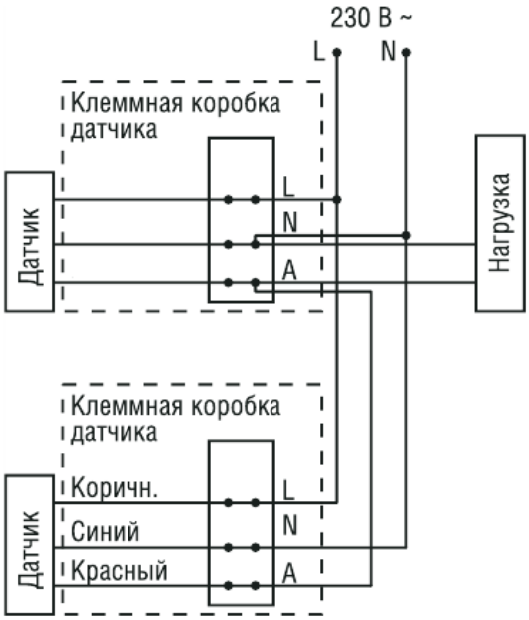


Рис. 4. Схема параллельного подключения датчик движения(вариант 4)

В рамках только данных распространенных схем подключения датчиков движения возможны различные варианты цепей соединения. Также, не меняя принципиальную схему, возможно изменять систему коммутации, произво-

дить соединения в нескольких распределительных коробках либо вообще проводить работы без их использования.

В результате проведенного исследования приходим к выводу, что в методических аудиториях оптимальными вариантами подключения могут быть схемы, изображенные на рисунках 1, 2 и 3. Применение четвертого варианта не целесообразно, потому что такого рода тип подключения оптимален для помещений большой площади, а методические аудитории обычно имеют малогабаритные размеры. Наиболее рациональной в рамках ВоГУ является схема № 2, поскольку значится универсальной и обладает дополнительной электрической функцией, задача которой заключается в поддержании во включенном состоянии освещения определенный период времени независимо от движения в зоне действия датчика.

В учебных аудиториях ДД не целесообразно устанавливать, так как включение и выключение освещения в таких помещениях организованно.

В коридорах ДД особенно эффективны: проходящие в учебные аудитории преподаватели и студенты либо не станут включать свет по причине неудобного расположения выключателей и малых промежутков времени, которые они находятся там, либо включат свет и уйдут на занятия, не погасив освещение. Обе ситуации нежелательны: первая – с точки зрения безопасного передвижения персонала и обучающихся, вторая влечет за собой повышенные расходы электроэнергии. Поэтому оптимальным подключением в данном случае является схема на рисунке 4.

Итак, использование сенсоров в бюджетных образовательных учреждениях как средств управления искусственным освещением не только позволяет повысить безопасность эксплуатации помещений, но и становится выгодным инструментом для проведения энергосберегающей политики, а выбор наиболее оптимальной схемы подключения устройств позволяет обеспечить максимальный эффект от их освоения в разных типах помещений БОУ, что говорит о повышении уровня энергетической эффективности использования энергоресурсов.

1. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации: Указ Президента РФ № 899 от 7 июля 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/55171684/#ixzz5TEvOcTzO, свободный

2. Заметки электрика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zametkielectrika.ru, свободный.

3. Дмитриев С.К. Датчики движения и присутствия [Электронный ресурс] / С.К. Дмитриев. – Режим доступа: https://www.abok.ru, свободный.

4. Госпрограмма РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»: утв. распоряжением Правительства РФ № 2446-р от 27 декабря 2010 г.

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

И.Р. Лобов
Научный руководитель ***Т.А. Лобова***
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова
г. Новочеркасск

Для получения точных результатов анализов крови на основе измерения её оптической плотности используется биохимический анализатор STAT FAX 1904+, требующий для питания на входе напряжение 220-240 В. При отклонении напряжения в сети от указанных значений на 10% и более теряется точность проводимых измерений и сокращается срок службы биохимического анализатора не менее чем вдвое [1].

Для сохранения точности анализов и заявленного в паспорте срока службы (20 000 часов) необходимо использовать стабилизированный источник питания или стабилизатор напряжения. Генератор как источник питания в условиях лаборатории создает много шума, поэтому неприемлем. Аккумуляторная батарея требует много дополнительного оборудования, поэтому также не может быть применена. Стабилизатор напряжения гораздо компактнее и не создает шума.

В настоящее время наиболее распространенными стабилизаторами являются релейные, электронные, электромеханические и инверторные [2]. Недостатками релейных стабилизаторов при их сравнительно невысокой стоимости являются уязвимость к двигательной аппаратуре, которая имеет большие пусковые токи, что сказывается на работе стабилизатора, невысокое качество ступенчатой регулировки напряжения и искажение синусоиды выходного напряжения. Электронные стабилизаторы отличаются малошумностью при работе, большой надежность и долговечностью из-за отсутствия механически подвижных элементов, но имеют низкую точность регулировки и высокую цену. Электромеханические стабилизаторы имеют хорошую точность, не искажают синусоиду выходного напряжения и обладают невысокой стоимостью, но из-за наличия движущихся частей менее надежны, чем электронные стабилизаторы. Инверторные стабилизаторы отлично подойдут для сети, напряжение в которой падает до 160 В и ниже, обладают малыми габаритами и весом и мгновенно реагируют на изменение входного напряжения.

Сравним параметры наиболее применяемых стабилизаторов напряжения:

1. Однофазный релейный стабилизатор SAE95-500VA имеет мощность 500 ВА, рабочий диапазон от 100 В до 270 В и выходное напряжение 220± 8%. Цена данного стабилизатора составляет 1700 рублей [3].

2. Однофазный релейный стабилизатор TMH95-15KVA имеет мощность 15 000 ВА, рабочий диапазон от 90 В до 270 В и выходное напряжение 220± 8%. Цена данного стабилизатора составляет 18 600 рублей [4].

3. Однофазный электромеханический стабилизатор PC-SVC-12KVA имеет мощность 120 000 ВА, рабочий диапазон от 120 В до 270 В и выходное напряжение 220±3%. Цена данного стабилизатора составляет 16 400 рублей [2].

4. Однофазный электромеханический стабилизатор PC-SVC-10KVA имеет мощность 10 000 ВА, рабочий диапазон от 120 В до 270 В и выходное напряжение 220±3%. %. Цена данного стабилизатора составляет 14 000 рублей [3].

5. Однофазный инверторный стабилизатор Штиль ИнСтаб IS350 имеет мощность 350 ВА, рабочий диапазон от 90 В до 310 и выходное напряжение 220 ± 2%. Цена данного стабилизатора составляет 4956 рублей. [4].

6. Однофазный инверторный стабилизатор Энергия АРС-1500 имеет мощность 1,5 кВА, рабочий диапазон от 120 В до 270 и выходное напряжение 220 ± 4%. Цена данного стабилизатора составляет 6500 рублей [5].

Для условий медицинской лаборатории, где проводятся анализы, предъявляются высокие требования к стабильности питающего напряжения, а также учитывается мощнось потребителя, лучше всего подходит однофазный инверторный стабилизатор выходного напряжения Штиль ИнСтаб IS350. Мощности данного стабилизатора достаточно, чтобы питать биохимический анализатор STAT FAX 1904+ (необходимо 50 Вт, имеется 300 Вт), напряжение на входе может изменяться в пределах 90–310 В, выходное напряжении 220 В±2%, цена составляет 4956 рублей.

Для расчёта эффективности использования предлагаемого стабилизатора используем следующие исходные данные:

- стоимость анализатора STAT FAX 1904+ составляет 207 тыс. руб.[6];
- длительность существования недопустимых отклонений питающего напряжения в течение срока службы составляет 5% [7].

Время работы прибора при недопустимых отклонениях напряжения питания составляет 20000·0,05 = 1000 часов. Стоимость 1 часа работы анализатора, с учетом стоимости потреблённой энергии за срок службы (4000 руб.) и заработной платы персонала (20 000 руб.), составляет: (207 000 + 4000 + 20 000) : 20 000 = 11,55 руб.

Стоимость 1000 час. составляет 11,55·1000 = 11 550 руб.

Установка стабилизатора позволяет сохранить паспортный срок службы, обеспечить необходимую достоверность результатов анализов и даёт выигрыш 6594 руб.

1. Григорьев, В.И. Электроснабжение и электрооборудование цехов / В.И. Григорьев, Э.А. Киреева, В.А. Миронов, А.Н. Чохонелидзе.

2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://domikelectrica.ru/4-vida-stabilizatorov-napryazheniya-vybor-luchshego-sravnenie-cen-za-1kvt/

3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://надежные-стабилизаторы.рф/

4. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://магазин-стабилизаторов.рф//catalog/stabilizator-napryazheniya-odnofaznyy-invertornyy-shtil'-instab-is350?mode=shtill&_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTszMjEyMjI4ODs2MjMyNzQ1OTc5O3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=6606528320244043597

5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energy-don.ru/stab1/apc-1500

6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://businessmens.ru/article/srok-okupaemosti-formula-i-metody-rascheta-primer

7. Гончаров, С.В. Повышение надежности функционирования однофазных электроприемников напряжением до 1 кВ в распределительных электрических сетях / Гончаров С.В. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:. http://www.dissercat.com/content/povyshenie-nadezhnosti-funktsionirovaniya-odnofaznykh-elektropriemnikov-napryazheniem-do-1-k

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ПОМОЩЬЮ FACTS

К.В. Логинов

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В наше время с каждым годом активнее происходит глобализация рынка электроэнергетики: строятся новые энергетические подстанции, возводятся современные жилые строения, появляется множество торговых центров. Во всех отдаленных уголках нашей страны строится большое количество линий электропередач, которые способны поставлять электроэнергию потребителям на огромные расстояния. Однако передача энергии на продолжительные расстояния не обходится без проблем. Невозможность контролировать изменения нагрузки, нестабильность системы и даже неспособность передачи электроэнергии – все это трудности, с которыми приходится сталкиваться электроэнергетикам.

На данный момент можно выделить несколько проблем, которые возникают, когда электроэнергия передается по сети:

1) устойчивая передача энергии зависит от размера транспортного угла;
2) возрастание и контроль напряжения при отсутствии нагрузки;
3) при подсинхронном резонансе генераторы на электростанция могут выйти из строя.

Иногда линию электропередач невозможно построить, так как место ее установки может не подходить из-за соображений экологической безопасности, либо это просто невыгодно в экономическом плане. Из-за этого увеличение мощности энергии происходит при помощи увеличения силы тока. Этого можно достичь при выполнении следующих условиях:

1) отсутствие тепловых ограничений;

2) наличие надежного управления распределением потоков энергии между линиями, питающими определенную местность [1].

При соблюдении всех условий возможно улучшение передаваемой мощности, в то же время устойчивость системы не теряется. Чтобы контролировать угол передачи мощности, при котором энергосистема будет допустимо стабильна, в основном используется два вида компенсаторов: продольные (шунтирующие) и поперечные.

Тем не менее, с каждым годом традиционные способы регулирования напряжения все чаще начинают устаревать, не обеспечивая требуемую компенсацию из-за постоянно меняющегося спроса на электроэнергию.

Самым ярким примером инновационной разработки для компенсации реактивной мощности является FACTS (Flexible Alternative Current Transmission System). Это комплекс технических и информационных средств автоматического управления параметрами линии энергопередач. Главная цель этих систем – улучшать качество передачи электроэнергии, а также как можно быстрее снабжать систему требуемой индуктивной мощностью, которая адаптируется для требуемых задач.

FACTS ориентированы на выполнение следующих целей:

1) повышение стабильности передачи электроэнергии на большие расстояния;

2) контроль напряжения под различными видами нагрузки;

3) понижение потерь электроэнергии в электросетях;

4) обеспечение необходимого распределения мощности по требованию диспетчера;

5) улучшение надежности энергосбережения при поставке электрической энергии потребителям.

Основные виды устройств FACTS.

В ЕЭС нашей страны в основном используются FACTS первого поколения (FACTS I). К ним относятся устройства, обеспечивающие скалярное регулирование напряжения или реактивной мощности, такие как шунтирующие реакторы (ШР), батареи статических конденсаторов (БСК), устройства продольной компенсации (УПК), статические компенсаторы (СК) и др. Когда используются данные устройства, то ВЛ начинает использоваться эффективнее, также снижаются затраты на ее обслуживание.

В устройствах FACTS второго поколения (FACTS II) обеспечивается векторное регулирование, т.е. одновременно возможно регулировать сразу несколько параметров режима. К ним относятся: синхронный статический компенсатор (СТАТКОМ), объединённый регулятор потоков мощности (ОРПМ),

вставка постоянного тока на основе преобразователей напряжения (ВПТН), фазоповоротное устройство (ФПУ) и другие [2].

В основном компенсация реактивной мощности на основе FACTS осуществляется двумя типами: поперечной компенсацией и с помощью продольной компенсацией реактивной мощности.

Поперечная компенсация почти всегда производится посредством статического синхронного компенсатора (СТАТКОМ). Главным отличием от статической компенсации реактивной мощности (ССКРМ) является то, что выходной ток может контролироваться независимо от напряжения в системе.

Также СТАТКОМ предоставляет лучшую поддержку реактивной мощности на более низких синусоидальных напряжениях, а время отклика у него происходит намного быстрее, чем у ССКРМ.

Стоит отметить и другое устройство из второго поколения FACTS – объединенный регулятор перетока мощности (ОРПМ). Он сочетает в себе функции фазового, поперечного и продольного управления. Благодаря своим техническим возможностям ОРПМ является более эффективным средством регулирования потоков мощности, так как значения передаваемой активной мощности и диапазон ее регулирования больше, чем у УПК и ФПУ [3].

Продольная компенсация основана на базе статического синхронного продольного компенсатора (ССПК). ССПК не использует никакой активной мощности и может отдавать только реактивную мощность. Из-за этого поставляемое напряжение должно находится в квадрате по сравнению с линейным. ССПК передает активную и реактивную нагрузку по системе, позволяя ей компенсировать падения напряжения. Для этого ему требуется большой источник энергии, поэтому его эксплуатирование является дорогостоящим. С другой стороны, если ССПК используется только для компенсации реактивной нагрузки, то хватит и небольшого запаса электроэнергии. Также он обладает высокой скоростью управления и абсолютно нейтрален к подсинхронному резонансу. Стоит отметить и то, что ССПК не только может увеличивать передаваемую мощность, но и уменьшать ее, изменяя полярность напряжения.

Однолинейная диаграмма ССПК представлена на рис. 1.

Блок-схема системы управления ССПК находится на рис. 2.

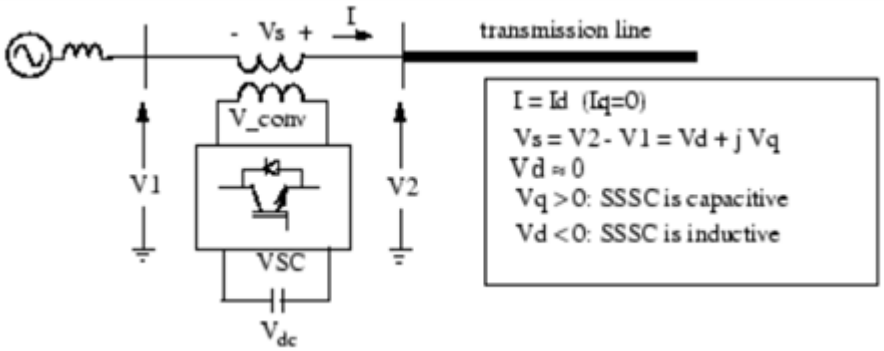


Рис. 1. Однолинейная диаграмма ССПК

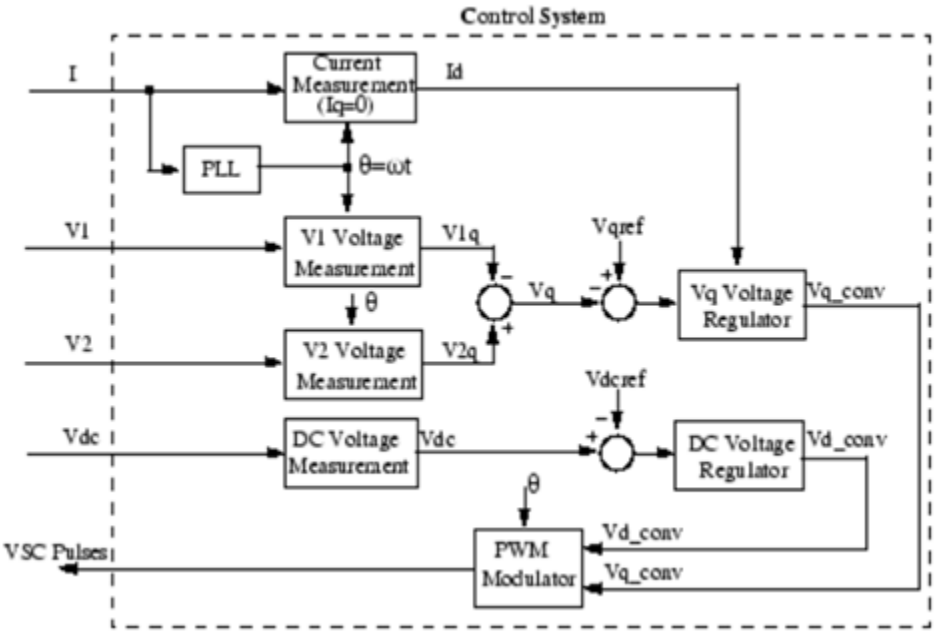


Рис. 2. Блок-схема системы управления ССПК

Различия среди продольной и поперечной компенсации имеют место из-за того, что продольная вносит изменения в параметры передачи переменного тока, в то же время поперечная компенсация дает возможность менять сопротивление нагрузки, при котором возможно улучшение плодотворности системы в целом. Установка того или иного вида компенсации обычно зависит от следующих причин: экономическое обоснование целесообразности постановки, достаточная мощность линии для возможности установки компенсаторов, температурный фактор, определяющий работоспособность приборов в определенной местности.

Таким образом, FACTS – это современное решение старых проблем компенсации мощности. Она смогла уже зарекомендовать себя во многих иностранных государствах: Норвегия, Швеция, Америка, Исландия, Индия. Благодаря этой гибкой системе можно снизить затраты на энергообеспечение потребителей и вывести уровень надежности энергосбережения в России на новый уровень, не уступающий иностранным компаниям.

1. Куро, Жак. Современные технологии повышения качества электроэнергии при ее передаче и распределении [Электронный ресурс]: / Ж. Куро. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://docplayer.ru.

2. Тихонов, А.В. Моделирование устройств FACTS при оценивании состояния современных ЭЭС [Текст]: дис. … канд. тех. наук: 05.14.02 / Тихонов Александр Владимирович. – Иркутск, 2017. – 178 с.

3. Ударатин А.В. Показатели эффективности устройств FACTS / А.В. Ударатин, О.Е. Рысин // Вузовская наука – региону: материалы XV Всероссийской научной конференции с международным участием. – Вологда, 2017. – С. 126-129.

СИСТЕМА НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПАРКА «ОСАНОВСКАЯ РОЩА»

А.А. Макаров, С.Н. Богошевич
Научный руководитель ***А. М. Водовозов****, канд. техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Действующая на данный момент система освещения городских дорог, пешеходный зон, парковых территорий требует больших затрат электроэнергии, а соответственно на нее необходимо большое финансирование, что не всегда хорошо согласуется с бюджетом муниципального образования. Разрабатываемая система наружного освещения особенно актуальна для парка «Осановская роща». Парк пролегает между двух районов, которые соединяет небольшая дорога. По данной дороге ходит большое количество пешеходов. Место, в котором находится парк, никак не освещено, что существенно повышает риск криминогенных ситуаций. Система наружного освещения сократит количество таких ситуаций. В данный момент при полном отсутствии охраны и ухода парк утратил значение памятника садово-паркового искусства. Система наружного освещения вернет значение памятника садово-паркового искусства, повысит его посещаемость, вернет жителям Вологды еще одно место для проведения времени и досуга.

На данный момент известно большое количество систем управления наружным освещением с использованием светильников моделей ЖКУ, РКУ на основе дуговых ртутных ламп типа ДРИ, ДНАТ, ДРЛ. Управление светильниками в таких системах для задания энергосберегающего ночного режима сводится к контролю отдельных фаз из диспетчерского пункта автоматически по таймеру движения солнца, фотореле или оператором.

Проект разрабатывается на основе рассмотренного решения «Автоматизированная система управления освещением дорог». Было выбрано это решение, так как данный проект относится к энергосберегающим системам. Но у данной системы имеются недостатки, а именно:

– экономия энергии обеспечивается за счет снижения потребляемой мощности светильниками по ночному графику, что не учитывает передвижение в данный период пешеходов, из-за чего ухудшаются условия безопасности движения.

– отключение некоторой части светильников на линии или снижение их светового потока с целью экономии энергии осуществляется дистанционно вне зависимости от нахождения на освещаемом участке движущихся транспортных средств [1].

Планируется исправление вышеперечисленных недостатков.

Таким образом, целью выполняемой работы является создание системы наружного освещения для рассмотренного выше парка «Осановская роща».

Исходя из цели, требуется решить ряд задач:

– Проектирование расположения опор со светильниками, исходя из расчета норм освещенности для данной местности.

– Анализ всех имеющихся решений.

– Выбор технического оборудования.

– Разработка алгоритма управления системой.

– Организация взаимодействия автоматизированной системы управления освещением с платформой.

– Организация интерфейса автоматизированной системы с объектами системы.

Автоматизация системы будет осуществляться за счет датчиков освещенности, датчиков движения, видеокамер, микроконтроллеров.

Освещение планируется осуществлять за счет светодиодных светильников [2].

Рассматривается три варианта осуществления взаимосвязи между объектами системы:

– Интерфейс RS-485 [3].

– Wi-Fi соединение.

– GSM соединение [4].

Схема подключения интерфейса приведена рисунке.

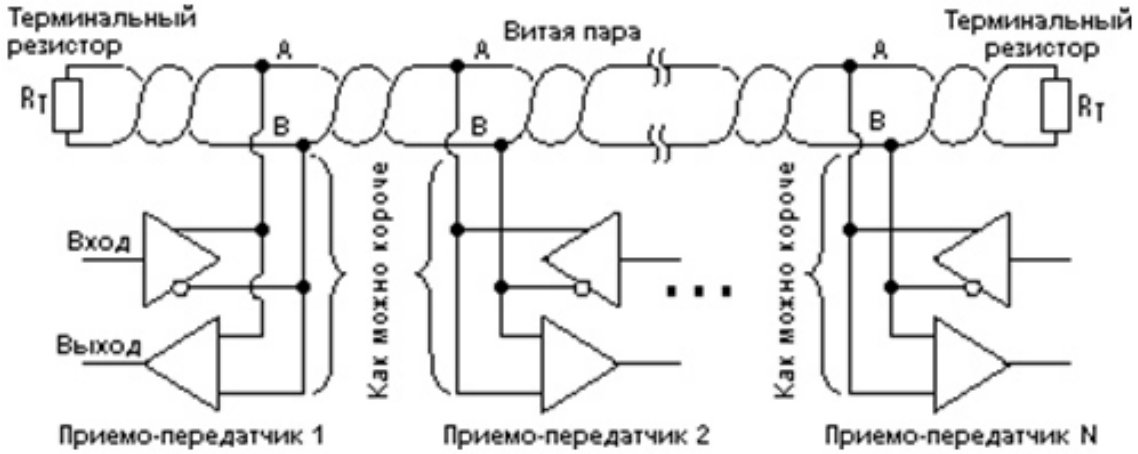


Рис. Схема подключения интерфейса RS-485

Также рассматривается вариант реализации питания с помощью аккумуляторных батарей и солнечных панелей [5, 6].

Управление будет осуществляться через приложение для Windows или Linux семейств операционных систем. В приложении будет реализовано:

- мониторинг парка при помощи камер видеонаблюдения;

- система мониторинга неисправностей опор со светильниками;

- наблюдение связей между опорами и центральной опорой с передатчиком – система сбора данных, таких как электрические показатели, показатели освещенности;

- будет реализована карта парка с расположением опор для наглядного представления данных оператору;

- регулировка освещенности каждой опоры со светильником;

- полностью автоматический режим;

- полностью ручной режим;

- удаленное выключение светильников на опорах.

Для реализации проекта необходимо в дальнейшем:

– разработка принципиальной схемы;

– реализация алгоритмов управления;

– тестирование макета разрабатываемой системы.

1. Банк патентов [Электронный ресурс]: информационная справочная система. – Режим доступа: http://bankpatentov.ru

2. Светодиод Osram Ostar Stage: настраиваемый белый свет [Электронный ресурс]: информационная справочная система. – Режим доступа: http://www.osram-os.com/osram_os/ru/press/press-releases/russian/2013/ostar-stage/index.jsp

3. RS-485 [Электронный ресурс]: информационная справочная система. – Режим доступа: HTTPS://RU.WIKIPEDIA. ORG/WIKI/RS-485

4. GSM [Электронный ресурс]: информационная справочная система. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/GSM

5. Солнечная батарея [Электронный ресурс]: информационная справочная система. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_батарея

6. Водовозов, А.М. Элементы систем автоматики / А.М.Водовозов. – Москва: Академия, 2008 г. 286 с.

ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ

В.С. Маташкин
Научный руководитель ***В.Ф. Булавин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Вызовы времени диктуют развитие и внедрение информационных и компьютерных технологий во все сферы жизнедеятельности человека. Изменение экономической парадигмы ставит вопросы переформатирования всей информации к цифровой форме. Этот процесс находит отражение и в области электроэнергетики. Уже сейчас активно применяются микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики, осуществляются исследования в области использования цифровых устройств для мониторинга показателей и технических параметров сетей на подстанциях. В настоящее время происходит постепенный переход от так называемых традиционных подстанций с применением аналогового оборудования к цифровым подстанциям (ЦПС). Термин «цифровая подстанция» подразумевает передачу сигналов РЗА, АСУ ТП (Автоматизированная система управления технологическим процессом) по цифровым каналам связи в соответствии со стандартом МЭК 61850 [1]. Передача осуществляется при помощи протоколов GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Event) и MMS (Manufacturing Message Specification). На основании GOOSE сообщений осуществляется обмен данными между цифровыми терминалами, установленными на территории подстанций, а MMS логика производит передачу информации с этих терминалов непосредственно в АСУ ТП.

Реализация проектов цифровых подстанций включает в себя полный отказ от традиционных измерительных трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН) и заменой их цифровыми приборами, в которых отсутствуют недостатки, свойственные электромагнитным измерительным устройствам. К преимуществам оптоэлектронных (ОЭ) трансформаторов тока и напряжения можно отнести электробезопасность (отсутствует риск поражения электрическим током на вторичной цепи благодаря конструкции, основанной на бесконтактном оптическом методе измерения электрического тока), пожаробезопасность, простоту монтажа и обслуживания, отсутствие эффектов насыщения и гистерезиса при коротких замыканиях на линиях электропередач, высокую точность измерений. ОЭ устройства не потребляют значительной электроэнергии из линии для обеспечения нормального функционирования при измерении параметров электрического параметров, в то время как стандартные ТТ и ТН могут потреблять её суммарно до 5% [2–3].

Высокая точность измерений обеспечивается тем, что в цифровых трансформаторах замкнутый оптоволоконный контур, реагирует на магнитное поле (МП) электрического тока только в той шине, которая охвачена измеритель-

ным контуром. МП соседних шин слабо влияют на работу устройства, что в итоге свидетельствует о высокой помехозащищенности устройства. Оптоэлектронные измерительные трансформаторы позволяют получать информацию об измерениях сразу в цифровом виде. Передача сигналов на цифровой подстанции происходит по оптоволоконным кабелям, которые обладают высокой помехоустойчивостью и позволяют осуществлять передачу с высокой скоростью (время передачи не превышает 0,001 секунды) без потерь на любые расстояния.

АСУ ТП, построенная на базе протокола МЭК 61850, позволяет осуществлять самодиагностику в режиме реального времени всего технологического оборудования и систем, установленных на подстанции [4]–[5].

Применение SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) технологии позволяет осуществлять сбор первичной информации со всех датчиков и контроллеров, установленных на подстанции. Программно-аппаратный комплекс проводит её обработку и фильтрацию, осуществляет архивирование текущего информационного потока данных, ведет записи в журнале событий контролируемых процессов. Основное технологическое преимущество SCADA заключается в том, что она позволяет автоматизировать технологические процессы одновременно с визуализацией всех режимов работы подстанции в удобной для понимания форме. Полная информационная система управления позволяет создавать различные отчеты и документы о протекании конкретных событий на объекте с целью создания рабочих архивов и дальнейшего ознакомления обслуживающим персоналом.

Автоматизированная система управления, помимо выполнения прямых логических операций, заданных при настройке, дает предпосылку использовать элементы искусственного интеллекта (ИИ), который призван в полном масштабе анализировать всю полученную информацию и сообщать обслуживающему персоналу возможные пути решения возникающих проблем. В функции SCADA входит прогнозирование последствий при работе оборудования в случае возникновения анормальных режимов. В идеальной ситуации ИИ позволит полностью исключить участие человека в производственном процессе и перейти на автономное функционирование, что позволяет свести до минимума риск возникновения чрезвычайных ситуаций, возникших в результате человеческого фактора.

Одной из функциональных особенностей SCADA-технологий является контроль и формирование рекомендации и требований по техническому обслуживанию и регламентным работам на оборудовании. Одновременно решается вопрос замены отдельных компонентов в случае достижения предельных сроков эксплуатации.

На рисунке 1 представлена структурная схема цифровой подстанции, которая разделена на три уровня. Полевой уровень включает в себя выносные устройства связи с объектом (УСО), измерительные оптоэлектронные (цифро-

вые) трансформаторы тока и напряжения, необходимые для получения информации о технических параметрах электрической сети, а также устройства передачи команд на коммутационные аппараты. Уровень присоединения состоит из устройств мониторинга, контроля (контроллеров присоединения, АСКУЭ (Автоматизированная система контроля и учёта энергоресурсов)) и терминалов РЗА. Станционный (верхний) уровень содержит серверы и терминал с установленным программно-аппаратным комплексом SCADA. На этом уровне происходит окончательный сбор всей информации, её отображение, хранение и передача.

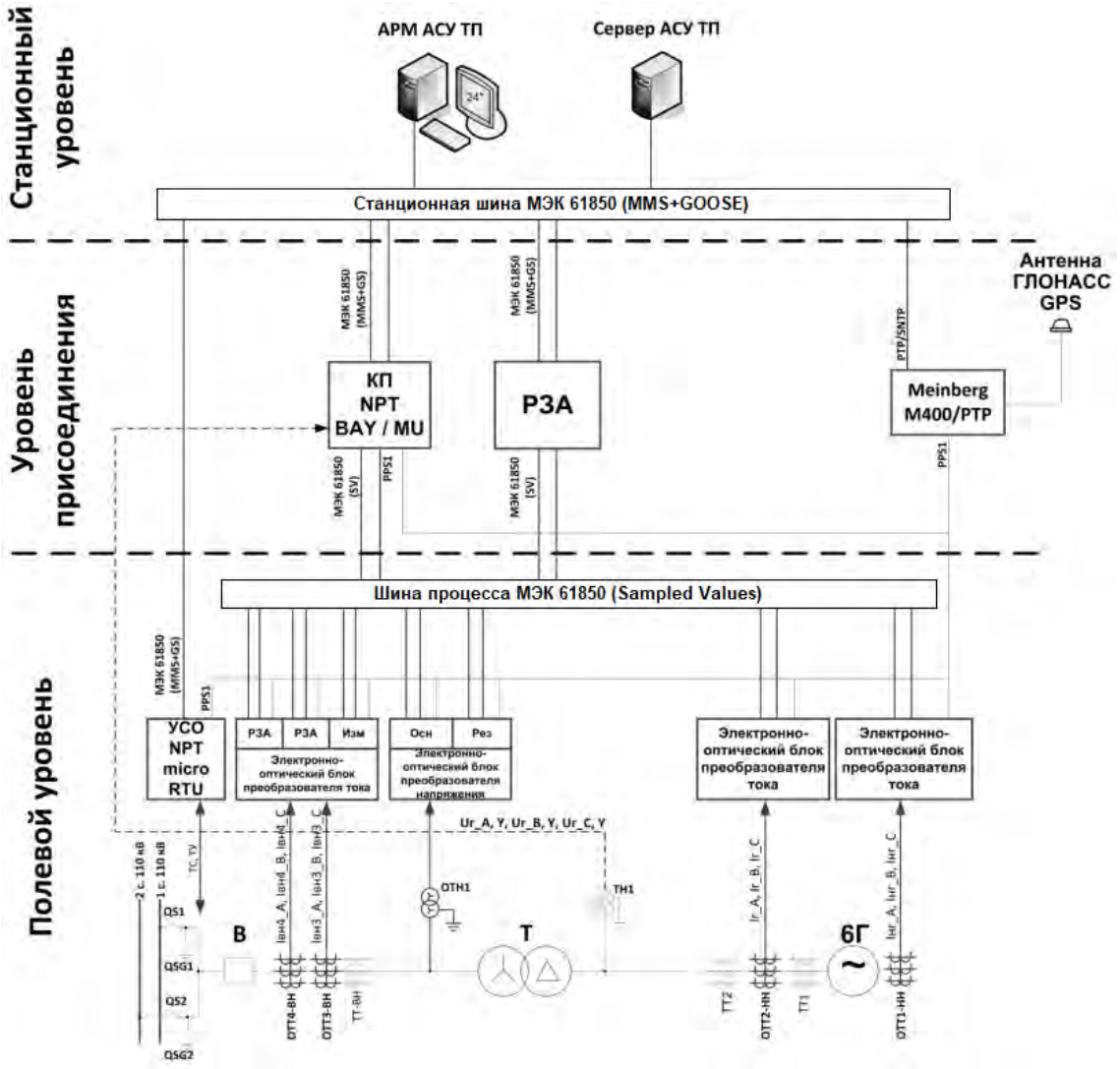


Рис. 1. Структурная схема цифровой подстанции

В настоящее время интерес к цифровым подстанциям проявляется во всем мире, и Россия не стала исключением. В Вологодском государственном университете (ВоГУ) проводится научно-исследовательская работа в области построения цифровой подстанции. В качестве объекта исследования исполь-

зуется действующая подстанция (ПС) 110/10 кВ, а предметом значится автоматизация технологических процессов (ТП) силового оборудования, установленного на этой подстанции.

Целью проведения работы является повышение эффективности мероприятий, связанных с обслуживанием ПС. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью использования новейших информационных и компьютерных технологий для автоматизации ТП в масштабах единой национальной электрической сети. Для надежного функционирования цифровой подстанции к силовому оборудованию подключаются логические контроллеры для считывания параметров электрической сети. На полевом уровне к традиционным ТТ и ТН (вместо применения оптоэлектронных измерительных устройств, в целях экономии) устанавливаются контроллеры NPT MU («ЭнергопромАвтоматизация», Санкт-Петербург), которые будут принимать от них аналоговые сигналы и преобразовывать их в цифровые. Установленные контроллеры NPT RTU и NPT microRTU выполняют функции сбора аналоговых и дискретных сигналов, а также выдачи команд для управления разъединителями. На уровне присоединения к уже имеющейся МП РЗА, добавляется контроллер NPT BAY, который принимает, обрабатывает сигналы с устройств полевого уровня и передает команды на верхний уровень. На станционном уровне при реализации АСУ ТП применяется программно-аппаратный комплекс SCADA Trace Mode. Первостепенная задача текущей научно-исследовательской работы сводится к созданию программной части SCADA-технологии.

В целом в нашей стране ЦПС стали появляться относительно недавно и с 2010 года насчитывалось несколько пилотных тестовых проектов. В последнее время введены в строй проекты цифровых подстанций на ПС 500 кВ «Тобол», ПС 110/10 кВ им. М.П. Сморгунова [4], Нижегородской ГЭС. На данный момент в России существуют некоторые проблемы, которые не позволяют в полной мере осуществить полный плановый переход от традиционных подстанций к цифровым. К ним можно отнести отсутствие окончательной нормативно-технической базы по разработке и проектированию цифровых подстанций, метрологической документации [2]. Преодолев эти проблемы, мы сможем осуществить не только качественный, но и количественный скачок в области построения цифровых подстанций.

1. Цифровая подстанция [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ntc-power.ru/media/files/Presentation_CPS.pdf (дата обращения: 20.09.2018).

2. Цифровая подстанция: перспективы развития метрологической базы [Электронный ресурс]. – URL: http://digitalsubstation.com/blog/2013/01/14/perspektivy-razvitiya-metrologichesko (дата обращения: 20.09.2018).

3. Современные волоконно-оптические преобразователи тока [Электронный ресурс]. – URL: http://digitalsubstation.com/blog/2012/12/04/sovremenny-e-volokonno-opticheskie-pr/ (дата обращения: 20.09.2018).

4. Запущена подстанция имени М. П. Сморгунова [Электронный ресурс]. – URL: http://digitalsubstation.com/blog/2017/12/26/zapushhena-podstantsiya-imeni-m-nbsp-p-nbsp-smorgunova (дата обращения: 20.09.2018).

5. Цифровая подстанция МЭК 61850 [электронный ресурс]. – URL: http://etz-vektor.ru/products/buklet_MEK_61850.pdf (дата обращения: 20.09.2018).

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТОПЛЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИИ

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

В абсолютном большинстве случаев, если речь идет о распределительных пунктах (РП), РП с трансформаторами (РТП), подстанциях (ПС), местах, где расположено электротехническое оборудование (ячейки с выключателями, электроустановки (ЭУ) и т.п.), температура в помещении не обязательно должна быть комфортной для человека. Поддержание температуры от +5°С до +7°С, даже зимой, достаточно для того, чтобы на изолирующем оборудовании не возникало инея или влаги, через которые может произойти разряд на корпус или на землю.

Основное пагубное воздействие от перепадов температур получают электролитические конденсаторы в блоке питания устройств. Микрокомпьютеры и микропроцессоры на платах мало подвержены перепадам температур. Конденсаторы выдерживают работу без отопления сроком 3–4 года. За период времени с 2007 г. по 2017 г. прибор выходил из строя 3 раза из-за отказа конденсаторов (по данным, предоставленным организацией ВОЭК «Вологодская областная энергетическая компания г. Вологда»).

Поддержание оптимальной температуры в РП и РТП – важная и актуальная проблема для городских и районных электрических сетей. Особенно для РП и РТП старше 5–7 лет, из-за возможных пробоев в утеплении здания РП и понижении эффективности отопительной системы, образовавшейся из-за старости.

На ПС применяется только электроотопление. Другие виды отопления (водяное, паровое) принципиально не используются с точки зрения электробезопасности [1] [2].

Для отопления применяются в основном: трубчатые электронагреватели (ТЭН), инфракрасные обогреватели и комбинированные системы. Управление ими осуществляет термомеханический регулятор. С помощью простейшего

регулятора температуры, блоки нагревателей находятся в работе не постоянно, а некоторый кратковременный промежуток. Если помещение хорошо утеплено (имеет кирпичные стены, закрытые вентиляционные окна, утепленные и герметичные двери), присутствует существенная экономия мощности на обогрев [3]. По предоставленным данным, отопление работает 10–15% времени. Критерием включения или отключения нагревательных элементов служит температура воздуха на высоте 0,5 м от пола. Контроль системы отопления осуществляет оператор со своего компьютера.

В результате опроса специалистов и сотрудников организации ВОЭК на тему «повышение эффективности отопление на ПС», с точки зрения их эксплуатационной практики и опыта, выявлено 3 наиболее оптимальных способа повышения эффективности отопления, а именно:

1. Утепление.

На основе предоставленных данных, закрытое на зиму вентиляционное окно уменьшает потребление мощности примерно в 5 раз. Утепление дверей, своевременный ремонт здания, утепление холодных мест и других уязвимых участков конструкции существенно снижает расход мощности на отопление.

2. Повышение эффективности самих электрообогревателей.

На 90% ПС старше 5 лет по Вологодской области используются ТЭН. В новых ПС используются либо инфракрасные обогреватели, либо комбинации из ТЭН и инфракрасных устройств.

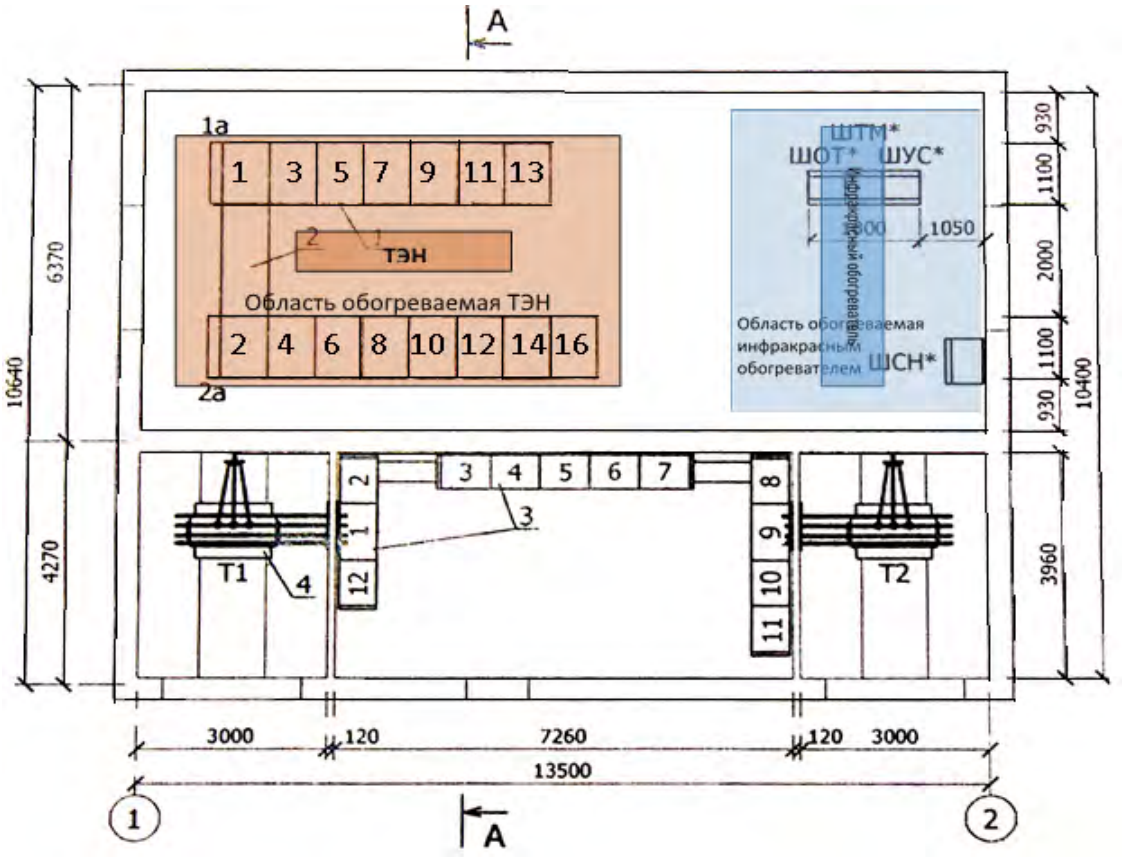


Рис. План комбинированной РТП № 44 г. Вологды

Инфракрасный обогреватель нагревает не воздух, а поверхность в определенном радиусе под ним. Он работает дольше чем ТЭН, так как от поверхности должен нагреться воздух для срабатывания датчика на отключение. Главные преимущества инфракрасных обогревателей: нагревают не воздух, а поверхность в определенном радиусе под ним; на нагрев нужного оборудования тратится меньше времени; не сжигает кислород; пожаробезопасность. Недостатки инфракрасных обогревателей: высокая стоимость; негативно влияет на самочувствие человека при длительном нахождении под излучением; низкий уровень регулирования мощности обогрева; крепится на потолке. Преимущества ТЭН: стабильная работа; низкая стоимость; компактность. Недостатки ТЭН: шум; сжигает кислород.

Комбинированная система отопления совмещает в себе ТЭН и инфракрасные обогреватели. Суть комбинированной системы в том, что часть помещения отапливается ТЭН, а другая часть инфракрасным обогревателем. Это позволяет максимально эффективно использовать преимущества этих видов обогревателей. Большинство опрошенных специалистов отдают предпочтение комбинированному и инфракрасному отоплению, но в большинстве РПС Вологодской области стоят ТЭН из-за их стабильной работы и отсутствия бюджета на переоборудование. Обновление устройств отопления на ПС – актуальная задача на сегодняшний день.

3. Ручное регулирование температуры.

Действенный способ повышения эффективности отопления и снижения затрат мощности – это ручное регулирование температуры. Сигналы датчиков температуры независимо от их конструкции идут на универсальный измеритель (пример: ТРМ 200), с которого преобразованные поступают в программу. Все системы отопления управляются как программой, так и вручную. На рабочем месте, с помощью компьютера, специалист может посмотреть все данные о системе, находящейся в его ведении. Работник, наблюдая показания датчиков температуры, графики работы отопительных элементов и зная их расход мощности, может в определенный момент времени вручную отрегулировать параметры срабатывания нагревательного оборудования и температуру, чтобы впоследствии получить меньший расход мощности, не навредив при этом отапливаемому оборудованию.

В ходе опроса оценке и критике специалистов подверглись и были признаны неэффективными или не реализуемыми, или эффективными, но не рентабельными следующие проекты и предложения.

1. Использование тепла трансформатора, если он находится в соседнем помещении.

Камера трансформатора спроектирована так, чтобы максимально уменьшить нагрев трансформатора при работе. Выделяемого тепла не хватит даже для того, чтобы поднять температуру в помещении на 1 градус. Камера должна быть герметичной по требованиям пожаробезопасности и ПУЭ [1][4]. Ком-

ната трансформатора свободно проветривается с улицы. Если мы соединим ее сквозным отверстием с комнатой выключателей и изоляторов, то доступ уличного воздуха будет только затруднять отопление.

2. Использование лазерных и контактных датчиков температуры для измерения температуры непосредственно на нужном элементе.

Лазерный измеритель температуры чувствителен к пыли, дыму и туману. Луч лазера может случайно прервать человек, совершающий работу в помещении. Установка контактных датчиков слишком дорогостояща и не целесообразна. Цитата: «бессмысленно нагревать лишь 1 конец 5-метровой шины».

3. Экономия мощности сети с помощью подпитки от солнечных батарей, установленных на крыше ПС или рядом.

Установка солнечных батарей в качестве дополнительного источника питания системы отопления не рентабельна из-за их стоимости и климатических условий.

4. Изменение положения ТЭН.

Из-за герметичности и малого объёма помещения ТЭН, расположенный даже в отдаленном углу, прогреет все помещение. Только на это потребуется больше времени.

Опираясь на результаты проделанной работы можно утверждать, что в большинстве РТП Вологодской области для улучшения эффективности отопления нужно создать комбинированную систему, добавив к ТЭН инфракрасные нагреватели, заменить устаревшее оборудование, а сами здания РТП отремонтировать и утеплить.

1. Правила устройства электроустановок. – 7 изд. – Москва: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

2. Методические указания по допуску в эксплуатацию новых и реконструированных электрических и тепловых энергоустановок. – Москва: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 24 с.

3. Красник В.В. Повышение экономичности работы электрооборудования / В.В. Красник. – Москва: Легпромбытиздат, 1985. – 160 с.

4. Правила по сертификации. Система сертификации электрооборудования и электрической энергии. – Москва: Энергосервис, 2001. – 96 с.

ПРОБЛЕМА ОПТИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Е.А. Олейникова
Научные руководители: ***И.Ю. Сергиевская****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда
В.В. Орлов*, канд. техн. наук*
Учебный центр «Энергетик»
г. Вологда

Энергосбережение является одной из самых серьезных задач XXI века. От результатов решения этой проблемы зависит место нашего общества в ряду развитых в экономическом отношении стран и уровень жизни граждан [1].

Проблема рационального потребления, распределения и передачи электроэнергии, а также вопрос о сокращении потерь электроэнергии стоит очень остро как на территории Вологодской области, так и в России в целом. Это вызвано сложным финансово-экономическим положением в стране. Исходя из данных сравнения энергоемкости России с ведущими мировыми странами, наша страна в сравнении с лидерами списка в 3 раза менее энергоэффективна.

Рассчитывать на дешевую электроэнергию не приходится при таком неэкономном производстве. Ведь дешевле ввести более рациональные схемы потребления электроэнергии, чем ждать, пока построится новая генерация, которая обязательно приведет к новому витку цен [2]. Поэтому вопрос внедрения энергосберегающих технологий все больше актуализируется.

В целях обеспечения надежного электроснабжения и создания условий для технологического присоединения к электрическим сетям потребителей должны проводиться мероприятия по развитию электросетевого комплекса с применением нового современного оборудования, внедрением автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии, способствующих оптимизации работы сетей и энергосбережению [3].

Объектом исследований стал микрорайон Вологодской области «Сосновая роща». Предметом исследований являются потери электроэнергии в сетях 0,4–10 кВ.

Основная цель данных исследований – это, конечно же, снижение энергетических и экономических потерь в сетях 0,4–10 кВ. Эти цели будут достигнуты путем использования уже имеющихся методов и средств энергосбережения и внедрением новых.

Для достижения поставленных целей необходимо проанализировать структуру потерь электроэнергии, изучить уже применяемые методы и средства снижения потерь, а также внедрить новые способы [4].

Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях – сложная комплексная проблема [5]. Она требует финансовых вложений. Такие вложения

необходимы для оптимизации развития электрических сетей, улучшения системы учета электроэнергии и внедрения технологий управления режимами сетей.

В настоящее время разработано множество мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Их можно разделить на три большие группы [7]:

1. Организационные (практически не требуют финансовых вложений для своего внедрения).

2. Технические (требуют дополнительных денежных вложений). В свою очередь подразделяются еще на две группы:

a) с целевым эффектом снижения потерь (внедряются специально для снижения потерь);

b) с сопутствующим эффектом снижения потерь (целью является развитие электрических сетей).

3. По совершенствованию системы учета электроэнергии.

Структура перечисленных мероприятий изображена на рисунке [8].

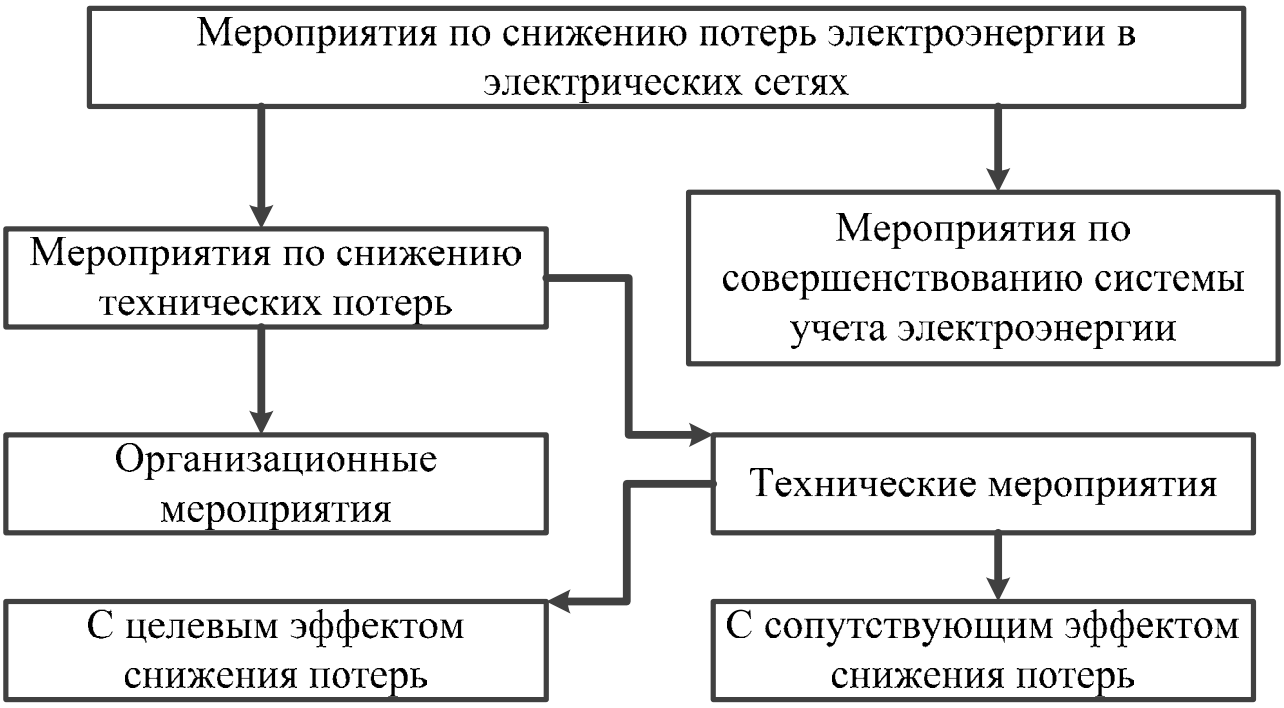


Рис. Структура мероприятий по снижению потерь электроэнергии

В данной работе технические мероприятия заключаются в замене электротехнического оборудования на более современное и экономичное. В частности будет применен кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ), трансформаторы с сердечниками из аморфных сплавов. Также планируется заменить схему электроснабжения 10 кВ на более надежную для обеспечения бесперебойности питания потребителей электрической сети.

Совершенствование системы учета электроэнергии состоит в установке АИИС КУЭ на базе счетчиков ЗАО ИТФ «СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ».

Основное практическое значение работы заключается в уменьшении потерь электроэнергии и улучшении ее качества у потребителей, снижении коммерческих потерь.

Научная новизна исследования состоит в развитии теоретических положений в области совершенствования методов энергосбережения в электрических сетях напряжением 0,4–10 кВ с применение современных методов снижения потерь электроэнергии [6].

1. Пилипенко, Н.В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей: учебное пособие / Н.В. Пилипенко, И.А. Сиваков. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 274 с.

2. ПАО Вологдаэнергосбыт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vscenergo.ru**.**

3. Официальный портал Правительства Вологодской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vologda-oblast.ru/**.**

4. Болознев, М.А. Оптимизация потерь электроэнергии в сельскохозяйственном районе: дис. … магистр: 13.04.02 / Болознев Максим Андреевич. – Вологда, 2018. – 92 с.

5. Некоммерческое партнерство инженеров. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.abok.ru/

6. Экономическая библиотека авторефератов и диссертаций по экономике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://economy-lib.com/

7. Лекции. Орг – публикация материала для обучения [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://lektsii.org/**.** – Загл. с экрана.

8. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение: учебное пособие для вузов / Г.В. Шведов, О.В. Сипачева, О.В. Савченко; под. ред. Ю.С. Железко. – Москва: Изд-во МЭИ, 2013. – 424 с.

СИММЕТРИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ С РЕШЕНИЕМ ВОПРОСОВ ЗАПУСКА И САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Н.А. Осипов
Научный руководитель ***В.П. Ананьев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время при использовании электроэнергии необходимо изменение напряжения одного уровня на другой. Сухие трансформаторы (иначе – с воздушным охлаждением) выполняют эту функцию настолько безопасно и эффективно, что они широко используются для внутренней установки в общественных и жилых зданиях, на производственных предприятиях где другие типы этих устройств считаются слишком опасными.

Сухие трансформаторы – это трансформаторы с воздушным охлаждением. Тепло от нагретых частей таких трансформаторов отводиться благодаря естественным воздушным потокам.

При симметричной нагрузке на обмотках такие трансформаторы прослужат долго. Но в любом производстве нельзя идеально распределить нагрузку по фазам из-за постоянного отключения и подключения нового оборудования в сеть, такие как сварочные аппараты, запуск электрических двигателей и так далее.

Эти последствия пагубно влияют на эксплуатацию сухих трансформаторов.

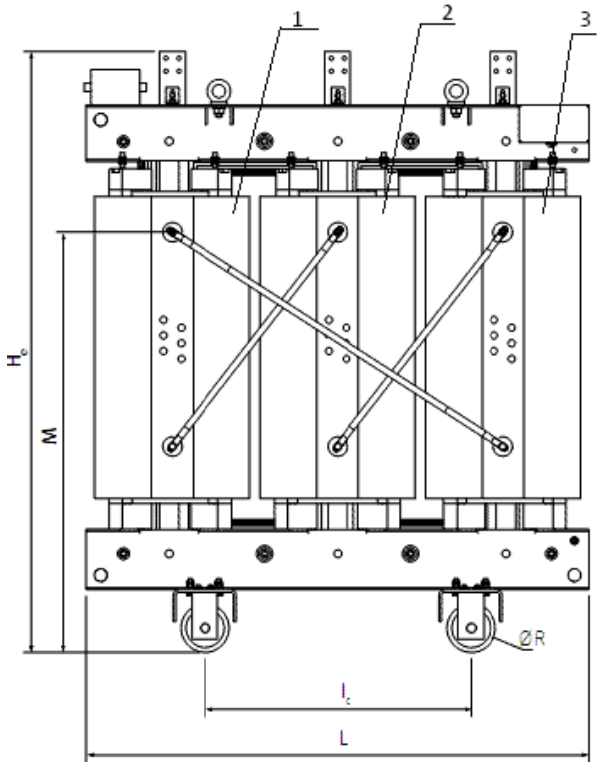


Рис. 1. Чертежное изображение сухого трансформатора

При различных нагрузках обмотки 1, 2, 3 нагреваются до разных температур. Это влияет на целостность средней обмотки 2, так как она попадает на перепады температур и из-за этого может получить повреждения.

Такая проблема появилась у деревообрабатывающего предприятия ООО «Флайдерер» которое находиться в Великом Новгороде. На территории производства находится 6 трансформаторных подстанций, в которых по 2 сухих трансформатора. Были проведены измерения тока на каждом обмотке трансформаторов и распределительных щитах, которые приведены в таблице.

Наибольшее отклонение тока в процентах составило 62,94%.

Таблица 1

Измерения среднего фазного тока

Наименование объекта измерений	Средний фазный ток			Наибольшее отклонение тока в процентах
	I1,A	I2,A	I3,A	ΔI
компрессор 1	160,64	161,51	158,97	3,64%
LVD05	1452,32	1437,17	1406,03	4,48%
компрессор 2	234,75	241,29	226,46	6,55%
LVD05	1455,06	1435,94	1406,47	4,41%
компрессор 3	180,27	187,25	185,41	4,52%
LVD05	1472,99	1456,27	1429,26	4,41%
КТ-1	233,62	247,22	230,71	7,84%
LVD05	1464,01	1446,36	1417,42	4,09%
КТ-2	200,24	198,92	189,47	6,29%
LVD05	1373,87	1357,35	1329,40	4,52%
КТ-3	297,24	297,08	290,60	3,83%
LVD05	1450,88	1432,08	1405,37	4,51%
Щит аспирации КТ-3	37,50	36,39	37,87	4,98%
КБ1	456,89	461,95	451,74	2,38%
«Контра»	1,62	4,04	2,73	62,94%
ЩО в щитовой СГП	24,32	16,20	22,69	33,69%

При стабильном графике нагрузок снижение систематической несимметрии напряжений в сети может быть достигнуто выравниванием нагрузок фаз путем переключения части нагрузок с перегруженной фазы на ненагруженную.

Рациональное перераспределение нагрузок не всегда позволяет снизить коэффициент несимметрии напряжений до допустимого значения (например, когда часть мощных однофазных электроприемников работает по условиям технологии не все время, а также при профилактических и капитальных ремонтах). В этих случаях необходимо применять специальные симметрирующие устройства.

Известно большое число схем симметрирующих устройств, часть из них выполняется управляемыми в зависимости от характера графика нагрузки.

Для симметрирования однофазных нагрузок применяется схема, состоящая из **индуктивности и емкости**. Нагрузка и включенная параллельно ей емкость включаются на линейное напряжение. На два других линейных напряжения включаются индуктивность и еще одна емкость.

Для симметрирования двух- и трехфазных несимметричных нагрузок применяется схема с неодинаковыми мощностями батарей конденсаторов, включенными в треугольник. Иногда применяют симметрирующие устройства со специальными трансформаторами и **автотрансформаторами**.

Поскольку симметрирующие устройства содержат батареи конденсаторов, целесообразно применять такие схемы, в которых одновременно симметрируется режим и генерируется Q с целью ее компенсации. Устройства для одновременного симметрирования режима и компенсации Q находятся в стадии разработки.

1. Данные измерений на ООО «Флайдерер» электроизмерительной лаборатории.

2. Техническая информация. Трансформаторы сухие силовые ТМ, ТМН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electroshield.ntrt.ru/ images/manuals/tmn.pdf.

3. Ермаков, В.Ф. Качество электрической энергии / В.Ф. Ермаков. – Москва, 2012. – 57 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕРОЧНОГО РАСЧЁТА ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

О.А. Перегудов
Научный руководитель ***Б.Н. Лобов****, д-р техн. наук, профессор*
Южно-Российский государственный политехнический университет
(НПИ) им. М.И. Платова
г. Новочеркасск

При поверочном расчёте необходимо выполнить уточнение конструкции вентильно-индукторной электрической машины (ЭМ) и определение ее характеристик. Также требуется расчет параметров управляющего импульса, нагрузки на полупроводниковые приборы преобразователя и определение теплового режима работы полупроводникового и электромеханического преобразователя. При этом используются более строгие математические модели по сравнению с моделями проектных расчетов.

Использование для решения сформулированных выше задач моделирования вентильно-индукторной электрической машины методов, основанных на теории обобщенной электрической машины [1] невозможно. В основе таких

моделей лежит допущение о том, что магнитное поле в зазоре распределено по синусоидальному закону. В случае с вентильно-индукторной электрической машиной это условие не выполняется и модель на основе теории обобщенной электрической машины не позволяет достичь приемлемой точности воспроизведения электромагнитных и электромеханических процессов.

Наиболее подходящим в данном случае является подход, основанный на применении метода зубцовых проводимостей и зубцовых контуров [2] и расчете характеристик моделируемой электрической машины методами теории поля.

Особенностью рассматриваемого типа ЭМ является то, что фазы практически не связаны в магнитном отношении [2–6]. Поскольку основной целью моделирования является поиск рациональных параметров управления и задача анализа детального исследования процессов в силовом преобразователе электроэнергии и системе управления рассматриваемой ЭМ не ставилась, при составлении математической модели использовались следующие допущения [7]:

- фазы работают обособленно, без магнитной связи друг с другом;
- силовые полупроводниковые приборы работают в ключевом режиме, с нулевым сопротивлением в открытом состоянии и бесконечным в закрытом, переход из одного состояния в другое происходит мгновенно;
- в звене постоянного тока учитывается наличие источника ЭДС, активного сопротивления и индуктивности;
- не учитывается наличие релейно-контакторной аппаратуры.

Электромагнитные процессы в фазе вентильно-индукторной ЭМ описываются с помощью уравнения составленного на основе закона электромагнитной индукции [5, 8]:

$$\frac{d\Psi_{\text{ф}}}{dt} = U_{\text{ф}} - I_{\text{ф}} R_{\text{ф}}, \tag{1}$$

где $\Psi_{\text{ф}}$ и $R_{\text{ф}}$ – потокосцепление и активное сопротивление фазы;

$U_{\text{ф}}$ и $I_{\text{ф}}$ – напряжение и ток фазы.

Потокосцепление фазы можно представить в виде произведения индуктивности фазы и ее тока. Тогда производная от потокосцепления по времени с учетом правила дифференцирования произведения может быть записана в виде:

$$\frac{d\Psi_{\text{ф}}}{dt} = \frac{d\left(L_{\text{ф}} I_{\text{ф}}\right)}{dt} = L_{\text{ф}} \frac{dI_{\text{ф}}}{dt} + I_{\text{ф}} \frac{dL_{\text{ф}}}{dt}, \tag{2}$$

где $L_{\text{ф}} = \dfrac{d\Psi_{\text{ф}}}{dt}$ – дифференциальная индуктивность фазы ЭМ.

Умножая числитель и знаменатель второго члена в правой части (3) на дифференциал вращения $d\gamma$, после преобразований, это выражение принимает вид:

$$\frac{d\Psi_{\phi}}{dt} = L_{\phi}\frac{dI_{\phi}}{dt} + \omega\frac{\partial\Psi_{\phi}}{\partial\gamma}\bigg|_{I_f=\text{const}} = L_{\phi}\frac{dI_{\phi}}{dt} + E_{\phi}, \qquad (3)$$

где $\omega = \dfrac{d\gamma}{dt}$ – угловая скорость вращения ротора;

$\dfrac{\partial\Psi_{\phi}}{\partial\gamma}\bigg|_{I_f=\text{const}}$ – производная от потокосцепления по углу поворота при неизменном токе фазы;

$E_{\phi} = \omega\dfrac{\partial\Psi_{\phi}}{\partial\gamma}\bigg|_{I_{\phi}=\text{const}}$ – ЭДС движения.

После подстановки (3) в (1) и преобразований дифференциальное уравнение относительно тока фазы, приведенное к форме Коши принимает вид:

$$\frac{dI_{\phi}}{dt} = \frac{1}{L_{\phi}}\left(U_{\phi} - R_{\phi}I_{\phi} - E_{\phi}\right), \qquad (4)$$

где I_{ϕ}, U_{ϕ} , E_{ϕ} являются функциями времени, E_{ϕ} , кроме того, зависит от угловой скорости вращения ротора, а индуктивность L_{ϕ} зависит от положения ротора и от тока фазы (в случае насыщения магнитной системы).

С учетом принятых допущений и уравнения (4) расчетная схема рассматриваемой вентильно-индукторной ЭМ имеет вид, приведенный на рисунке.

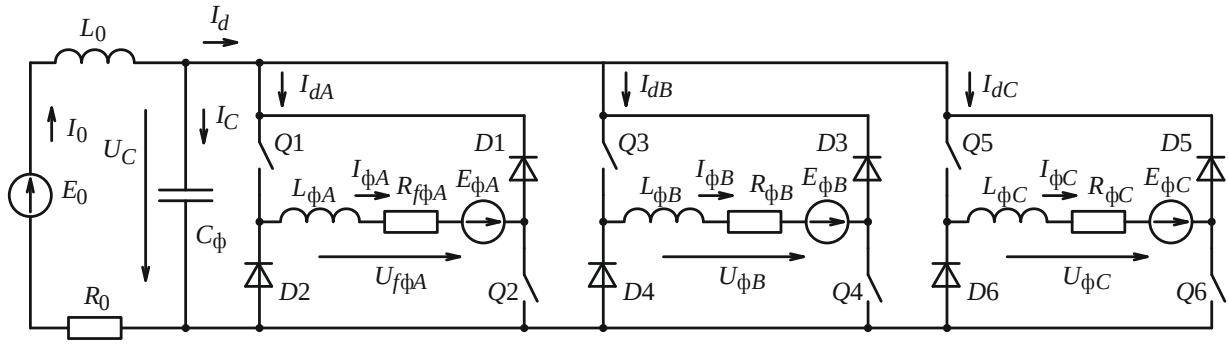


Рис. Расчетная схема вентильно-индукторной ЭМ

Электромагнитные процессы в схеме, приведенной на рис. 3, с учетом (3) описываются системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dfrac{dI_{\phi A}}{dt} = \dfrac{1}{L_{\phi A}\left(I_{\phi A},\gamma\right)}\left(U_{\phi A} - R_{\phi A} I_{\phi A} - E_{\phi A}\right); \\ \dfrac{dI_{\phi B}}{dt} = \dfrac{1}{L_{\phi B}\left(I_{\phi B},\gamma\right)}\left(U_{\phi B} - R_{\phi B} I_{\phi B} - E_{\phi B}\right); \\ \dfrac{dI_{\phi C}}{dt} = \dfrac{1}{L_{\phi C}\left(I_{\phi C},\gamma\right)}\left(U_{\phi C} - R_{\phi C} I_{\phi C} - E_{\phi C}\right); \\ \dfrac{dI_0}{dt} = \dfrac{1}{L_0}\left(E_0 - R_0 I_0 - U_C\right); \\ \dfrac{dU_C}{dt} = \dfrac{1}{C}\left(I_0 - \left(I_{dA} + I_{dB} + I_{dC}\right)\right). \end{cases} \quad (5)$$

В соответствии с описанным выше алгоритмом формирования напряжения и принятыми допущениями, величина напряжения, приложенного к фазе, определяется в соответствии со следующими условиями:

$$U_\phi = \begin{cases} U_C, \text{если} \left(I_{\phi з} \in \left[0, I_m - \dfrac{\Delta I}{2} \right[\right) \vee \left(I_{\phi з} \in \left[I_m - \dfrac{\Delta I}{2}, I_m + \dfrac{\Delta I}{2} \right] \right) \wedge \left(\dfrac{dI_\phi}{dt} > 0 \right); \\ 0, \text{если} \left(I_{\phi з} \in \left[I_m - \dfrac{\Delta I}{2}, I_m + \dfrac{\Delta I}{2} \right] \right) \wedge \left(\dfrac{dI_\phi}{dt} \le 0 \right); \\ -U_C, \text{если} \left(I_{\phi з} = 0 \right) \wedge \left(I_\phi > 0 \right) \end{cases} . \quad (6)$$

Токи, потребляемые фазами от звена постоянного тока, при используемом принципе формирования тока фазы определяются в соответствии с выражением:

$$I_{dA,B,C} = \text{sign}(U_{\phi A,B,C}) I_{\phi A,B,C},$$

где $\text{sign}(x) = \begin{cases} -1, \text{если } x < 0; \\ 0, \text{если } x = 0; \\ 1, \text{если } x > 0; \end{cases}$ – функция выделения знака.

В систему уравнений (5), кроме параметров элементов звена постоянного тока, входят параметры исследуемой ЭМ – активное сопротивление, индуктивность и потокосцепление фазы. Эти величины, исходя из целей моделирования, необходимо определять расчетным путем, по результатам решения серии задач расчета электромагнитного поля при различных значениях тока фазы и положении ротора.

Выводы:

1. Для построения математической модели вентильно-индукторной ЭМ наиболее рациональным является подход, основанный на применении метода

зубцовых проводимостей и зубцовых контуров и расчете характеристик машины методами теории поля.

2. Предложена расчётная схема и математическая модель вентильно-индукторной ЭМ, описывающая происходящие в машине электромагнитные процессы и позволяющая определить параметры управляющих импульсов.

1. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учеб. для вузов / И.П. Копылов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. шк., 2001. – 327 с.

2. Универсальный метод расчёта электромагнитных процессов в электрических машинах / А.В. Иванов-Смоленский, Ю.В. Абрамкин, А.И. Власов, В.А. Кузнецов; под ред. А.В. Иванова-Смоленского. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 216 с.

3. Ефромеев, А.Г. Методика выбора вентильно-индукторного двигателя для построения физической модели привода / А.Г. Ефромеев, Д.И. Степаничев // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2011. – № 2. – С. 140-143.

4. Галушко, В.Н. Моделирование вентильно-индукторных двигателей / В.Н. Галушко, Т.В. Алферова, С.И. Бахур, А.А. Алферов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2014. – № 3 (58). – С. 45-55.

5. Александровский, С.В. Разработка математической и имитационной модели вентильно-индукторного двигателя / С.В. Александровский, Ю.Н. Петренко // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2011. – № 2. – С. 15-22.

6. Чихняев, В.А. Исследование электромеханических свойств вентильно-индукторного двигателя / В.А. Чихняев, Д.И. Ахметзянов // Вестник ЧГУ. – 2013. – № 3. – С. 240-245.

7. Miller, T.J.E. Switched reluctance motors and their control / T.J.E. Miller. – Oxford: Magna Physics Publishing and Clarendon Press, 1993. – 205 p.

8. Кузнецов, В.А. Особенности расчёта индукторных двигателей для вентильного электропривода / В.А. Кузнецов, Л.А. Садовский, В.Л. Виноградов, В.В. Лопатин // Электротехника. – 1998. – № 6. – С. 35-43.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ ДЛЯ ПРИВОДА СТАНКОВ-КАЧАЛОК

Т.И. Петров
Научный руководитель ***А.Р. Сафин****, канд. техн. наук, доцент*
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань

В работе предлагается современный метод проектирования и оптимизации синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) с использованием генетического алгоритма. Использование СДПМ вместо асинхронных двигателей для привода станков-качалок позволит повысить энергоэффективность нефтедобычи.

В дополнение к высокой энергоэффективности современные СДПМ имеют чрезвычайно компактную конструкцию. Структура СДПМ делает их значительно меньше и легче, чем аналогичные асинхронные двигатели. СДПМ до 40 процентов более компактный, чем аналогичный асинхронный двигатель. Они соответствуют типоразмеру, который меньше на два стандартных размера, что создает возможность для более компактной конструкции машины. К тому же СДПМ весит на 50 процентов меньше и его инерция на 60 процентов ниже, чем у аналогичного асинхронного двигателя.

За счет высокого коэффициента мощности и к.п.д. СДПМ снижаются потери в системе электроснабжения нефтяных полей, растет к.п.д. всей системы (на 5–6%) по сравнению с применением асинхронных двигателей.

Авторами разработан алгоритм анализа, многокритериальной и топологической оптимизации роторов СДПМ. Предполагается, что ротор с постоянными магнитами должен иметь несложную конструкцию для простоты изготовления и повышенный вращающий момент по сравнению с базовым образцом.

В данном исследовании спроектирована модернизированная структура ротора с постоянными магнитами. Предлагаемый процесс оптимизации объединяет топологический метод оптимизации и метод, учитывающий экономичность изготовления. Предполагается проведение экспериментальных исследований.

В настоящее время развивается промышленное изготовление постоянных магнитов (ПМ) с высокими энергетическими показателями. Такие ПМ позволяют создавать в малых объемах большой магнитный поток, позволяя значительно повысить предельные мощности ЭМ.

Наиболее важными требованиями для СДПМ в приводных механизмах станков-качалок являются:

- высокие динамические показатели;
- высокие энергетические показатели;
- малые габариты и масса.

Для достижения максимальных энергетических и динамических показателей СДПМ при минимальных массогабаритных показателях применяют высокоэнергетические ПМ. Это позволяет:

- во-первых, уменьшить объем ПМ;

- во-вторых, вследствие уменьшения объема ПМ получить наименьший момент инерции вращающейся части – ротора СДПМ и, как следствие, улучшить динамические показатели СДПМ;

- в-третьих, получить больший магнитный поток, как следствие, больший пусковой и электромагнитный момент, большую удельную мощность и больший КПД СДПМ, т. е. еще улучшить динамические и энергетические показатели.

В настоящее время в СДПМ применяются высокоэнергетические ПМ на основе самария и кобальта и магнитотвердые материалы на основе сплава неодим-железо-бор [1].

Алгоритм анализа и оптимизации СДПМ будет состоять из следующих этапов:

- первый этап: электромагнитный расчет аналитическими методами с помощью схемы замещения;

- второй этап: многокритериальная и топологическая оптимизация ротора СДПМ;

- третий этап: расчет электромагнитного поля СДПМ;

- четвертый этап: расчет переходных процессов СДПМ в составе приводного механизма станков-качалок;

- пятый этап: 3D-моделирование СДПМ;

- шестой этап: тепловой расчет;

- седьмой этап: механические расчеты всей конструкции СДПМ.

На **первом** этапе проектирования проводиться предварительный электромагнитный расчет для получения начальной геометрии СДПМ. Расчет проводится по известным методикам аналитических расчетов.

Основная **задача данного этапа** получение начальных данных об СДПМ: исходной геометрии и предварительных энергетических и динамических показателей.

На данном этапе количество заданных величин минимально, на нем формируется начальная геометрия СДПМ. Результаты расчета или выходные данные это: рабочие характеристики электродвигателя в установившемся режиме, предварительные массогабаритные показатели, размеры статора и ротора.

На **втором** этапе производится многокритериальная и топологическая оптимизация ротора СДПМ с использованием генетических алгоритмов (ГА).

ГА подходят для задач оптимизации, содержащих большую степень поиска. Область проектирования ротора СДПМ дискретизируется в сетке конечных элементов, а материал нескольких элементов определяются в качестве гена в хромосоме. Предложено ввести концепцию кластера многих видов мате-

риалов в ГА. Если кластер мал, то есть количество ячеек в области меньше или равно целому числу N_{min}, выполняется процедура очистки. Данная процедура процедура очистки небольшого кластера материала может удалить «плавающую» части материала [2].

Чтобы ограничить объем ПМ и определить структуру ротора для большего электромагнитного момента, необходимо определить целевую функцию:

$$C = \frac{M_{эм}}{k \cdot V_{магн}/V_{рот}+1},$$

где $M_{эм}$ – электромагнитный момоент;

$V_{магн}$ – объем магнитов;

$V_{рот}$ – объем ротора;

k – константа.

Магнитное поле в двигателе СДПМ рассчитывается с помощью двухмерного метода конечных элементов, а затем электромагнитный момент рассчитывается с помощью тензорного метода Максвелла [3, 4, 5].

Основная задача данного этапа: получение необходимых и наилучших энергетических, массо-габаритных и косвенных динамических показателей.

В качестве входных данных для данного расчета используется геометрическая модель СДПМ, полученная на первом этапе.

Выходные параметры на данном этапе: оптимизированная модель ротора СДПМ и энергетические, динамические и массогабаритные показатели.

Также на данном этапе осуществляется подготовка динамической модели для расчета переходных процессов с учетом реальной схемы управления для оценки динамики всего приводного механизма станка-качалки.

На **третьем** этапе проектирования выполняется полевой расчет методом конечных элементов (МКЭ).

Цели данного этапа: предварительная оценка динамических показателей СДПМ, расчет электромагнитного поля для определения мгновенных значений электромагнитного момента, фазных токов, потерь в меди, магнитных потерь в роторе. Также расчет электромагнитного поля (определение электромагнитных нагрузок) необходим для последующего расчета теплового поля, поскольку эти нагрузки являются входными параметрами для данного расчета.

На **четвертом** этапе проектирования выполняется расчет переходных процессов и моделируется работа приводного механизма максимально имитирующей реальную схему управления.

Исходными данными для построения имитационной модели СДПМ является динамическая модель СДПМ (полученная на втором этапе) или полевая модель СДПМ (полученная на третьем этапе), параметры механической части и основные параметры системы управления.

На **пятом** этапе выполняется 3D-моделирование всего СДПМ, производится проработка всей конструкции.

На **шестом** этапе проектирования выполняется тепловой расчет. В качестве входных данных для расчета используется полевая модель СДПМ, а также электромагнитные нагрузки. Выходными данными на этом этапе будет картина теплового поля во всем объеме СДПМ, которая позволяет определить температуру и перегрев отдельных частей СДПМ.

На **седьмом** этапе проводится механический расчет всей конструкции ЭП. В данный этап расчета могут быть включены внешние воздействующие на СДПМ факторы, например, такие как вибрации, ударные нагрузки однократного и многократного действия. В случае, если механический расчет покажет недостаточную прочность конструкции, то необходимо ввести упрочняющие элементы, либо изменить конструкцию и вернуться на второй этап расчета.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-48-160023.

1. Kopylov A.M., Ivshin I.V., Safin A.R., Misbakhov R.Sh., Gibadullin R.R. Assessment, calculation and choice of design data for reversible reciprocating electric machine // International Journal of Applied Engineering Research, Volume 10, Issue 12, 28 July 2015, pp. 31449-31462.

2. Сафин, А.Р. Разработка метода проектирования линейных электрических машин возвратно-поступательного действия на основе топологической оптимизации / А.Р. Сафин, Р.Р. Хуснутдинов, А.М. Копылов, В.В. Максимов, А.Н. Цветков, Р.Р. Гибадуллин // Научно-техническая конференция по итогам совместного конкурса фундаментальных исследований РФФИ – РТ: сборник докладов региональной научно-практической конференции. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2017. – С. 287-291.

3. Z. Q. Zhu, D. Howe, and Z. P. Xia, “Prediction of open-circuit air gap field distribution in brushless machines having an inset permanent magnet rotor topology,” IEEE Trans. Magn., vol.30, no.1, pp.98–107, (1994)

4. D. N. Dyck and D. A. Lowther, “Automated design of magnetic devices by optimizing material distribution,” IEEE Trans. Magn., vol.32, no.3, pp.1188–1193, (1996)

5. J. K. Byun, S. Y. Hahn, and I. H. Park, “Topology optimization of electrical devices using mutual energy and sensitivity,” IEEE Trans. Magn., vol.35, no.5, pp.3718–3720, (1999)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРОДСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

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

Основной задачей эксплуатации электрических сетей является передача электроэнергии потребителям надлежащего качества и в требуемом количестве при наименьших затратах. Одним из наиболее действенных способов уменьшения затрат на передачу электроэнергии является повышение номинального напряжения сети, приводящее к снижению потерь электроэнергии пропорционально квадрату напряжения.

В связи с этим перевод городских электрических сетей номинальным напряжение 6 кВ на более высокое напряжение является сейчас актуальной проблемой.

В настоящее время сети напряжением 6 кВ занимают более 60% всех городский сетей и постепенный переход на напряжение 10 кВ, однако этот переход часто затягивается надолго.

Существующие сети 6 кВ при темпах ежегодного роста нагрузок равного 5% и более в течение 10–15 расчетных лет рекомендуется переводить на напряжение 10 кВ в ближайшие 5–10 лет [1].

Однако этот переход часто затягивается.

Уменьшения затрат на перевод с одного номинального напряжение на другое, более высокое, можно достичь, одновременно изменяя режим нейтрали сети, что улучшит качество передаваемой электроэнергии и увеличит надежность существующих электрических сетей.

Перевод сети на повышенное напряжение обеспечит:

- увеличение пропускной способности существующих кабельных и воздушных линий без дополнительной прокладки новых линий;
- уменьшение потерь электрической энергии в линиях питающей и распределительной сетей;
- улучшение качества напряжения у потребителей;
- снижение количества новых ячеек распределительных устройств центров питания;
- уменьшение сечения вновь проектируемых линий;
- увеличение экономического радиуса обслуживания;
- сокращение количества центров питания.

Вопросам исследования режимов работы нейтрали сложных городских кабельных электрических сетей посвящен целый ряд публикаций зарубежных и отечественных ученых. В промышленных развитых странах Европы про-

должается процесс постепенного перевода существующих сложных городских кабельных сетей с изолированной, компенсированной или заземленной через высокоомное токоограничивающее сопротивление нейтралью в режим работы с нейтралью, заземленной через малое активное или активно-индуктивное сопротивление, что признано прогрессивным решением [2].

Также можно использовать комбинированный способ заземления нейтрали, при котором в центре питания наглухо или через малое сопротивление заземляется искусственная нейтральная точка или силовой трансформатор небольшой мощности, а на части распределительных линий заземляется один или несколько потребительских трансформаторов при полной изоляции от земли нейтралей всех потребительских трансформаторов на остальных распределительных линиях. Актуальность данных исследований обусловлена необходимостью повышения эффективности использования энергоресурсов и их экономии.

Практика перевода 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.

Работы по переводу сети с 6 кВ на напряжение 10 кВ длятся, как правило, несколько лет и включают следующие этапы [3]:

- инженерное обеспечение;
- подготовительные работы;
- непосредственный перевод сети с 6 кВ на напряжение 10 кВ;
- начальный период эксплуатации сети, переведенной на напряжение 10 кВ.

Инженерное обеспечение работ предполагает:

- 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);
- уточнение количества и типа установленной кабельной арматуры;
- изучение технического состояния линий; определение объема и стоимости работ;
- составление графика очередности перевода сети на напряжение 10 кВ;
- выдачу технических условий на подключение к сети новых потребителей (с учётом перевода её на напряжение 10 кВ).

Подготовительные работы включают:

- обеспечение необходимого запаса новых силовых трансформаторов с высшим напряжением 10 кВ;
- обеспечение необходимого запаса силовых трансформаторов 6/10 кВ;
- обеспечение напряжения 10 кВ в центре питания;

- замену кабельных линий напряжением 6 кВ линиями 10 кВ;
- замену всех концевых муфт внутренней и наружной установок;
- замену вертикальных участков кабелей на 10 кВ, дефектных или явно устаревших соединительных муфт;
- осмотр воздушных линий и оборудования ТП;
- испытание за один год до перевода и непосредственно перед переводом кабелей постоянного тока и оборудования ТП переменного тока;
- проверку и приведение в соответствие с изоляционных расстояний от токоведущих частей до заземленных конструкций и частей зданий, между проводниками разных фаз, а также от токоведущих частей до сплошных и сетчатых ограждений.

Непосредственный перевод сети, приурочиваемый к обеспечению на шинах центра питания напряжения 10 кВ, заключается в следующем:

- заменяются трансформаторы 6 кВ, установленные в ТП, на трансформаторы напряжением 10 кВ;
- заменяются предохранители и разрядники в ТП, а также трансформаторы напряжения в центре питания на 10 кВ;
- устанавливаются, где это необходимо, трансформаторы 6/10 кВ;
- обеспечивается на шинах центра питания напряжение 10 кВ.

Начальный период эксплуатации (первые 2 года) переведенной на 10 кВ сети характеризуется частым испытанием изоляции кабельных линий (2 раза в год).

Из выше написанного следует, что имеются все предпосылки для постепенного перевода городских кабельных сетей номинальным напряжением 6 кВ на более высокое номинальное напряжение.

Это значительно сократит потери мощности при передаче, увеличит пропускную способность существующих сетей, а также увеличит качество и надежность электроснабжения потребителей.

Одновременно изменяя режим нейтрали электрической сети, достигается возможность отключения поврежденного участка релейной защитой, поврежденный участок локализируется, не приводя к длительным отключениям и значительным недоотпускам электроэнергии.

Также изменение режима нейтрали позволит использовать имеющийся запас по уровню фазной изоляции кабельных линий и обеспечит повышение их срока службы или позволит увеличить номинальное напряжение сетей, как было предложено выше для конкретного участка кабельной электрической сети.

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

2. Заземление нейтрали в сетях напряжением до 110 кВ / под ред. Л.М. Фингера. – Москва: ОРГРЭС, 1964. – С. 88.

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

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В КОРПУСЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ БОЛЬНИЦЫ

Н.В. Черняев
Научный руководитель ***А.Н. Бабкин****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Целью данной работы является нахождение путей оптимизации энергопотребления в корпусе Вологодской областной клинической больницы. Для достижения поставленной цели ставятся следующие задачи:

- изучение схем подключения энергопринимающих устройств;
- анализ схем подключения энергопринимающих устройств на базе Вологодской областной клинической больницы;
- ознакомление с энергопринимающими приборами, находящимися на базе Вологодской областной клинической больницы;
- анализ ежемесячных энергозатрат Вологодской областной клинической больницы.

В настоящее время остро стоит вопрос об оптимизации энергопотребления на различных предприятиях из-за того, что большая часть энергии, поступающей на предприятие расходуется нерационально, в связи с чем возникает большое энергопотребление. Также помимо нерационального энергопотребления на повышенный расход электрической энергии влияет и то, что предприятие использует устаревшую схему подключения к подстанциям, а также установлено старое оборудование (счётчики, трансформаторы, проводка).

Термин оптимизация электроэнергии подразумевает под собой поиск нерациональных энергозатрат на предприятии, а также пути их устранения и при возможности улучшения энергопринимающих устройств, с целью снизить энергетические затраты на предприятии, что повлечет за собой снижение стоимости оплаты электроэнергии.

Для оптимизации энергопотребления была выбрана Вологодская областная клиническая больница из-за большого энергопотребления, а также нерационального использования энергопотребляющих устройств.

На базе Вологодской областной клинической больницы находится огромное количество отделений, большая часть которых имеет устаревшие источники энергопотребления.

Также было установлено, что в рассматриваемой больнице используются достаточно устаревшие схемы подключения отделений, а именно 1960–1970 гг. Учитывая то, что в сфере электроэнергетики появляется новое аналоговое оборудование, можно предположить, что используемое оборудование и схемы подключения на сегодняшний день являются неактуальными. Одним из вариантов снижения энергопотребления является замена устаревших электросчёт-

чиков на более современные (например, AS3500-533-RLM-PB2-B-PL или Меркурий 230 ART-03 CN).

В таблице 1 представлены основные точки потребления электроэнергии Вологодской областной клинической больницы. В таблице номер 1 указана стоимость без учёта услуги за передачу электроэнергию.

Таблица 1

Суммы затрат на электроэнергию за месяц

Точки учёта		Напряжение, кВ	Полный расход, кВтч	Сумма с НДС, руб.
№	Наименование			
1	Акушерский корпус, Пошехонское шоссе 29	0,4	14 500	46 361
2	Акушерский корпус, Пошехонское шоссе 29	0,4	10 808	34 556
3	Гинекологический комплекс, Пошехонское шоссе 29	0,4	9512	30 412
4	Здание больницы, Лечебная 17	0,4	9896	31 640
5	Здание больницы, Пошехонское шоссе 29 Счётчик 00478157	0,4	27 907	89 228
6	Здание больницы, Пошехонское шоссе 29 Счётчик 00562737-07	0,4	24 120	77 120
7	Здание больницы, Пошехонское шоссе 29 Счётчик 07937714	0,4	22 669	72 480
8	Здание больницы, Пошехонское шоссе 23	0,4	18 548	59 303
9	Здание больницы, Лечебная 17 Счётчик 01091795	0,4	35 258	112 730
10	Здание больницы, Лечебная 17 Счётчик 00478157	0,4	56 767	181 502
Итого				735 332

Поскольку заключён договор купли-продажи, то больница отдельно платит за электроэнергию и отдельно за услугу по передачи электроэнергии до точек энергопотребления. В среднем дня низкого напряжения услуга по передаче стоит 7 руб. за 1 кВт/ч + 18% от стоимости (НДС).

С учётом вышесказанного таблице 2 представлены стоимости электроэнергии с учётом услуги передачи электроэнергии.

Таблица 2

Сумма энергозатрат с учётом стоимости услуги за передачу

Наименование точки учёта	Сумма, руб
Пошехонское шоссе 23	958 460
Лечебная 17	780 474
Пошехонское шоссе 29 (Гинекология)	235 801

Возможные пути по снижению потребления электроэнергии:

1. Обновление устаревших постоянных источников энергопотребления.

2. Установка автоматизированного контроля режима энергопотребления.

3. Замена устройств измерения потребляемой электроэнергии на более новые.

4. Как следствие из п. 3, замена/изменение схем подключения корпусов.

Оптимизировав энергопотребление, на предприятии можно снизить энергозатраты, что в свою очередь повлечёт за собой снижение стоимости оплаты электроэнерги.

1. Радкевич, В.Н. Проектирование систем электроснабжения: учебное пособие / Радкевич В.Н. – Минск: ПИОН, 2001. – 293 с.

2. Маньков, В.Д. Основы проектирования систем электроснабжения / Маньков В.Д. – Санкт-Петербург 2010. – 664 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА, УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

М.С. Шляхто

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В последнее время активизировались работы во всем мире по созданию экзоскелетов, причем для различных областей применения (медицинская реабилитация, использование в условиях чрезвычайных ситуаций, в военных целях и т.д.). Хотя первые экзоскелеты были созданы в 60-х годах XX века, историю их развития можно отсчитывать с конца XIX века, когда стали появляться проекты устройств, впоследствии эволюционировавшие в экзоскелеты. Сущетсвующее в настоящее время экзоскелеты принято подразделять на пассивные и активные. Однако в разных источниках при разделении экзоскелетов на активные и пассивные используются различные критерии классификации. Наиболее распространены два основных подхода.

Экзоскелет можно рассматривать как многозвенную механическую систему, приводимую в действие определенным типом привода. В настоящее время в качестве источников энергии в многозвенных механических системах в основном используются электроприводы (ЭП). Поэтому стоит задача разработки математической модели ЭП с приводимой им в движение механической части экзоскелета.

Для решения данной задачи прежде всего требуется математически описать объект регулирования (экзоскелет). В рамках предполагаемые устройства

соединения между звеньями не являются свободными геометрически, так как соединения являются свободными шаровыми опорами. А следовательно, описываются с помощью скользящих векторов и их сумм [2].

Пусть $x^K = \left[x_1^k * x_2^k * x_3^k\right].^T$ – координатный столбец вектора x в базисе $[e^k]$, тогда кососимметричная матрица, полученная из координатного столбца вектора x, имеет вид:

$$\langle x^k \rangle = \begin{Vmatrix} 0 & -x_3^k & x_2^k \\ x_3^k & 0 & -x_1^k \\ -x_2^k & x_1^k & 0 \end{Vmatrix}.$$

На рис. 1 показано геометрическое представление скользящего вектора: геометрический вектор и прямая линия, по которой это вектор может перемещаться [1]. Для формирования скользящего вектора нужно знать информацию о радиус-векторе r_a^0, точкой а на прямой скольжения l^xи информацию о геометрическом векторе x.

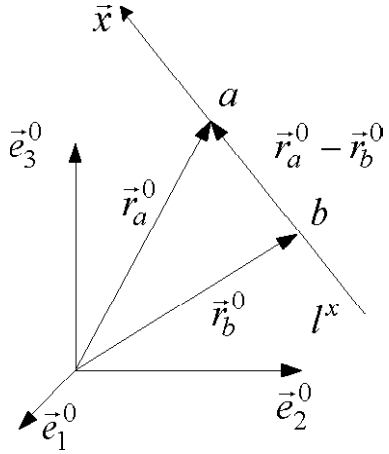


Рис. 1. Геометрическое представление скользящего вектора

Шестимерный координатный столбец скользящего вектора в системе E_0 определим формулами:

$$l_0^{x0} = D_0^0(x^0, x^0),^T D_0^0 = \begin{Vmatrix} E & 0 \\ 0 & \langle r_a^0 \rangle^0 \end{Vmatrix},$$

где $x^0 = (x_1^0, x_2^0, x_3^0)^T$ и $r_a^{00} = (r_1^0, r_2^0, r_3^0)$ – координатные столбцы геометрических векторов x и $r_в$ базисе $[e^0]$системы координатE^0;

$\langle r_a^0 \rangle^0$ – кососимметричная матрица, сформированная по координатному столбцу r_a^{00}.

При моделировании движения многозвенных объектов одной из основных математических операций является преобразование скользящего вектора и винта при переходе к новой системе координат.

Возьмем две системы координат $E^s = (o_s, [e^s])$и$E^k = (o_k, [e^k])$; l^x – координатный столбец одного скользящего вектора, l_s^{xs}иl_k^{xk} – координатные столбцы скользящего вектора в указанных системах координат E^s и E^K. Для

компьютерной реализации формулу преобразования координат скользящего вектора преобразуем к виду: $l_s^{xs} = L_k^s l_k^{xk}$.

Аналогично можно написать для винта: $X_s^s = L_k^s X_k^k$, где $L_k^s = T_k^s[c_k^s]$;

$$T_k^s = \begin{Vmatrix} E & 0 \\ \langle r_k^s \rangle^s & E \end{Vmatrix}, [c_k^s] = \begin{Vmatrix} c_k^s & 0 \\ 0 & c_k^s \end{Vmatrix},$$

где r_a^{ss} – координатный столбец вектор r_aв базисе $[e^s]$системы координат E^s ; $\langle r_a^s \rangle^s$кососимметричная матрица, порожденная столбцом r_a^{ss}.

Важным свойством матрицы преобразования координат является возможность последовательного получения выражения для преобразования: из двух последовательных преобразований систем координат: $E^0 \to E^s \to E^k$, вычисляется полное преобразование таким образом:

$$L_k^0 = L_s^0 L_k^s = L_1^0 L_2^1 L_3^2 \dots L_k^{k-1}$$

Общая структурная схема модели экзоскелета с локальными ПИ регуляторами и компенсатором (ПД) представлена на рисунке 2.

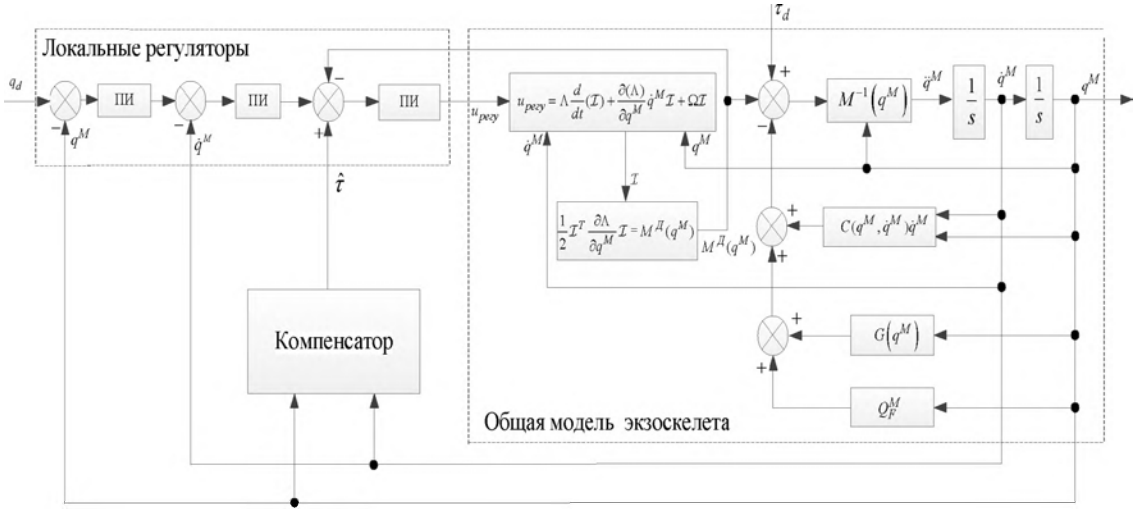


Рис. 2. Структурная схема модели экзоскелета с локальными ПИ регуляторами и компенсатором

На основе полученных осциллограмм можно утверждать, что учет в модели зависимости индуктивности от углового положения ротора является принципиальным фактом, который способен качественно повлиять на получаемые в процессе моделирования характеристики тока, момента и скорости привода, построенного на базе явнополюсного вентильного двигателя с постоянными магнитами [3].

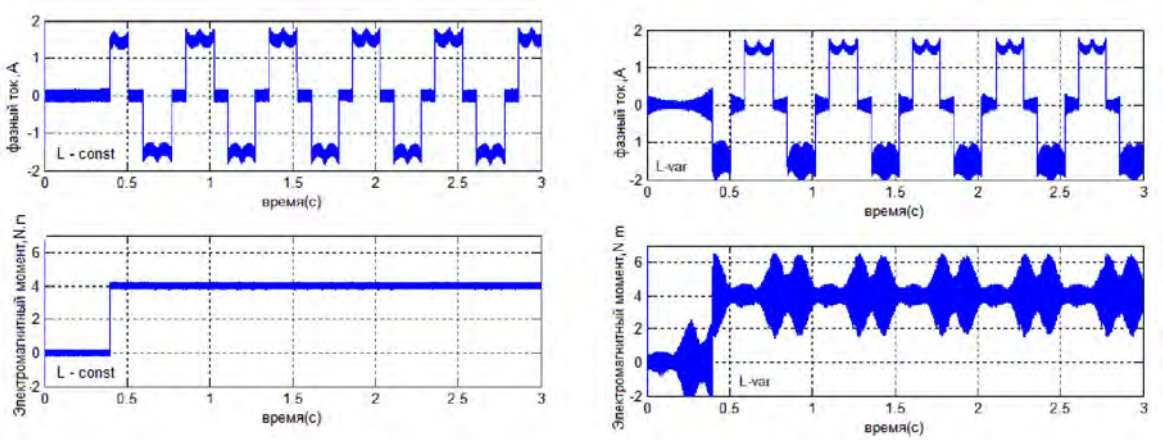


Рис. 3. Осциллограммы тока и электромагнитного моментавентильного двигателя при:
а – постоянной индуктивности двигателя,
б – приналичии зависимости индуктивности от угла поворота ротора двигателя

Таким образом, по результатам выполненного моделирования можно заключить что, в случае несущественной взаимозависимости динамики механического и электромагнитного процессов при движении экзоскелета, для построения модели его динамики можно использовать комбинацию математической модели и кинематических расчётов направленных на отоброжении происходящих процессов.

1. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.– 8-е изд., перераб. и доп. / под ред. И. Н. Жестковой. – Москва: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 920 с.

2. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: учебник для вузов. – Москва: Энергоатомиздат, 1986.

3. Яцун, С.Ф. Экзоскелеты, Анализ конструкций, принципы создания, основы моделирования: монография / С.Ф. Яцун, С.И. Савин, О.В. Емельянова, А.С. Яцун, Р.Н. Турлапов. – Москва, 2015.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

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

Все сферы жизнедеятельности не могут нормально функционировать без организации освещения помещений, зданий и прочих сооружений. На первый взгляд может показаться, что электроэнергия, затрачиваемая на освещение, не является столь существенной, но в абсолютных значениях представлена весьма ощутимой величиной [1].

Постоянный рост тарифов на электроэнергию заставляет искать пути по снижению потребляемой энергии. Экономное электропотребление, может быть осуществимо применением энергосберегающих технологий и современных методов электропотребления. На мой взгляд, наиболее эффективным будет использование целого комплекса мер по оптимизации и повышению эффективности освещения, а именно использование систем управления освещенностью, которые подразумевают:

- внедрение современного более эффективного оборудования, обладающего улучшенными техническими характеристиками;
- разработку режимов работы электрооборудования, которые позволят снизить электропотребление и продлить срок службы осветительных приборов без вреда для потребителя;
- применение компактных программируемых устройств, использующих эффективные временные алгоритмы управления, как в ручном, так и в автоматическом режимах работы;
- использование новейших устройств учета электропотребления и контроля технического состояния электрооборудования [1].

На наш взгляд, наиболее подходящим и нуждающимся объектом в плане модернизации осветительных систем на сегодняшний день являются промышленные предприятия, где рабочие процессы могут проходить круглосуточно, а доля затрат на освещение может составлять до 10% от всей потребляемой электроэнергии [2].

Схема основных производственных видов освещения представлена на рис. 1. Все виды освещения, указанные на рис. 1, активно применяют в производственных зданиях. В помещениях с нехваткой естественного освещения используется освещение совмещенное. В помещениях, где по всей площади проводятся работы одного типа (сварочные, литейные и т.д.) применяют общее освещение. При выполнении зрительных работ высокой точности (фрезерных и т.д.) в местах, где оборудование располагается вертикально, образу-

ет резкие тени, в комбинации с общим используется местное освещение. При выполнении зрительных работ высокой точности (фрезерных и т.д.) в местах, где оборудование располагается вертикально, образует резкие тени, в комбинации с общим используется местное освещение. Использование одного лишь местного освещения не допустимо, так как из-за образования резких теней, возникает риск получения травмы [2].

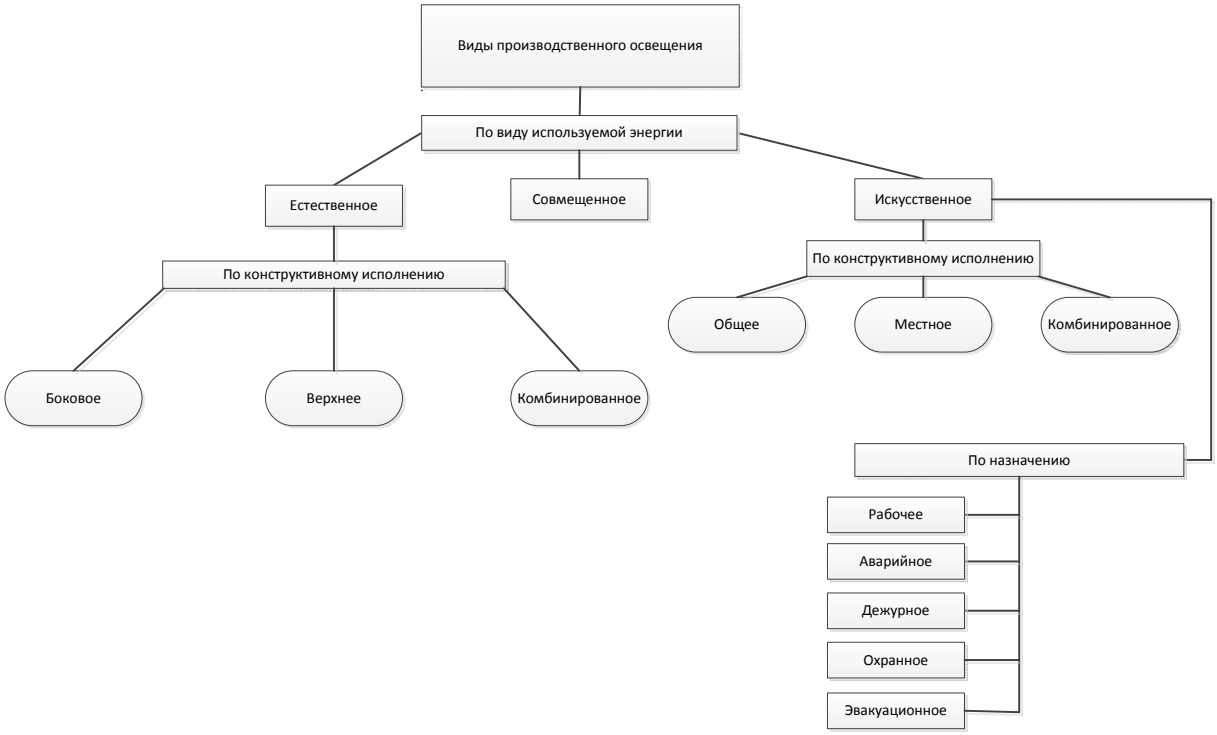


Рис. 1. Схема основных производственных видов освещения

На рис. 2 показана схема действия системы плавного регулирования освещения.

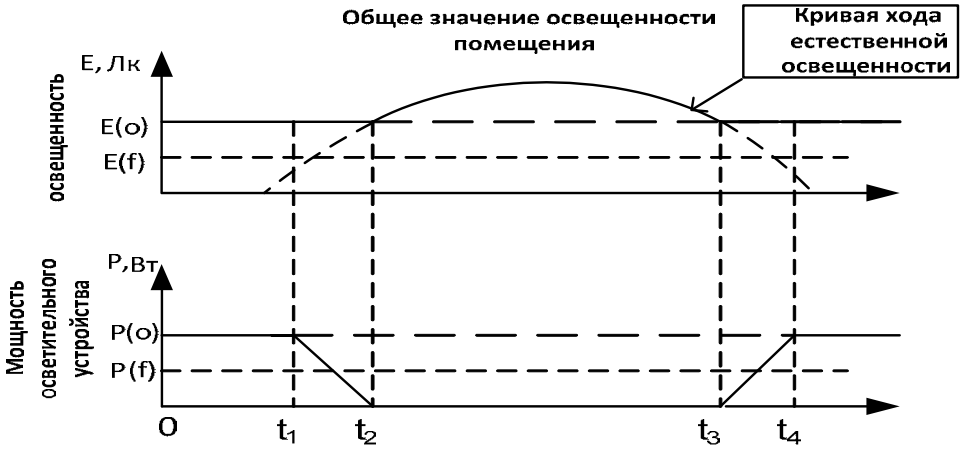


Рис. 2. Схема системы плавного регулирования освещения

Данная схема описывает режим работы системы освещения под управлением фотоэлемента:

0-t_1 – недостаток естественного света, уровень освещенности поддерживается в пределах установленной нормы искусственным освещением.

t_1-t_2 – рост значения естественного света, мощность осветительной установки уменьшается плавно.

t_2-t_3 – нормы освещенности достигаются за счет естественного света.

t_3-t_4 – снижение уровня естественной освещенности при увеличение доли искусственного освещения.

На основании вышеизложенного можно судить об актуальности исследования в данном направлении [2].

Основной целью работы является анализ уже существующих методов по снижению энергозатрат, выявление их недостатков с намерением дальнейшего усовершенствования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить особенности источников света;
- проанализировать систему управления фотоэлемента;
- рассмотреть схему автоматического управления на производстве.

На основании рис. 2 была выявлена возможность повышения экономической эффективности за счет регулировки мощности светодиодных источников освещения (диммирования). Этот метод позволяет отстраивать величину искусственного освещения в зависимости от показателей естественной освещенности. Таким образом, мы имеем возможность увеличить срок службы ламп, уменьшить энергозатраты и поддерживать нормированный уровень освещенности [3].

Для поддержания необходимого уровня искусственной освещенности в помещении подразумевается использование фотоэлемента в системе управления, располагающегося внутри помещения и осуществляющего контроль над уровнем освещенности получаемого от осветительной установки. Применение только этой функции обеспечивает экономию энергии за счет отсечки так называемого «излишка освещенности» [3].

Для достижения поставленной задачи необходимо применение ряда технических устройств, структурная схема которого показана на рис. 3.

Функции схемы автоматического управления следующие:

- плавное изменение освещения в диапазоне от 1 до 100%;
- автоматическое поддержание режима освещённости на весь срок по заданной технологической программе;
- поддерживание заданного уровня освещённости независимо от человеческого фактора и запыленности [3].



Рис. 3. Структурная схема автоматического управления

Выполняемые функции отдельно взятого элемента системы:

1) Драйвер управляемый – необходим для питания, защиты и регулирования светильников. В зависимости от конструкции к одному драйверу могут подключаться один или два светильника. Напряжение питания 220V, напряжение управления 1...10V.

2) Пульт управления ДПУС (дистанционный пульт управления светом) – используется для управления освещением в помещении. Позволяет использовать функции ручного и дистанционного управления.

3) Контроллер освещённости – предназначен для автоматического управления освещением в соответствии с технологической программой.

4) Светильник диммируемый – используется для освещения помещений, имеет возможность изменения яркости.

Принцип работы схемы автоматического управления, показан на рис. 3 и осуществляется следующим образом.

Датчик освещенности получает сведения об уровне освещения в помещении, далее подается сигнал на контроллер, который обрабатывает полученные данные и, выбирает необходимый режим. Пульт формирует управляющие сигналы, посылаемые на драйвер. На драйвер приходит сразу два значения напряжения: силовой (220V) и управляющий от 1V до 10V. Силовое напряжение изменяется пропорционально значению управляющего напряжения. Световой поток излучаемой лампы прямо пропорционален ее выходному напряжению.

Таким образом, можно сделать следующее заключение: перспективы модернизации системы освещения в промышленных отраслях с применением светодиодов и систем автоматического контроля должно улучшить условия труда работников, снизить потребление электроэнергии и, вследствие этого, снизить себестоимость продукции.

1. Емельянов А.Е. Повышение эффективности сетевых систем управления [Текст] / А.Е. Емельянов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2010. – № 6. – С. 34-38.

2. Schoolelectrical [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electricalschool.info/

3. Светодиодные системы освещение ИвелсиСведиос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ivelsy.ru/

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ

И.П. Шубин

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Энергосбережение – это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Актуальность данных мер подтверждает Федеральный закон Российской Федерации № 253 от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации».

Одним из способов энергосбережения является экономия электрической энергии, значительное потребление которой приходится на освещение улиц и дорог. В настоящее время широко применяются для освещения улиц лампы ДНаТ (дуговые натриевые трубчатые лампы), однако данные источники света уступают по своим характеристикам светодиодным (LED) светильникам.

Таблица 1

Сравнение ламп ДНаТ и LED

Вид ламп	ДНаТ	LED
Экономичность	Средняя	Высокая
Цветопередача	Низкая	Отличная
Светоотдача, Лм/Вт	85-120	85-120
Период эксплуотации, час.	10 000 – 30 000	25 000 – 80 000
Возможность плавкой регулировки мощности	Нет	Да
Зажигание, перезажигание	Длительное	Быстрое
Пусковые токи	Да	Нет

Проанализировав характеристики ДНаТ и LED ламп, можно сделать вывод о том, что целесообразно устанавливать светодиодные светильники для освещения улиц. Они являются наиболее экономичными, сохраняя при этом высокий уровень светоотдачи. Главным минусом таких ламп является высокая стоимость, однако долгий срок службы и экономичность потребления электроэнергии позволяют окупить их установку за несколько лет.

Использование альтернативной энергии является одним из значимых способов энергосбережения. Среди возобновляемых источников энергии солнечная радиация по масштабам ресурсов, экологической чистоте и повсеместной распространенности наиболее перспективна. Преобразования солнечной энергии в электрический ток происходит посредством применения фотоэлементов. Солнечная панель состоит из множества фотоэлектрических элементов, отличающихся по типу рабочего слоя.

Таблица 2

КПД солнечных элементов

Тип солнечного элемента	КПД
Монокристаллические	17-22%
Поликристаллические	12-18%
Аморфные	5-6%
На основе теллурида калия	10-12%
На основе селенида меди-индия	15-20%
На основе полимеров	5-6%

Наиболее рентабельным является использование кремневых солнечных панелей, которые в свою очередь делятся на монокристаллические, поликристаллические и аморфные. Остальные типы солнечных панелей хоть и имеют высокое КПД, но не находят широкого применения из-за совей высокой стоимости. Кремний для солнечных батарей изготавливают из размолотых кристаллов кварца, богатейшие залежи которого находятся в западной части России.

Таблица 3

Сравнение кремневых солнечных панелей

Характеристики	Монокристаллические	Поликристаллические	Аморфные
Энергоэффективность	Высокая	Средняя	Низкая
Цена	Очень высокая	Средняя	Низкая
Габаритные размеры при одинаковой мощности	Небольшие	Средние	Очень большие
Деградация в период эксплуатации в первый год	3%	2%	6-9%

Проанализировав характеристики различных кремневых солнечных панелей, можно сделать вывод, что наиболее целесообразно устанавливать мо-

нокристаллические или поликристаллические типы. С экономической точки зрения солнечные батареи из моно кристаллов намного дороже своих конкурентов, однако разница в энергоэффективности не настолько велика, как разница в стоимости.

Таким образом, для организации мероприятий по энергосбережению очевидна эффективность замены ламп ДНаТ на светодиодные, которые в свою очередь позволяют рациональное применение солнечных панелей для осуществления освещения улиц.

1. Энергосбережение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org.

2. Федеральный закон Российской Федерации «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТАНЦЕВАЛЬНОЙ СТУДИИ

Е.Д. Быкова
Научный руководитель ***Г.А. Сазонова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Согласно данным, приведённым в пресс-релизе «Исследование GfK: Проникновение Интернета в России» [1], основной группой, использующей Интернет для поиска информации, являются люди в возрасте от 16 до 29 лет. Как правило, многие из них ведут активный образ жизни и являются клиентами различных спортивных студий. Для каждого такого учреждения ставится задача постоянного расширения клиентской базы и постепенной автоматизации деятельности.

Целью работы является создание информационной системы танцевальной студии, с помощью которой будет автоматизирована её деятельность.

Функциональная структура системы приведена на рисунке 1. Система состоит из двух модулей.



Рис. 1. Функциональная структура системы

Модуль «Информация о танцевальных группах» содержит данные о танцевальных направлениях, тренерах и залах, количестве свободных мест в группах.

Модуль «Анализ деятельности студии» состоит из блоков анализа клиентской базы, анализа мероприятий и танцевальных групп. На основе анализа информационных материалов формируется загрузка залов, распределение по направлениям, посещаемость занятий и анализ участия в мероприятиях, строятся отчеты деятельности студии. На основе этих данных составляется отчёт о деятельности студии.

Для представления работы информационной системы в виде последовательно выполняющихся транзакций в совокупности представлена диаграмма вариантов использования (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

В информационной системе существует два типа актёров: пользователь и администратор. Первый может просматривать информационные ресурсы системы, например, узнавать информацию о расписании, оставлять заявку на запись на мероприятия, оставлять заявку на пользование дополнительными услугами, записываться на занятия и оставлять отзыв о деятельности студии.

Администратор системы отвечает за модернизацию данных в информационной системе и обработку заявок и отзывов пользователей.

Реализация структуры интерфейса для информационной системы показана на рисунке 3.

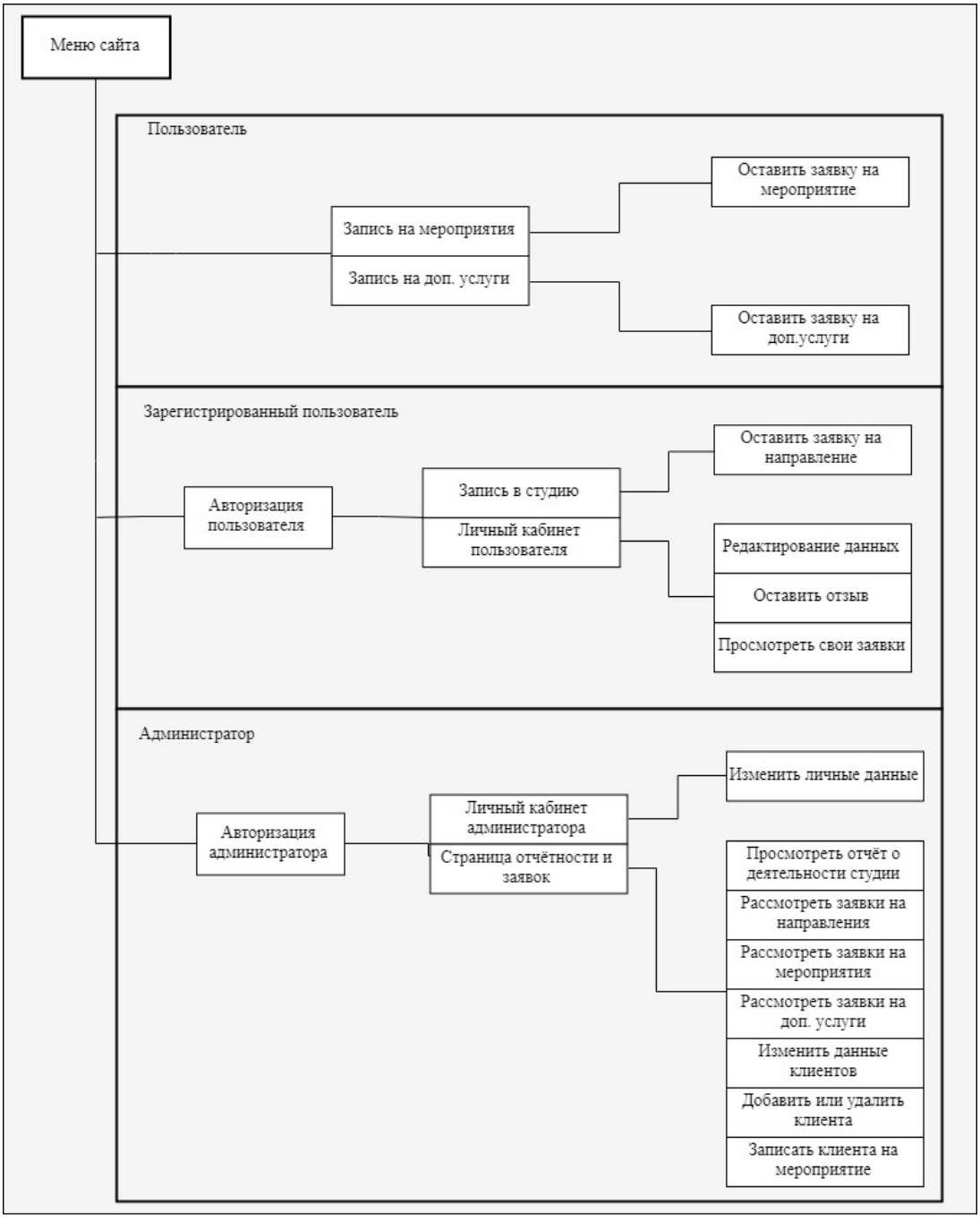


Рис. 3. Реализация структуры интерфейса

Структура информационной системы разделена на три крупных блока: «Пользователь», «Зарегистрированный пользователь» и «Администратор».

В блоке «Пользователь» описаны действия пользователя, для которого разрешены функции записи на мероприятия и на пользование дополнитель-

ными услугами. Также ему доступен просмотр информационных страниц системы.

Для того, чтоб пользователь смог записаться в танцевальную студию или войти в личный кабинет, ему необходимо пройти авторизацию и перейти в блок «Зарегистрированный пользователь». В личном кабинете для него доступны редактирование персональных данных, возможность оставить отзыв о деятельности студии, а также просмотр статуса всех оставленных им заявок.

Блок «Администратор» обладает самым широким функционалом. Он может корректировать данные в личном кабинете, просматривать отчёт о деятельности студии, принимать решения по заявкам на запись на направления студии, на мероприятия, на дополнительные услуги. Также ему доступны функции изменения персональных данных пользователей и редактирование клиентской базы.

Программное обеспечение информационной системы разработано с помощью языков программирования: HTML, PHP, CSS, SQL, Java Script. Использована СУБД – phpMyAdmin и система управления контентом WordPress.

В процессе работы всей информационной системы происходит формирование отчётов о деятельности студии. Структурная схема реализации работы программного обеспечения системы представлена на рисунке 4.

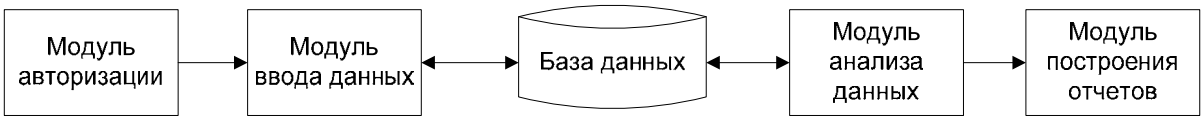


Рис. 4. Реализация работы программного обеспечения системы

Система состоит из базы данных и четырёх модулей. База данных отвечает за хранение информации в специальных таблицах.

«Модуль авторизации» представляет из себя форму с полями для ввода логина и пароля. Если у пользователя нет учётной записи, ему необходимо пройти регистрацию с помощью заполнения специальной формы.

«Модуль ввода данных» направлен на проверку вводимой информации. При отправке корректных данных пользователю будет открыт доступ к личному кабинету и другим функциям, доступным лишь зарегистрированному пользователю. При ошибочно введённых данных пользователь получит соответствующее уведомление.

«Модуль анализа данных» необходим для обработки данных как поступающих из базы данных, так и передающихся в неё.

«Модуль построения отчётов» содержит информацию о клиентской базе, число заявок на мероприятия, на запись в студию, на дополнительные услуги и информацию об их статусе. Также здесь представляются таблицы с анализом посещаемости танцевальных групп и мероприятий, формируется информация о количестве свободных мест в студии. Анализируются текущие и предстоящие

мероприятия, доступна информация о тренерах, работающих в студии. Полный отчёт о деятельности студии доступен только администратору.

1. Исследование Gfk: Проникновение интернета в России [Электронный ресурс] // Омнибус Gfk: пресс-релиз. – 2018. – Режим доступа: http://www.gfk.com/ru/insaity/press-release/issledovanie-gfk-proniknovenie-interneta-v-rossii/.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ AJAX И ТЕКСТОВОГО ФОРМАТА ОБМЕНА ДАННЫМИ JSON

В.О. Вальченко
Научный руководитель ***Н.А Хромцова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время информация о занятости преподавателя в рамках университетской работы представлена электронной таблицей Excel. Процесс извлечения и обработки данных из нее является достаточно трудоемким и состоит из множества операций, которые выполняются практически в ручном режиме, поэтому задача автоматизации и оптимизации процесса извлечения информации о нагрузке каждого преподавателя является на сегодняшний день актуальной [1].

Для решения этой задачи будет создана автоматизированная система учёта нагрузки, которая представляет web-ресурс, с помощью которого будут производиться все необходимые манипуляции с данными. В качестве инструмента для создания легко масштабируемого сетевого приложения было выбрано Node.js, представляющее серверную реализацию языка программирования JavaScript. В Node.js исполняемый код выполняется не на стороне браузера, а на стороне сервера (backend) и для интерпретации кода используется движок V8.

Node.js – это не многопоточная модель. Это модель, в которой есть POSIX бассейн асинхронных потоков и только один рабочий поток, который обслуживает клиентские запросы и получает POSIX результаты. Кроме того, все механизмы обработки запросов и прочих операций ввода/вывода (I/O) построены на событиях, а это означает, что в Node.js невозможно заблокировать работающий в данный момент поток. Цикл между пользователем и интерфейсом POSIX дает возможность передавать данные туда и обратно, а сами асинхронные операции осуществляются в POSIX.

Для обмена данными меду браузером и сервером в фоновом режиме без обновления страницы используется технология AJAX, обеспечивающая не-

прерывный обмен данными. При этом данные вводятся в браузер средствами пользовательского интерфейса, отправляются на сервер и обрабатываются там, возможно, заносятся в БД. В это время браузер ожидает возвращение ответа, но не прекращает при этом работу пользователя. После получения данных с сервера в определенном формате, браузер обрабатывает их и выводит в контент HTML страницы [2].

Данные должны отвечать определённым правилам форматирования, которые представлены в формате XML (eXtensible Markup Language) – расширяемый язык разметки и JSON (JavaScript Object Notation) – текстовый формат основанный на JavaScript.

Данные, представленные в JSON, имеют меньший размер и, следовательно, более высокую скорость передачи, поэтому для обмена данными между браузером и сервером будет использоваться формат JSON (JavaScript Object Notation), который является языконезависимым текстовым форматом обмена данными и представляет собой JavaScript объект.

Данные в формате JSON представляют собой обычный текст, который написан по определенным правилам, и могут храниться как на веб-странице, так и в отдельном файле с расширением *.json.

С помощью формата JSON с сервера можно передавать запись, структуру, хэш-таблицу, список, ассоциативный массив.

Все эти структуры данных поддерживаются любым современным языком программирования и практически все программные языки имеют функции, позволяющие считывать и создавать json формат данных. Это стало основным аргументом при выборе способа передачи данных в пользу JSON-формата.

PHP, начиная с версии 5.2.0, подобно JavaScript, имеются функции, позволяющие конвертировать переменные в JSON-формат, и наоборот: функция Json_encode() принимает PHP-переменную и возвращает JSON-строку и функция json_decode(), позволяющая декодировать JSON-строки и помещать содержимое в переменные.

Было принято решение преобразовать таблицу Excel в текстовый формат обмена данными JSON, который позволяет создать базу данных MySQL и расположить её на сервере для дальнейшего управления ею. Данный формат данный обеспечит полноценную возможность работы системы распределения и учёта нагрузки преподавателей как web-ресурс.

Серверная часть будет написана на языке JSON/JavaScript на платформе Node.js, фронтенд (интерфейс) будет реализован при помощи HTML/CSS/React, база данных MySQL [3].

Для создания полноценного web-приложения необходимо в первую очередь выполнить импортирование Excel-документа в формате JSON в таблицу базы данных, которая размещена на сервере. К файлу Excel указывается путь, задаются свойства объекта, считывается построчно исходная таблица Excel и создается массив JavaScript-объектов с значениями. Затем функция

JSON.stringify() преобразует каждую строку массива в текстовую строку, записанную в формате JSON и сохраняет в файл *.js.

Далее необходимо доработать серверную часть, и формат представления данных JSON является наиболее простым решением в этом случае.

1. Хромцова, Н.А. Автоматизированные системы управления кафедрой / Н.А. Хромцова, М.В. Бочков // Инновационное развитие современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – С. 312-314.

2. Уилтон, П. Основы JavaScript / П. Уилтон. – Санкт-Петербург: Символ-Плюс, 2002. – 1056 с.

3. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных: пер. с англ. / К. Дж. Дейт – 8-е изд. – Москва: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1328 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ СЛОВАРЕЙ ДЛЯ ПОПОЛНЕНИЯ АНГЛОЯЗЫЧНОГО ЛЕКСИЧЕСКОГО ЗАПАСА

М.В. Вихрова

Научный руководитель ***С.Ю. Ржеуцкая****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время практически во всех сферах человеческой деятельности применяются информационные технологии. Использование информационных технологий способствует повышению уровня международного взаимодействия в научно-технической, культурной, экономической и других областях. Данный факт требует от выпускников высших учебных заведений достаточно высокого уровня знания иностранного языка для использования его в профессиональной и научной деятельности.

Приступая к изучению иностранного языка, обучающийся может запоминать большое количество ненужной в профессиональном общении лексики, различных значений многозначных слов, тем самым замедляя процесс изучения. Известно, что чем чаще слово или одно из его значений встречается в актуальных текстах профессиональной направленности, тем нужнее оно для дальнейшего изучения. Независимо от будущей профессии обучаемого существует минимально необходимый набор профессиональных терминов, который следует знать каждому студенту. Эту задачу помогает решить частотный словарь.

Частотный словарь включает в себя те слова или другие лингвистические единицы (словоформы, словосочетания), которые зарегистрированы составителем в обследованных им текстах (или тексте). При этих лексических едини-

цах указываются частоты их употребления в данных текстах (тексте), а список лексических единиц упорядочивается по частоте употребления [1].

Применение частотного словаря, полученного путём анализа больших объемов текста на английском языке, в учебной и преподавательской практике позволяет составить базу необходимых профессиональных англоязычных терминов и востребованной лексики. Практическая польза для преподавателей заключается в том, что при использовании частотного словаря, появляется возможность определить минимально необходимый словарный запас студентов для изучения того или иного текста. Прежде чем приступить к переводу текста, у студента появляется возможность предварительно определить наличие неизвестных слов и узнать их значение перед изучением текста.

Выделять частотные словари можно не только по конкретным текстам, но и по определённым темам. Например, при подготовке студентов ИТ-направлений ВоГУ к международным олимпиадам по программированию актуальной является задача получения частотного словаря по условиям олимпиадных задач, которые формулируются на английском языке. Это позволит лучше изучить терминологию данной области, тем самым добиться полного понимания задачи студентами, что будет способствовать правильному её решению. Таким образом, использование частотных словарей позволяет оптимизировать процесс изучения иностранного языка для будущей профессиональной и научной деятельности студента.

В настоящее время существует большое количество разнообразных частотных словарей с базовой лексикой иностранного языка. Но словарей, отвечающих узконаправленным предметным областям, практически нет или их достаточно сложно найти. Также не каждый преподаватель иностранного языка самостоятельно может составить такой словарь или подобрать термины, необходимые для изучения какой-то конкретной профессии. Очевидно, что профессиональная терминология студента-программиста и студента-экономиста различна. Для успешного изучения иностранного языка таких студентов нужно обучать различным нюансам языка, что позволяет рационализировать процесс обучения. В связи с этим актуальной задачей является создание частотных словарей для различных предметных областей. Это позволит повысить качество профессионально-ориентированного обучения иностранному языку.

Рассмотрим уже существующие частотные словари английского языка. Эдвард Торндайк одним из первых занялся созданием частотных словарей английского языка. Под его редакцией вышли The teacher’s word book [6] и A Semantic Count of English Words (совместно с И. Лорджем) [5]. The teacher’s word book составлен на основе текстов классической английской литературы, Библии и детской литературы. Данный словарь подойдёт для изучения базовой лексики английского языка.

Частотный словарь Word Frequencies in Written and Spoken English [3] позволяет развить коммуникативные знания. В нём представлены тематические списки слов, списки разговорных и письменных английских слов. Данный частотный словарь позволяет преподавателю оптимизировать процесс отбора лексики.

Для преподавателей английского языка будет интересен такой частотный словарь, как A Frequency Dictionary of Contemporary American English: Word Sketches, Collocates, and Thematic Lists [2]. Этот словарь основан на корпусе современного американского английского языка (COCA). Также в словарь включены тематические списки слов, например «Спорт», «Семья» и другие. Важным аспектом является наличие информации об отличие британского английского и американского английского языков. На основе данного словаря можно создавать свои дидактические материалы для активизации процесса обучения студентов. Такие материалы сэкономят время на изучение лексики, а также дадут возможность самостоятельного обучения студентов.

Кроме изучения непосредственно лексики языка, есть возможность изучения грамматики, в частности морфологии. Например, с помощью A frequency dictionary of English morphemes [4] можно создавать собственные дидактические материалы и частотные списки для изучения самых продуктивных суффиксов и приставок английского языка.

Есть несколько способов создания частотного словаря. Рассмотрим способ получения частотного словаря при помощи стандартных средств Microsoft Office. Для этого понадобится две программы: Microsoft Word и Microsoft Access. В программе Microsoft Word необходимо отредактировать анализируемый текст:

1) удалить из текста все знаки, кроме букв английского языка;

2) удалить все двойные пробелы, установить один шрифт и перевести текст в верхний регистр;

3) вместо пробелов вставить символы конца абзаца;

4) преобразовать текст в таблицу. Она будет содержать один столбец и в каждой ячейке будет одно слово.

В программе Microsoft Access выполняем следующее:

1) создаём новую базу данных с одной таблицей, содержащей одно поле;

2) копируем в неё полученную таблицу из Microsoft Word;

3) пишем запрос на выборку на языке SQL используя групповые операции и функцию count. При необходимости можно добавить сортировку по определённому параметру.

После выполнения запроса получиться таблица с двумя полями: используемые слова и количество вхождений данного слова.

Таким образом, частотный словарь помогает решить некоторые проблемы, связанные с изучением и преподаванием иностранного языка. Преподаватель имеет возможность отслеживать размер словарного запаса обучающего-

ся. Также подбирать тексты на иностранном языке для определённого уровня знаний студента. И, конечно же, использование частотных словарей позволяет быстрее изучать иностранный язык, тем самым повышать эффективность занятий.

1. Алексеев, П.М. Частотные словари: учебное пособие / П.М. Алексеев. – Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2001. – 156 с.

2. Davies M. A Frequency Dictionary of Contemporary American English: Word Sketches, Collocates, and Thematic Lists / M. Davies, D. Gardner. – Routledge, 2010. – pp. 368.

3. Leech, G. Word Frequencies in Written and Spoken English: based on the British National Corpus / G. Leech, P. Rayson, A. Wilson. – Longman, London, 2001. – pp. 320.

4. Ljung, M. A frequency dictionary of English morphemes / M. Ljung. – AWE, Stockholm, 1974. – pp. 274.

5. Lorge, I. A Semantic Count of English Words / I. Lorge, E.L. Thorndike. – Teachers College, Columbia University, 1938. – pp. 1177.

6. Thorndike, E.L. The teacher's word book / E.L. Thorndike. – Teachers College, Columbia University, 1921. – pp. 274.

ОБЛАЧНАЯ ПРИВАТНАЯ СЕТЬ

А.М. Воробьев
Научный руководитель ***А.Н. Андреев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время роль облачных технологий значительно возросла, что сопровождается их активным внедрением во все сферы жизни, особенно в государственный сектор. Облачные вычисления (модель использования облачной инфраструктуры, как частной, так и публичной) относятся к технологиям распределенной обработки данных, которые являются очень эффективными [3]. Сегодня трудно поспорить с тем, что технологии, основанные на облачных вычислениях, невероятно востребованы и активно развиваются. В связи с этим тема исследования является актуальной.

В ходе проведения исследования использовались исследования многих авторов. В частности, была использована работа А.И. Газейкина, А.С. Кувина «Применение облачных технологий в процессе обучения школьников». В рамках данной работы рассматриваются перспективы использования облачных технологий в образовательном процессе современной школы. Раскрывается определение cloud computing, описываются модели облаков. В исследо-

вании А.В. Батаева «Перспективы внедрения облачных технологий в банковском секторе России» проанализированы тенденции развития облачных сервисов в России, рассмотрены возможности применения данных технологий в финансовых институтах России. Преимущества использования облачных вычислений были изучены в статье Е.С. Сударкина «Облачные технологии в госсекторе: преимущества и проблемы внедрения».

Существуют такие решения, как:

IaaS – пользователю предоставляется «пустой» виртуальный сервер с уникальным IP-адресом или совокупностью интернет адресов и часть системы хранилища информации. Для управления характеристиками, запуском, остановкой сервера провайдер предоставляет пользователю программный интерфейс (API) [2].

Paas – в данном сервисе пользователю предоставляется в распоряжение виртуальная платформа, состоящая из одного или нескольких виртуальных серверов с установленными заранее операционными системами и специализированными приложениями [2].

SaaS – концепция SaaS обеспечивает пользователю возможность пользоваться программным приложением как услугой удаленно через Интернет [2].

Под технологией облачных вычислений (cloud computing) понимается технология, которая позволяет объединять ИТ-ресурсы различных аппаратных платформ в единое целое и предоставлять пользователю доступ к ним через сеть Интернет. Облачные сервисы предоставляют пользователям через сеть Интернет доступ к своим ресурсам посредством бесплатных или условно бесплатных облачных приложений, программные и аппаратные требования которых не предполагают наличия у клиентов высокопроизводительных компьютеров.

Приватное облако (private cloud) используется для предоставления сервисов внутри одной компании, которая является одновременно и заказчиком, и поставщиком услуг. Это вариант реализации облачной концепции, когда компания создает ее для себя самой, в рамках организации [1].

Публичное облако (public cloud) подразумевает развертывание инфраструктуры с необходимым программным обеспечением и предоставление механизмов доступа к ним за пределами инфраструктуры учреждения [1].

У публичных и частных облаков есть преимущества друг перед другом в области безопасности, надежности и масштабируемости. Выбор той или иной модели зависит от тех требования, которые применяет конкретная организация к своей ИТ-инфраструктуре, а также от задач, которые перед ней стоят.

В облаке технологии виртуализации соединяют физические серверы, дисковые массивы, маршрутизаторы и специализированное программное обеспечение в единый пул обработки данных. Загрузка перераспределяется внутри облака при поступлении запросов от потребителей. В распоряжении пользователя – инфраструктура ИТ с абстрактными характеристиками, например:

- число ядер процессора;
- объем оперативной памяти;
- объем дисковой памяти в хранилищах;
- сетевые интерфейсы с адресами IPv4 и IPv6;
- параметры доступа и безопасности.

Доступ к своим вычислительным ресурсам пользователь получает через интернет (веб-интерфейс либо API) [2].

Важно понимать, что в публичном облаке инфраструктура построена по замыслу и спецификациям провайдера (часть ресурсов по требованию получают все желающие, в автоматическом режиме самообслуживания). При этом на каждой из единиц оборудования могут одновременно обрабатываться несколько задач разных клиентов, а эти задачи изолированы провайдером друг от друга с помощью технических средств. Пользователю предлагается выбор из нескольких типовых конфигураций ресурсов в облаке провайдера и стандартный договор SLA.

В качестве примера облачной приватной сети можно назвать 1С Облако. Сервис предназначен как для руководителей, так и для бухгалтеров. 1С в Облаке позволяет получить доступ к самой популярной бухгалтерской программе 1С, 100% лицензионной. Сама программа 1С в облаке абсолютна идентична локальной версии и ничем ей не уступает.

Специалист в штате, который будет следить за работоспособностью программы 1С. Пользователь вносит арендную плату за использование вычислительных мощностей каждый месяц и ни о чем не задумывается.

Пользователь может сдавать отчетность напрямую из 1С без установки дополнительных программ и флешки с электронной подписью. Отправить отчетность можно даже со смартфона в основные контролирующие организации: ФНС, ПФР, ФСС, Росстат, Росалкогольрегулирование (рис. 1).

1С в Облаке не только позволяет экономить средства – она обеспечивает быструю работу с бухгалтерией без сбоев и зависаний.

Можно определить основные преимущества частного облака:

- сокращение затрат на обеспечение работы используемых IT-сервисов;
- высокая скорость масштабирования используемых аппаратных ресурсов;
- эффективное распределение нагрузки между физическими Дата-центрами.

Также создание частного облака позволяет усовершенствовать механизм составления бюджета, необходимого для поддержки и масштабирования задействованных ресурсов между пользователями такого облака.

В рамках данной модели было сформировано собственное готовое решение по технологии Infrastructure as a Service. Для разработки данного решения была использована патентная база данных Федерального института промышленной собственности, а также научно-техническая литература, научные журналы и монографии.

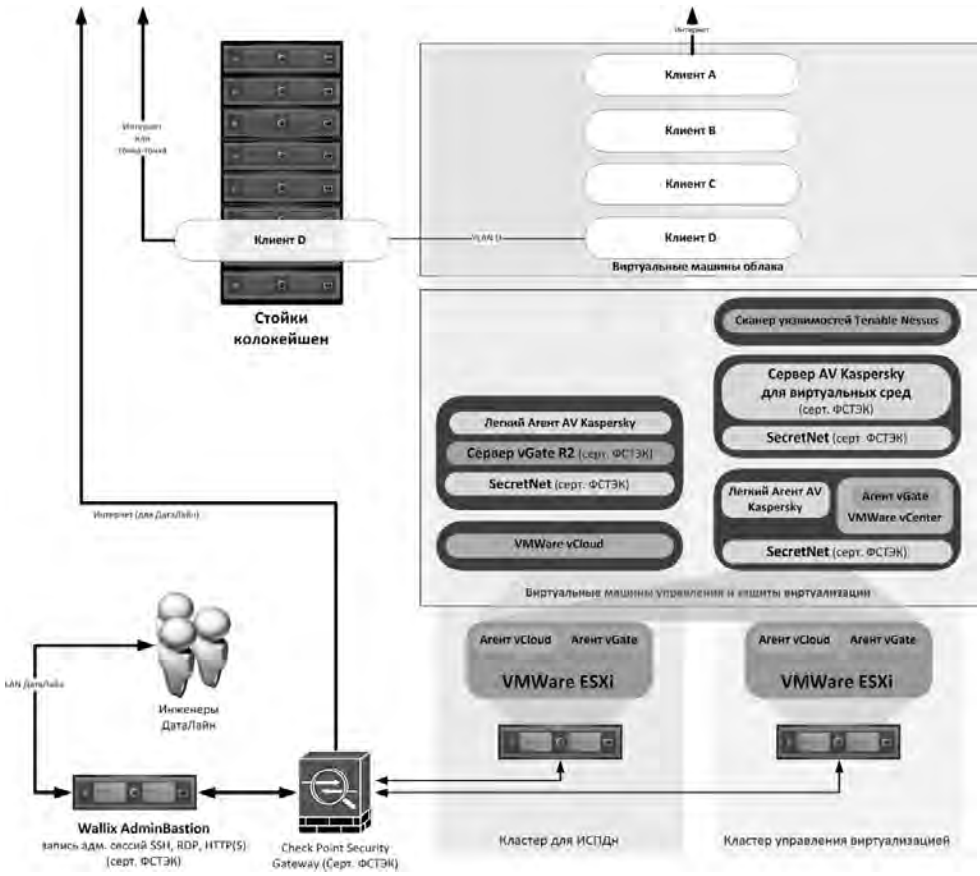


Рис. Платформа виртуализации

Для достижения цели был использован DataLine – компания, входящая в холдинг ITG (INLINE Technologies Group). Обладает необходимыми лицензиями регуляторов для выполнения проектных, строительно-монтажных работ, работ в области защиты информации, а также для ведения деятельности, связанной с использованием сведений, составляющих государственную тайну.

IaaS, который позволил реализовать выделенный центр обработки данных частной сети. Любые конфигурации облачных ресурсов: никаких ограничений по процессорной мощности, памяти, дисковому пространству и ширине интернет-канала, выделяет ресурсы безопасным и воспроизводимым образом, позволяя создавать и пересоздавать инфраструктуру и приложения без необходимости выполнять ручные действия или писать собственные скрипты.

Cloud-152 – облачная архитектура на базе VMware, соответствующая требованиям Закона № 152-ФЗ к защите персональных данных. Размещения персональных данных с 1, 2, 3, 4 уровнями защищенности. Виртуальная инфраструктура, соответствующая международным стандартам PCI DSS и ISO/IEC 27001:2013. Возможность интеграции собственных инструментов информационной безопасности и оборудования в архитектуру нашего решения.

Сетевая безопасность:

- сертифицированные ФСТЭК оборудование и ПО;

- сегментация сетей в облаке через VLAN и межсетевой экран Check Point FW;

- контроль взаимодействия с внешними сетями через систему обнаружения вторжений Check Point Security Gateway;

- защита каналов связи средствами криптографии: шифрование ГОСТ через виртуальный криптошлюз С-Терра*;

- прокси-сервер с записью сессий Wallix;

- антивирусная защита Kaspersky.

Возможность использовать гибридные решения Azure и AWS в собственной локальной виртуальной инфраструктуре организован на базе решения Level3 по выделенному Ethernet напрямую и на необходимой скорости.

Облачные вычисления предоставляются в качестве услуги вместо того, чтобы покупать железо, стойки, компании просто по мере необходимости приобретают эти ресурсы и в дальнейшем могут отказываются от них. В следствии чего экономится время развертывания серверов и уменьшение материальных затрат на техническое обеспечение сетей, обслуживания.

Таким образом, можно сделать вывод, что главная цель создания Private Cloud заключается в решении базовых задач внутреннего персонала и обеспечении защиты всех используемых данных. Миграция информационных и сетевых структур гарантирует информационную безопасность:

Создание эффективной IT-инфраструктуры становится ключевой задачей любого бизнеса. С помощью частных облаков и выделенных серверов компании реализуют разные проекты и сокращают затраты.

Аренда виртуальных серверов помогает экономить «здесь и сейчас», так как позволяет избежать главной статьи расходов – покупки оборудования. Но помимо этого очевидного факта существует еще и косвенная выгода. Все дело во времени запуска. Развертывание виртуальных серверов занимает несколько минут, и при этом не требуется доставка и настройка оборудования. А чем раньше запущены новые сервисы, тем большую финансовую выгоду получает компания, особенно это касается предприятий, доход которых напрямую связан с работой их приложений.

С другой стороны, аренда виртуальной инфраструктуры в долгосрочной перспективе кажется не такой выгодной как использование собственных физических серверов. Но это только на первый взгляд. При аренде с заказчика полностью снимается не только закупка аппаратных мощностей, но также их сопровождение, обслуживание и ремонт, что позволяет значительно экономить на протяжении всего срока эксплуатации. А в случае самостоятельного развертывания ИТ-инфраструктуры, к тому моменту, как приобретенное оборудование окупит себя, может вполне подойти срок для его апгрейда. Облачные провайдеры постоянно держат свой парк техники в актуальном состоянии, а также проводят профилактику и, при необходимости, ремонт техники, без остановки работы.

Для того чтобы понять, является ли выгодной аренда облачных мощностей по сравнению с использованием собственной ИТ-инфраструктуры, необходимо произвести как можно более детальные расчеты стоимости обоих решений.

В мировой практике тенденция к переходу бизнеса на облачные технологии уже сложилась. Этот вопрос обсуждается в 90% компаний. Многие российские организации в погоне за стопроцентным контролем над информацией (как они сами полагают) стремятся держать ценные ресурсы строго при себе. Однако практика показывает, что инфраструктура «облака» стабильнее и безопаснее по сравнению с инфраструктурами заказчиков. Это объясняется более высокими затратами и уровнем знаний, которые требуются для создания надежных дата-центров. Не каждая крупная компания располагает подобными возможностями.

1. Газейкина, А.И. Применение облачных технологий в процессе обучения школьников / А.И. Газейкина, А.С. Кувина // Педагогическое образование в России. – 2012. – № 6. – С. 55-59.

2. Батаев, А.В. Перспективы внедрения облачных технологий в банковском секторе России / А.В. Батаев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2014. – № 2 (192). – С. 156-165.

3. Сударкина, Е.С. Облачные технологии в госсекторе: преимущества и проблемы внедрения / Е.С. Сударкина // Электронный вестник Ростовского социально-экономического института. – 2015. – № 3–4. – С. 1010-1017.

МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОНТЕКСТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

А.Н. Егоров

Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день человек многие процессы автоматизирует и уходит от ручного труда. Делается это для того, чтобы ускорить производительность создания какого-либо продукта. В нашем случае – создания кампании для контекстной рекламы.

Сегодня, чтобы создать одну качественно проработанную кампанию, без учета согласования всех нюансов с клиентом, уходит в среднем десять рабочих дней. Целью работы является разработка интеллектуальной системы, основная задача которой: повысить эффективность и автоматизировать процесс создания кампании для контекстной рекламы.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что аудитория, пользующаяся интернетом, ежегодно растет. В 2017 году аудитория сети насчитывает 87 млн человек, т. е. 71% всех россиян. Как сообщает отраслевой доклад «Интернет в России в 2016 году», в стране ведется активная работа по устранению цифрового неравенства. Благодаря этому жители многих российских деревень и поселков получили доступ к сети, тем самым повысив уровень проникновения интернета в общество[1].

Благодаря такой популярности Интернет стал эффективной площадкой для развития бизнеса и предложения разных товаров и услуг с помощью сайта. В своей статье «Интеллектуальная система для создания, поиска, анализа, генерации контекстной информации» я рассказывал о том, что основной трафик из поисковых систем идет с первых трех позиций и что только с помощью контекстной рекламы можно быстро разместить сайт на этих позициях.

Предположим, что у организации появилась новый товар или услуга, которую она хочет как можно быстрее продвинуть в массы. Для достижения данной цели она воспользуется контекстной рекламой. И тут у организации произойдет потеря как минимум десяти дней на создание кампании, но если автоматизировать процесс, то это его ускорит до нескольких часов, даже если придется создавать несколько кампаний.

В рамках данной научной работы будет проведено исследование: возможно ли реализовать систему с помощь многоакгентной системы.

Многоагентная система или мультиагентнаяситстема (Multi-agentsystem) – интеллектуальная система, которая решает глобальную задачу с помощью деления на более простые задачи, которые решаются с помощью агентов, которые взаимодействуют между собой [2].

Агент – это интеллектуальная система, которая с помощью своих знаний, умений и вычислительных ресурсов решает одну определенную задачу.

В статье «Интеллектуальная система для создания, поиска, анализа, генерации контекстной информации» [3] была представлена общая схема работы системы на рис. 1.

Для многоагентой системы была получена следующая схема (рис. 2).

Рассмотрим работу системы подробнее.

Все общение пользователя с системой будет происходить с помощью графического интерфейса. Следовательно, первым агентом будет агент интерфейса, который отвечает за двустороннюю связь. Изначально человеку будет предложен выбор тематики, по которой он хочет создать кампанию, после чего ему будут представлены на выбор некоторые значения, необходимые для создания кампании, такие как ключевые фразы, минус слова/фразы, синонимы, регион/регионы, на который будет осуществляться показ объявлений и т. д. Эти значения будут браться из базы данных. Если пользователь не нашел нужных ему значений, он вводит их вручную, значения записываются в базу данных (для дальнейшего анализа), и в случае, когда системе непонятно, что

имел пользователь ввиду, она задает ему уточняющие вопросы. Также для повышения точности и скорости работы будет создана база для синонимов и генератора запросов из поисковой системы.

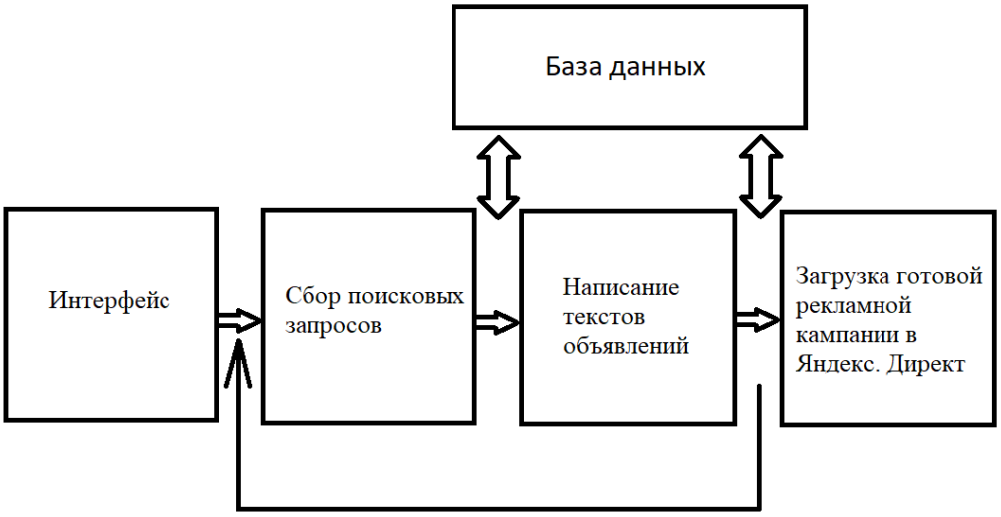


Рис. 1. Общая схема работы системы

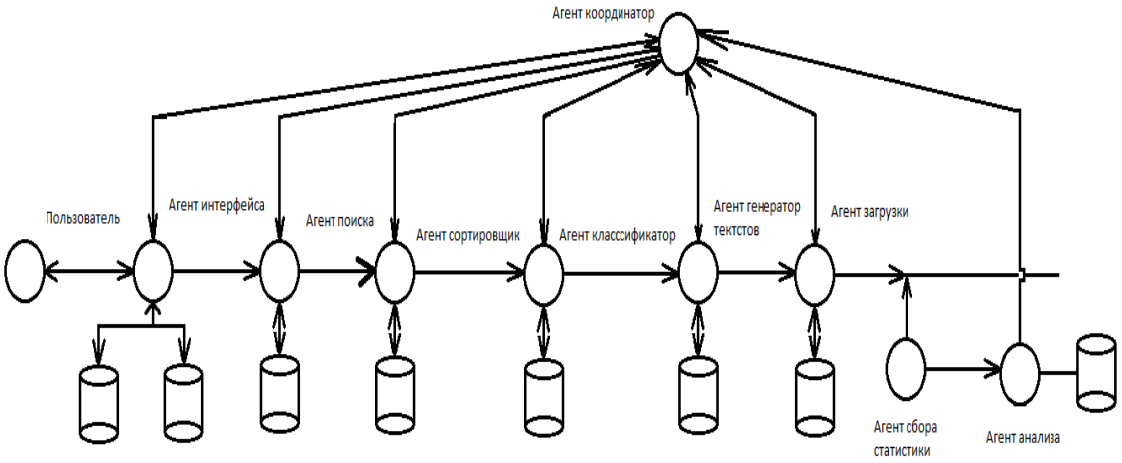


Рис. 2. Схема работы для многоагентной системы

После того как вся вводная информация получена, агент интерфейса передает ее агенту поиска. 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.

Следующим этапом будет разделение поисковых запросов на ключевики и на минус слова, а также их запись в БД. Этой задаче занимается агент сортировщик, который передает ключевики агенту кластеризатору.

Агент кластеризатор распределят ключевые запросы по смысловым группам по определенным параметрам и заносит эти группы в свою базу данных для дальнейшего анализа и изменения.

После того как группы сформированы, пришло время написать тексты объявлений. Данную задачу возьмет на себя агент генератор текста. После генерации текст будет записан в базу данных.

Для загрузки на площадку требуется оформить все в соответствии с требованиями поисковой системы: распределить объявления по посадочным страницам, прописать ключевики и минус-слова, распределить по регионам и т.д. и в итоге успешно произвести загрузку. С этой задачей будет справляться агент загрузки [4].

После того как компания поработала какое-то время, агент сбора статистики выгружает ее и записывает в базу данных. После чего агент анализа анализирует полученные данные и передает информацию агенту координатору, который уже решает, что делать с этой информацией, какие задачи ставить и кто из агентов их будет решать. Кроме этого, агент координатор управляет деятельностью всей системы.

В данной статье коротко рассказал об актуальности работы на сегодняшний день, а также раскрыл схему работы многоагентной системы в общем виде, которая получилась на данный момент. Следующим этапом будет подробная проработка работы агента интерфейса.

1. Глобальная статистика Интернета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gs.seo-auditor.com.ru/sep/2017/

2. Многоагентные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aiportal.ru/articles/multiagent-systems/ multiagent-systems.html –

3. Егоров А.Н. В сборнике: Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции: в 3 т. / отв. редактор А.А. Синицын. – Вологда, 2018. – С. 59-61.

4. О Яндекс.Директе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/support/direct/

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОСМЫСЛЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С РОБОТОМ NAO

К.С. Кинякин
Научный руководитель ***А.Н. Швецов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Целью разработки данного проекта является создание системы, которая позволит роботу осмысленно общаться с человеком, а также выполнять различные действия в зависимости от вариантов ответов. Это осуществляется за счёт возможностей среды разработки Choregraphe [1], а именно её ALDialog API и QiChat.

Разработка ведётся для антропоморфного робота NAO H25 Evolution V5, представляющего собой сложный механизм, который был произведён компанией Aldebaran Robotics в научных и образовательных целях. Для него уже был разработан обучающий комплекс по управлению движениями, а также некоторыми другими видами взаимодействия робота со средой, учитывая её особенности, предназначенный для студентов с целью знакомства их с робототехникой и методами работы с ней [2].

В ходе выполнения второй работы комплекса изучается среда разработки Choregraphe и её возможности. Однако там есть моменты, отданные на самостоятельное изучение студентам, выполняющим данную работу. Одним из таких моментов является изучение модуля Dialog. С его помощью можно организовать речевое взаимодействие с человеком. Осуществляется это либо в письменном виде в специальном диалоговом окне путём написания фразы собеседником и ответом в этом же окошке от робота, либо путём голосового обращения человека к NAO и, соответственно, вербальным ответом от него. В скобках после фразы собеседника показывается процент распознавания его слов. Разумеется, если ввести что-либо вручную, то процент будет равен ста.

Принцип работы модуля Dialog довольно прост. У него по умолчанию есть один вход, на который подаётся фраза человека, и несколько выходов. Их количество зависит от вариантов ответов робота, однако не на каждый ответ идёт выход, это уже зависит от пользователя, захочет он использовать ответ как побуждение к действию или же нет. Модулю диалога задаётся имя, под которым он будет находиться на общей схеме, описание, которое нужно только разработчику, чтобы не запутаться при построении большой программы, и иконка, чтобы каждый модуль диалога выглядел уникальным. Можно создать связку модулей диалога, но об этом далее. Также у него есть редактор входов и выходов, а также их параметров. Для них можно выбрать определённую команду, для входа, например, какое-то определённое событие или, по стандартному, событие прихода сигнала на этот вход. Для выходов можно задавать команды на выполнение определённых действий или их цепочек.

Чтобы модуль Dialog начал работать, нужно задать ему тему разговора, называемую Topic. Эта тема сохраняется отдельными файлами в проекте, папка называется именем темы, а сами файлы с расширениями .top и .dlg.

Топик редактируется в текстовом виде в Script editor, так как и является скриптом. Сначала прописывается тема, например, «topic: ~Znakomstvo()», затем указывается язык разговора «language: rur», а уже потом задаются возможные фразы собеседника и ответы на них. Синтаксис такой: сначала пишется «u:», затем в круглых скобках указывается слово или фраза, которую произносит человек, после пробела прописывается ответ NAO. Если же в заданной пользователем фразе есть слово, которое может там быть, а может и не быть, то его нужно занести в фигурные скобки. Также, если есть разные варианты произнесения фразы, нужно указать эти варианты произнесения в квадратных скобках через пробел, например «я чувствую себя [плохо «не очень хорошо»]». Как видно из примера, слово просто прописывается, а фраза заключается в кавычки.

Чтобы выполнить какое-либо действие, связанное с фразой, после ответа робота прописывается через знак $ кодовое название выполняемого действия, например, $hello=1. Значение 1 присваивается за тем, чтобы при активации действие сразу началось выполняться. Потом создаём выход модуля Dialog, выбираем из списка появившееся название, затем подключаем к этому выходу действие либо их цепочку.

Создание нескольких диалогбоксов нужно за тем, чтобы указывать в них разные топики. Связь между этими модулями осуществляется через скрипт топика. Для этого первой в теме пишем ключевую фразу, активирующую данный диалог, а затем после «u:» каждой последующей строки вписываем «^private». Это значит, что данные фразы будут активны только в этом диалоге. Такие выражения не будут распознаны, если будет активен другой топик. Переход между темами разговора осуществляется произнесением ключевой фразы, даже если уже ведётся другой диалог.

Разработана простая предварительная версия этого проекта на примере одного диалога с двумя топиками. Схему программы можно увидеть на рисунке.

Вначале задаётся стоячее положение для робота, чтобы упростить выполнение возможных действий. Затем выбирается язык, на котором будет говорить робот. В модуле Dialog тоже задаём язык, на котором ведётся разговор. К диалогбоксу внутри подключается нужный созданный топик, а снаружи подсоединяются отдельные модули действий на заранее созданные выходы действий фраз. Первое действие придаёт NAO сидячее положение, второе позволяет ему поздороваться с собеседником. Третий модуль «смущение» создаётся с помощью возможностей таймлайна, на котором последовательно заданы положения частей тела робота, а также звуковые эффекты. Четвёртое действие заставляет NAO отдать честь, пятое встать, а шестое станцевать стандартный танец. После выполнения любого действия робот будет готов продолжить диалог.

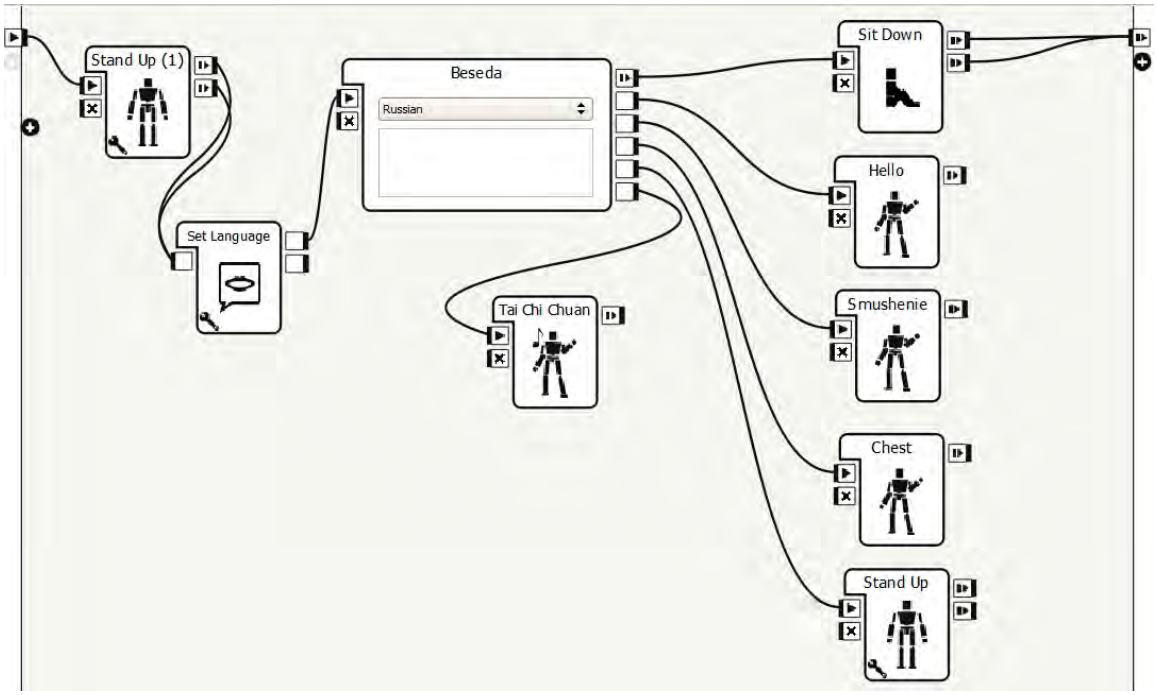


Рис. Блок-схема составленной программы

Планируется продолжить работу по связке различных тем разговора с переходами из одного диалога в другой, используя гибкий и мощный инструмент создания диалогов QiChat. Она позволяет создавать различные правила поведений, переходов, использовать концепты, фокусировки, а также много других возможностей, в особенности подключение движка диалогов, который может не только сам генерировать ответы робота, а ещё и подключаться к базам данных компании Aldebaran Robotics, что позволит использовать существующую базу данных диалогов и алгоритмы распознавания и обработки запросов пользователя.

Таким образом, ведётся разработка интеллектуальной системы общения и взаимодействия робота с человеком. Изучаются возможные аналогичные реализации и наработки в данном направлении, различные варианты реализации и их применение, например с использованием нечёткой логики и нейросетей. В данный момент идёт упор на освоение инструмента разработки сложных диалогов QiChat, возможности которого расширяются за счёт составления скриптов на языке программирования Python. Эта разработка поможет изучить и понять принцип построения диалогов машинного общения на сравнительно простом примере.

1. Сайт Choregraphe: https://developer.softbankrobotics.com/us-en/downloads/nao-v5-v4

2. Кинякин, К.С. Применение антропоморфного робота NAO для решения интеллектуальных задач / К.С. Кинякин, А.А. Миронов, А. Н. Швецов // Вузовская наука – региону: материалы XV Всероссийской научной конференции. – Вологда: ВоГУ, 2017. – С. 82-83.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА БИБЛИОТЕЧНЫХ ФОНДОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.Л. Киселица
Научный руководитель ***В.Н. Бакаев****, доцент, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время средства и способы получения информации, а также их регулирование играют важную роль в образовании. Большое значение имеет обеспечение бесплатными учебниками и учебными пособиями обучающихся в общеобразовательных организациях области.

Оснащение осуществляется за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов.

Для того чтобы предоставить необходимые учебники и учебные пособия общеобразовательным организациям, необходимо знать состояние фондов библиотек и количество обучающихся на предстоящий учебный год, так как исходя из этих данных каждому муниципальному району идет распределение средств для снабжения фондов библиотек учебниками.

Дефицит учебников в основном происходит по следующим причинам:

1. Внедрение новых федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), которые приводят к смене учебников.
2. Увеличение количества обучающихся.
3. Изменение Федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию **[**1**]**.

На данный момент сбор данных по всем образовательным организациям производится путем обзвона общеобразовательных организации и заполнением excel-таблиц, которые, в свою очередь, имеют разную структуру и громоздкую форму представления. Затем при помощи макросов идет сбор данных изо всех таблиц по школе, по муниципальному району и затем по области. Что является неудобным, очень трудоемким и весьма не эффективным.

Актуальность данного проекта состоит во внедрении системы в АОУ ВО ДПО «ВИРО» для автоматизирования учета фондов библиотек, автоматической генерации необходимых форм отчетности, создании единой структуры внесения данных, создание общей базы и распределении средств исходя из полученных результатов.

Таким образом, предметом разработки (исследования) является состояние фонда учебников в общеобразовательных организациях Вологодской области.

Цель выполняемого проекта – разработка автоматизированной системы мониторинга учебников и учебных пособий общеобразовательных организаций области. Исходя из сформулированной цели были поставлены следующие задачи:

1. Создание единой базы с информацией по учебным фондам школьных библиотек.

2. Создание единой формы ввода (заполнения) информации о фондах библиотек по отдельным организациям.

3. Разработать отчетные формы, автоматически заполняющиеся из базы данных.

4. Предусмотреть три уровня отчетных форм:

– уровень общеобразовательной организации;

– уровень муниципального образования;

– региональный уровень.

5. Обеспечить поиск информации по базе данных и фильтрации данных.

Например, для форм заполнения должны быть предусмотрены следующие требования:

– заполнение форм должно осуществляться работниками ООО;

– значение уровня муниципального образования должны отображать сумму значений уровня ООО;

– значения регионального уровня должны отображать сумму значений 28 муниципальных образований и 8000, подведомственных Департаменту образования области.

Также для каждого уровня должно предлагаться наличие 4 отчетных форм:

– Форма 4 «Информация о наличии и использовании фонда учебников, включенных в федеральные перечни»;

– Форма 3 «Обеспеченность образовательных учреждений учебниками на начало учебного года (в соответствии с федеральным перечнем)»;

– Форма 2 «Информация об учебных пособиях регионального компонента»;

– Форма 1 «Обеспеченность учебниками и учебными пособиями по классам, по предметам (%)».

В нашей системе нагрузка и доступ к данным будут организованы следующим образом: Департаменту образования и АОУ ВО ДОП «ВОРО» будет доступна все информация о фондах учебников по всем 28 муниципальным районам, ООО, подведомственным Департаменту образования, и также каждой ООО, как представлено на рисунке 1. А в свою очередь каждый муниципальный район имеет доступ ко всем своим общеобразовательным организациям.

В ходе проведенного исследования было выявлено, что учет учебников и учебных пособий в фондах библиотек общеобразовательных организаций имеет объемную, сложную, не структурированную и не автоматизированную систему, которая не имеет единой базы учета книг и пособий, формы отчетности по состоянию фонда библиотек на начало учебного года.



Рис. 1. Структура доступа к данным фондов библиотек ООО

Предложенная система учета восполнит все пробелы в данном поставленном практическом вопросе.

1. Управление образования Каслинского муниципального района [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://uokas.ucoz.ru/index/bibliotechnyj_fond/0-128

2. «Инструкции об учете библиотечного фонда» в библиотеках образовательных учреждений. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.unkniga.ru/images/docs/proekt.2488.pdf

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

М.Н. Кузьменко
Научный руководитель ***Ю.П. Попов***
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В условиях стремительной урбанизации происходит усиленное развитие градостроительства и промышленности, что приводит к антропогенным и техногенным нагрузкам на окружающую среду. Экологическая составляющая города играет важную роль в повышении качества жизни, здоровья и деятельности населения. В связи с этим проблема картографирования экологического состояния городской среды в настоящее время сохраняет большую актуальность. Для наблюдения за состоянием окружающей среды, выявления экологических нарушений и принятия обоснованных управленческих решений целесообразно вести мониторинг окружающей среды [2]. Под мониторингом понимают систематическое наблюдение за природными явлениями, процессами и происходящими изменениями. В процессе мониторинга происходит сбор различных данных об объектах, которые необходимо рационально организовать и представить. Наиболее эффективным решением этой задачи является создание геоинформационной системы (ГИС), позволяющей производить анализ и систематизацию полученной информации. Проблема экологического мониторинга и его автоматизация рассматривается в работах как отечественных ученых (В.В. Таболин, В.С. Занадворов, О.И. Кутузов, Т.М. Татарникова, Ю.Л. Хотунцев), так и зарубежных (F. Burde, E. Perle, R. Barr, K. Thomas).

В рамках дипломного проектирования начато исследование возможности применения геоинформационных технологий при реализации системы наблюдения за состоянием городских зелёных насаждений в составе объектов рекреационного назначения. Геоинформационные технологии подразумевают собой технологическое основание для создания ГИС, предоставляющее возможность реализовать их функциональные возможности [3]. Объектом исследования является Театральный сквер в городе Вологда, а предметом – применение геоинформационных технологий в процессе мониторинга состояния городских зелёных насаждений. Целью исследования является создание оригинальной ГИС как неотъемлемой части процесса мониторинга состояния зелёных насаждений на территории Театрального сквера. Театральный сквер расположен в центральной части города на улице Октябрьская. На территории сквера находятся здание Театра юного зрителя, памятник сотрудникам органов внутренних дел и три большие цветочные клумбы. Проложены асфальтированные дорожки, по периметру которых установлены скамьи, осветительное оборудование представлено уличными декоративными фонарями, равномерно расположенными на территории сквера.

Основные задачи исследования:

1. Выполнить топографическую съёмку территории сквера для определения местоположения характерных точек ситуации и зелёных насаждений.

2. Произвести инвентаризацию зелёных насаждений сквера с указанием таксационных характеристик.

3. Интегрировать полученную информацию в состав информационных слоёв ГИС и установить количественные характеристики насаждений по ряду параметров.

В процессе работы поставленные задачи решались с применением реферативно-исследовательского, аналитического методов и методов моделирования, картографического анализа.

На первом (полевом) этапе проведённых работ определено местоположение зелёных насаждений в результате геодезических измерений на территории сквера. Измерения включали в себя: рекогносцировку местности, топографическую съёмку, камеральную обработку полученных результатов. Рекогносцировка предполагает определение конфигурации теодолитного хода, используемого в качестве съёмочного обоснования, а также выбор примерного расположения его вершин на местности.

В настоящее время для сбора пространственных данных существуют следующие современные методы геодезических измерений: спутниковые измерения, лазерное сканирование, наземные геодезические съёмки угломерными приборами и др. Однако съёмка местности с использованием традиционных геодезических приборов – электронных тахеометров всё ещё остаётся наиболее популярной. Преимуществами использования тахеометра при выполнении топографической съёмки местности являются:

- небольшие затраты времени на выполнение съёмки и компьютерную обработку полученных результатов;
- возможность работы в неблагоприятных погодных условиях;
- высокая точность измерений;
- отсутствие необходимости ведения полевого журнала;
- возможность съёмки участков территории, где применение других методов затруднительно вследствие наличия неблагоприятных условий.

Этап топографической съёмки реализован с использованием электронного тахеометра Sokkia Set 610. Съёмка состояла из комплекса работ, выполненных с целью получения топографического плана местности. Привязка съёмочного обоснования выполнена к двум парам стенных знаков, местоположение которых определено в городской системе координат. Съёмка объектов ситуации выполнена способом полярных координат и состояла из измерений горизонтальных углов и горизонтальных проложений.

В составе камерального этапа выполненных геодезических работ осуществлена обработка полевых материалов с использованием программного продукта CREDO_DAT. Программа предназначена для автоматизированного

уравнивания линейно-угловых плановых измерений, проведения оценки точности, включающую построение эллипсов ошибок, а также расчёта прямоугольных координат, определяющих плановое положение точек ситуации.

В целях обеспечения системы мониторинга необходимой атрибутивной информацией проведена инвентаризация зелёных насаждений с определением основных таксационных характеристик. В ходе инвентаризации определены такие параметры, как порода, балл санитарного состояния, наличие пороков, высота и диаметр ствола [1]. Результаты инвентаризации сведены в электронную ведомость, где, используя возможности табличного процессора, выполнена статистическая обработка, а также подготовка данных для последующего импорта в создаваемую геоинформационную систему.

В качестве программного средства организации ГИС использован международный программный продукт QGIS, обладающий рядом преимуществ:

- поддержка популярных операционных систем;
- поддержка множества векторных и растровых форматов геоданных;
- возможность быстрого подключения к различным картографическим интернет-сервисам;
- наличие различных прикладных программных расширений;
- отсутствие затрат на приобретение лицензий на компоненты программы.

На выбор некоммерческого программного продукта в качестве ГИС-оболочки также повлияло текущее направление экономики нашей страны в сторону импортозамещения. Развитие и использование отечественных информационных технологий и программного обеспечения является одной из приоритетных тенденций в настоящее время.

С помощью QGIS произведена интеграция обработанных данных в ГИС, представляющая собой импорт результатов наблюдений и измерений на отдельные информационные слои. По данным инвентаризационной ведомости, содержащей атрибутивную информацию об объектах озеленения и координаты их местоположения, создан ряд слоёв ГИС: зелёные насаждения, дорожно-тропиночная сеть, инфраструктура, граница территории сквера, здания и сооружения, а также растровое спутниковое изображение сквера, выступающее в качестве электронной картографической основы.

Одной из ключевых особенностей ГИС является возможность представления данных в виде накладывающихся друг на друга информационных слоев. При этом происходит генерация географических объектов в виде векторных или растровых изображений и наследование атрибутивной информации. Данные распределяются по слоям так, что манипулирование и их анализ в пространстве можно осуществлять как по отдельности, так и совместно с другими слоями. В ГИС существует возможность различной визуализации выбранных слоёв, изменения порядка их отображения [3]. На рисунке изображен фрагмент созданной геоинформационной системы Театрального сквера.



Рис. Фрагмент созданной ГИС Театрального сквера

На следующем этапе исследования планируется осуществить анализ расположения групп древесно-кустарниковой растительности на территории сквера посредством зонирования, а также публикацию локально созданной ГИС на интернет-сервере с целью создания возможности ознакомления общественности с информацией о состоянии и расположении объектов озеленения и инфраструктуры на территории Театрального сквера.

Совершенствование системы мониторинга городских зелёных насаждений с использованием геоинформационных технологий направлено на развитие системы контроля окружающей среды и на более широкое использование технологий геоинформационного картографирования как современных способов оптимизации региональных систем экологического мониторинга.

1. Авдеев, Ю.М. Дендрометрические показатели деревьев различных экологических форм в урбоэкосистемах / Ю.М. Авдеев, А.Е. Костин, Ю.В. Мокрецов, Ю.П. Попов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1. – С. 177-181.

2. Авдеев, Ю.М. Экологическая оценка свойств фитоценозов в различных лесорастительных условиях / Ю.М. Авдеев, Ю.В. Мокрецов, А.А. Тесаловский, Ю.П. Попов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 10. – С. 108-114.

3. Блиновская, Я.Ю. Введение в геоинформационные системы: учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. – Москва: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 112 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ

Э.А. Мурзаков
Научный руководитель ***А.В. Машкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При проведении лесной таксации (оценки состояния леса) выполняются дендрометрические измерения. Дендрометрические измерения имеют достаточно долгую историю, однако до недавнего времени там использовались достаточно простые инструменты, например мерные шесты, мерные вилки, угломеры, мерные ленты [1]. С одной стороны, простота этих измерительных инструментов и как следствие их дешевизна, является одним из их преимуществ, с другой стороны, измерения с их использованием требует значительных затрат времени. Поэтому в настоящее время при проведении лесной таксации начинают использовать электронные измерительные инструменты, например электронный дендрометр Criterion RD1000 [2]. Он обеспечивает проведение достаточно большого количества дендрометрических измерений, но обладает и весьма значительной ценой.

В настоящее время преобладающим типом систем управления, в том числе и в сложных измерительных системах, стали цифровые, как правило, реализованные на базе какого-либо микроконтроллера [3]. Причем в достаточно широком классе технических объектов при реализации их систем управления можно обойтись относительно дешевыми микроконтроллерами. Хотя в разрабатываемой системе управления для комплекса дендрометрических измерений скорость выполнения управляющей программы не так критична, как в системах управления систем реального времени [4, 5], все же от нее требуется достаточно высокое быстродействие, чтобы обеспечить преимущество по сравнению с использованием традиционных приборов для дендрометрических измерений. Поскольку дешевизна микроконтроллеров из низкого ценового сегмента достигается за счет урезания их некоторых функциональных возможностей, то при разработке управляющей программы для комплекса дендрометрических измерений особую роль приобретает прием оптимизации выполнения машинных команд.

Например, для оценки качества древесины может использоваться ультразвуковая диагностика стволов деревьев на наличие гнилей [6]. Скорость распространения продольных волн определяется соотношением [7]:

$$C_l = \sqrt{\frac{E \cdot (1-\gamma)}{\rho \cdot (1+\gamma) \cdot (1-2 \cdot \gamma)}}, \quad (1)$$

где E – модуль Юнга, Па;

γ – коэффициент Пуассона;

ρ – плотность материала среды, кг/м^3.

Скорость распространения поперечных волн определяется следующей зависимостью [7]:

$$C_t = \sqrt{\frac{E}{2 \cdot \rho \cdot (1+\gamma)}} \quad (2)$$

Как следует из (1) и (2) при определение скорости распространения волн в среде необходимо будет выполнять операцию извлечения квадратного корня и деления. В то же время операция деления в микроконтроллерах Atmega наиболее дешевой линейки Tiny не реализована [3], поэтому ее придется выполнять при помощи других машинных команд.

Блок-схема традиционного алгоритма реализации операции деления посредством выполнения команд вычитания показана на рис. 1. В этом алгоритме при первоначальной установке частному *z* и остатку от целочисленного деления *r* присваивается нулевое значение, после чего на каждой итерации цикла с предусловием из делимого *a* вычитается значение делимого *b*. Цикл продолжается до тех пор, пока их разность будет положительной и на каждой итерации цикла производится инкрементирование переменной *z* и присваивание переменной *a* значения полученной разности.

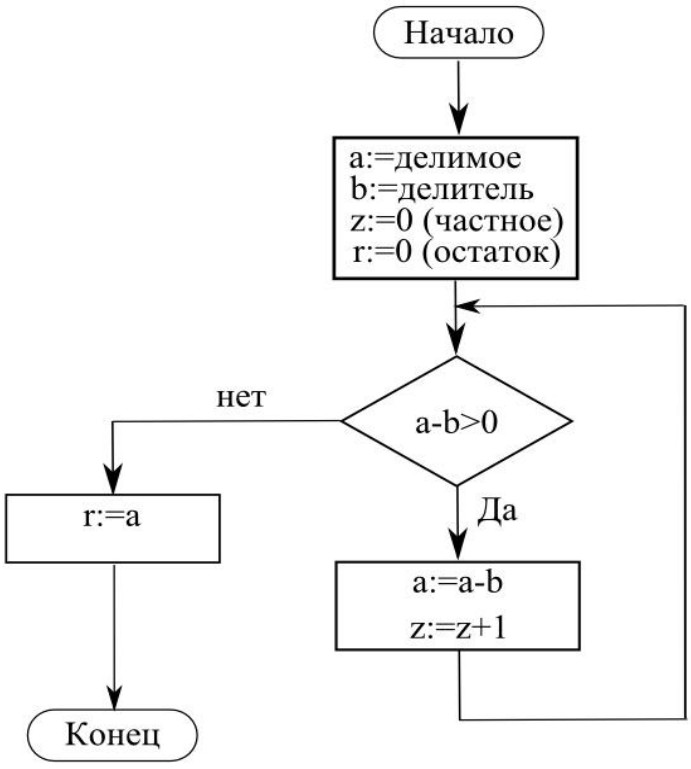


Рис. 1. Традиционный алгоритм реализации операции деления посредством вычитания

Однако можно оптимизировать алгоритм выполнения деления, воспользовавшись следующим соотношением для нахождения остатка от целочисленного деления:

$$r = a - z \cdot b = a - b \cdot \sum_{i=0}^{n-1} z_i \cdot 2^i = a - \sum_{i=0}^{n-1} z_i \cdot (b \cdot 2^i) \qquad (3)$$

где z_i – это значение i-го разряда в двоичном представлении частного;

n – количество двоичных разрядов для представлении частного.

Как следует из (3), любое значение с определенной точностью может быть представлено как произведение некоторого числа (в данном случае делителя) на сумму степеней двойки. Операция возведения числа 2 в определенную степень реализуется весьма быстрыми операциями сдвига. Это позволяет осуществить реализацию операции деления по алгоритму, представленному на рис. 2.

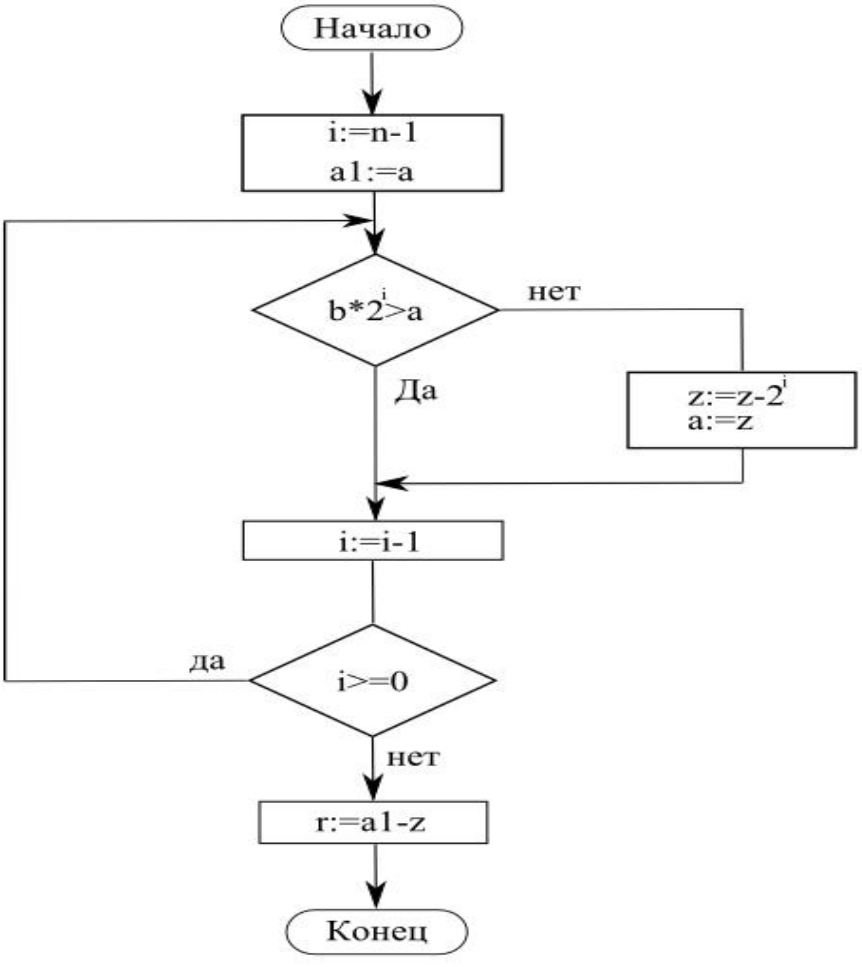


Рис. 2. Оптимизированный алгоритм выполнения команды деления

Например, при выполнении операции деления 1200 на 10 на микроконтроллере Atmega16 при реализации программы по первому алгоритму потребовалось свыше 400 машинных тактов, а при реализации по второму алгоритму 168.

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет оптимизировать скорость выполнения операции деления в дешевых сериях микроконтроллеров, где она не реализована аппаратно.

1. Багинский, В.Ф Таксация леса: учебное пособие / В.Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2013. – 416 с.

2. Criterion RD1000: User's Manual [Электронный ресурс] // Atterbury Consultants, Inc: сайт. – Режим доступа: http://www.atterbury.com/pdf/Criterion_RD_1000_Users_Manual_3rd_Edition.pdf

3. Водовозов, А.М. Микроконтроллеры для систем автоматики: учебное пособие / А.М. Водовозов. – Москва: Инфра-Инженерия, 2016. – 164 с.

4. Машкин, А.В. Технология разработки программного обеспечения: учебное пособие / А.В. Машкин. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 75 с.

5. Федотовский С.Б., Шахов О.А. Синтез оптимальной цифровой системы управления нелинейными электромеханическими объектами // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования. – Вологда: ВоГУ, 2017. – С. 236–240.

6. Закамский, В.А. Ультразвуковая диагностика стволов деревьев на наличие гнилей / В.А. Закамский // Лесной журнал. – 2006. – № 6. – С. 21–25.

7. Криворудченко, В.Ф. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного железнодорожного транспорта: учебное пособие // В.Ф. Криворудченко, Р.А. Ахмеджанов. – Москва: Маршрут, 2005. – 436 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА ООО «СТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ»

А.В. Погорелец
Научный руководитель ***С.Б. Федотовский****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В последние годы актуальным становится повышение эффективности производства и снижение на него затрат за счёт компьютеризации и автоматизации производственных процессов. Компьютеризация – это основа технического перевооружения производства, необходимое условие повышения его эффективности. Если рассматривать автоматизированные информационно-управляющие системы, то можно заметить, что все строятся в виде единой и интегрированной системы, которая охватывает всю хозяйственную деятельность предприятия.

Конечной целью является разработка автоматизированной системы документооборота для управляющей компании, осуществляющей комплекс жилищно-коммунальных услуг.

Основные задачи:

1. Анализ сферы деятельности ООО «Строительная компания», изучение требований заказчика. Аналитический обзор известных технических решений.

2. Постановка задания на проектирование.

3. Изучение инструментальных средств разработки АСОИ на базе CASE-технологий и разработка модели проектируемой АСОИ.

4. Разработка и внедрение программного продукта для автоматизированного документооборота для ООО «Строительная компания».

Для разработки конечного программного продукта потребуется понять, на какие этапы лучше разделить весь комплекс работ с проектом.

Предварительно предполагается наличие девяти этапов:

1. Формирование требований к автоматизированной системе (Изучение объекта).

2. Описание модулей, написание ТЗ.

3. Проектирование, проектирование структуры базы данных.

4. Разработка, реализация программных алгоритмов.

5. Функциональное тестирование, выявление и устранение алгоритмических ошибок.

6. Нагрузочное тестирование, выявление и устранение узких мест, контроль параметров производительности.

7. Внедрение, доработка под текущие требования заказчика, обоснование выбора аппаратных средств.

8. Эксплуатация, расширение функциональности, увеличение производительности.

9. Защита конфигурации.

Эта статья будет направлена на сбор необходимой информации для будущего проекта.

Итак, что такое жилищно-коммунальное хозяйство?

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) – комплекс отраслей экономики, обеспечивающий функционирование жилых зданий, создающих безопасное, удобное и комфортабельное проживание и нахождение в них людей (потребитель). Включает в себя также объекты социальной инфраструктуры для обслуживания жителей.

Потребитель – собственник помещения в многоквартирном доме, жилого дома, домовладения, а также лицо, пользующееся на ином законном основании помещением в многоквартирном доме, жилым домом, домовладением, потребляющее коммунальные услуги.

Теперь определимся, какие виды работ и услуг предоставляет ООО «Строительная компания» потребителям:

I. Содержание и техническое обслуживание общего имущества жилого дома:

1. Содержание общего имущества жилого дома:

а) стены и фасады;

б) крыши и водосточные системы;

в) оконные и дверные заполнения;

г) внешнее благоустройство;

д) санитарная очистка придомовой территории.

2. Техническое обслуживание общих коммуникаций, технических устройств и технических помещений жилого дома:

а) центральное отопление;

б) водопровод и канализация;

в) электроснабжение;

г) обслуживание внутридомового газового оборудования;

3. Аварийное обслуживание:

а) водопровод и канализация, отопление;

б) электроснабжение.

II. Текущий ремонт общего имущества жилого дома:

Текущий ремонт конструктивных элементов жилого здания.

III. Услуги по управлению:

1. Услуги по регистрационному учёту граждан.

2. Оплата услуг банков и отделений почтовой связи по приему платы от населения.

IV. Начисление заработной платы и оплата поставщику услуг.

Таким образом, в программном продукте должны пересекаться 3 вида учетных систем:



Рис. Основные цели учетных систем

На сегодняшний день в ООО «Строительная компания» ведение документооборота в бумажном виде является достаточно трудоемкой задачей. Существует большое количество различной, необходимой для функционирования рабочей документации, особенностью которой является огромное количество записей. Для облегчения и частичного автоматизирования процесса нужно разработать новую информационную систему, в которой будет легко и удобно осуществляться любой вид учета.

Систему предполагается создать для увеличения качества и оперативности обслуживания клиентов. Также с её помощью возможно будет проводить учет и анализ выполненных работ за любой отчетный период. Система будет обеспечивать должную достоверность информации по клиентам, возможность проводить контроль по квалификации и деятельности сотрудников и быстрое начисление заработной платы сотрудникам.

1. Орлов, С.А. Технологии разработки программного обеспечения: Разработка сложных программных систем: учебник / С.А. Орлов.– 3-е изд.– Санкт-Петрбург: Питер, 2004.– 527 с.

2. Алексеев, А. 1С:Предприятие 8.2. Руководство администратора / А. Алексеев, А. Везбородов. – Москва: З А О «1С», 2009.

3. Ускова, Т.В. Жилищно-коммунальное хозяйство муниципалитета: состояние, проблемы, тарифное регулирование / Т.В. Ускова, А.С. Барабанов. – Вологда: Российская академия наук, 2013.

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ЦИФРОВЫХ КЛЮЧЕЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР

И.А. Притыченко
Научный руководитель ***Д.В. Кочкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

С распространением высокоскоростного Интернета все чаще люди предпочитают покупку игр через Интернет, чем покупку игр на дисках. Для покупки цифровой версии игры достаточно зайти на сайт магазина ключей игр или на сайт игровой платформы и произвести оплату интересующего товара. После оплаты покупатель получает лицензионный ключ игры, который необходимо активировать в указанной игровой платформе. Если покупка производилась в самой игровой платформе, то активация ключа произойдет мгновенно. После активации начнется загрузка игры на компьютер пользователя.

Перед началом разработки системы был проведен поиск готовых решений, с помощью которых можно сделать магазин цифровых ключей. Аналогом разрабатываемого продукта является только одна система – MyDigiseller.

Плюсы данной системы:

- Быстрая установка и настройка.
- База партнерских товаров. Система работает на базе сервиса plati.ru и у администратора есть возможность выставлять товары с этого сервиса на своем магазине.

Минусы системы:

- Стоимость. Базовая версия с очень урезанным функционалом стоит 10 000 рублей, а полная версия стоит 150 000 рублей;
- Работа на базе сервиса plati.ru. Нет возможности продавать ключи через другие платежные системы.
- Дизайн. В данной системе хоть и есть возможность настройки дизайна, но она ограничивается изменением цвета и положения блоков.
- Невозможно подключить внешнее хранилище ключей. Издатели могут предоставлять свою систему для получения ключей. Для этого система должна иметь возможность выгрузки ключей с сервера издателя.
- Работа на базе WordPress. Так как WordPress очень популярная система, то в ней очень часто находят уязвимости, которые закрываются в обновлениях. Для того чтобы магазин был всегда защищен, необходимо своевременно обновлять систему, а помешать обновлению WordPress может плагин MyDigiseller (плагин должен тоже обновляться, чтобы поддерживать актуальную версию WordPress)

Для приложения была выбрана трехуровневая архитектура – клиент, сервер приложений, база данных. Перед началом создания, были выбраны технологии для каждой части.

Для серверной части используется язык программирования Java. На сегодняшний момент язык Java является одним из самых распространенных и популярных языков программирования. Java задумывался как универсальный язык программирования, который можно применять для различного рода задач. Технологии в серверной части:

- Spring Framework – обеспечивает комплексную модель разработки и конфигурации для современных бизнес-приложений на Java – под любые платформы. Ключевой элемент Spring – поддержка инфраструктуры на уровне приложения.
- Spring MVC – мощный фреймворк, использующий шаблон проектирования model-view-contoller.

MVC – это шаблон, помогающий разделять представление и бизнес-логику. Если кратко, в приложении MVC все Web-запросы обрабатываются контроллером. Контроллер ответственен за распознавание запросов пользователя и за взаимодействие с объектами бизнес логики. Контроллер, после выполнения входящего запроса, решает, какой view нужно выбрать. View использует данные модели для создания представления, которое возвращается пользователю.

- Spring Security – для обеспечения авторизации в приложении, защиты от атак типа «фиксация сессии», «межсайтовая подделка запроса» и т.д.
- Hibernate 5 – данная библиотека предоставляет лёгкий в использовании каркас (фреймворк) для отображения объектно-ориентированной модели данных в традиционные реляционные базы данных.

В качестве контейнера сервелетов был выбран Apache Tomcat 9. Контейнер сервелетов – это программа, представляющая собой сервер, который занимается системной поддержкой сервлетов и обеспечивает их жизненный цикл в соответствии с правилами, определёнными в спецификациях. Может работать как полноценный самостоятельный веб-сервер, быть поставщиком страниц для другого веб-сервера, например Apache, или интегрироваться в Java EE сервер приложений. Обеспечивает обмен данными между сервлетом и клиентами, берёт на себя выполнение таких функций, как создание программной среды для функционирующего сервлета, идентификацию и авторизацию клиентов, организацию сессии для каждого из них.

Для клиентской части используется набор языков для веб-разработки: HTML, CSS, JS. Стили страниц написаны на языке SASS – это метаязык на основе CSS, предназначенный для увеличения уровня абстракции CSS-кода и упрощения файлов каскадных таблиц стилей. Также используется CSS-фреймворк Bootstrap 4 он нужен для ускорения верстки сайта и панели управления, а также повышения адаптивности всего веб-приложения. Для взаимодействия с HTML используется JS-фреймворк JQuery. С помощью него производятся асинхронные запросы, взаимодействие и обновление элементов страницы без перезагрузки.

В качестве системы управления базой данных была выбрана MySQL. Это свободная реляционная система управления базами данных. Разработку и поддержку MySQL осуществляет корпорация Oracle. Схема базы данных представлена на рисунке.

База данных состоит из 13 таблиц. Из всех таблиц можно выделить основные таблицы:

- Game – список игр;
- Orders – список заказов;
- Product – список продуктов (продуктом считается связка «игра – лицензионный ключ»);
- User – список пользователей.

Сейчас уже реализованы следующие функции:

- главная страница сайта со списком игр;
- регистрация и авторизация на сайте;
- корзина товаров и личный кабинет покупателя;
- панель управления сайтом для администратора, которая содержит в себе такие возможности, как добавление, удаление и редактирование игр, просмотр списка заказов, покупателей, просмотр общей статистики магазина.

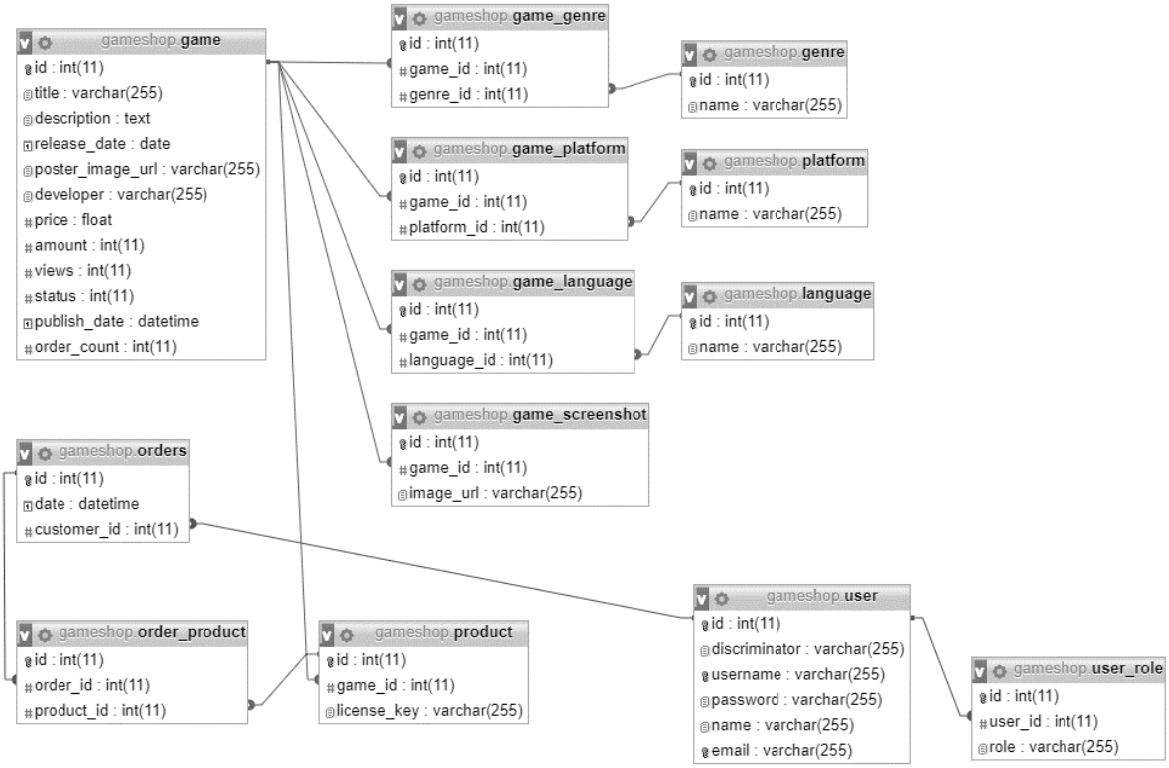


Рис. Схема базы данных

В дальнейшем планируется реализовать следующие возможности интернет магазина:

- возможность добавления продуктов (связка «игра – ключ»);
- получение продуктов с внешнего сервера;
- сортировка игр по разным критериям;
- составление модели каждого покупателя (для составления рекомендаций).

1. Mydigiseller CMS | Открой свой магазин игр Steam ключей и аккаунтов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mydigiseller.ru/

2. Hibernate (библиотека) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/192528/.

3. Spring Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spring.io/..

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ КАК СПОСОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ

Д.М. Прусаков
Научный руководитель ***Е.Н. Давыдова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

За последний век технический прогресс шагнул далеко вперёд. Человечество создает новые технологий и средства, которые помогают ему и облегчают его повседневную жизнь. Все активнее в производство внедряется процесс автоматизации, что, в свою очередь, уменьшает участие людей в производственных циклах. Это ведет к повышению производительности труда.

В то же время приходится обрабатывать огромные объемы данных. Согласно исследованию консалтинговой компании IDC, в 2011 году человечеством было сгенерировано 1,8 зеттабайт (10 в 21 степени байт) информации. В 2012 году объем ценных данных увеличился почти в два раза и составил 2,8 зеттабайт. К 2020 году эта цифра достигнет 40 зеттабайт.

Промышленный интернет вещей – это именно то, что может позволить человеку управлять любым технологическим процессом с помощью своего смартфона или компьютера. Поэтому внедрение данной технологии в производство – это один из лучших и эффективных путей к автоматизации и оптимизации.

Промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things) – это сложная многоуровневая структура, включающая в себя датчики, устройства, регуляторы, средства передачи и обработки собираемых данных и их визуализации, мощные инструменты аналитики данных и наиболее удобная и эргономичная интерпретация данных в пользовательском интерфейсе.

Ключевая задача IIOT – автоматизация, оптимизация, сокращение материальных и временных затрат, постоянный и безошибочный сбор информации.

Основной принцип технологии заключается в следующем: первоначально устанавливаются датчики, исполнительные механизмы, контроллеры и человеко-машинные интерфейсы на ключевые части оборудования, после чего осуществляется сбор информации, которая впоследствии позволяет приобрести объективные и точные данные о состоянии предприятия.

Структура технологии от уровня «железа» до клиентского уровня представлена на рисунке 1.

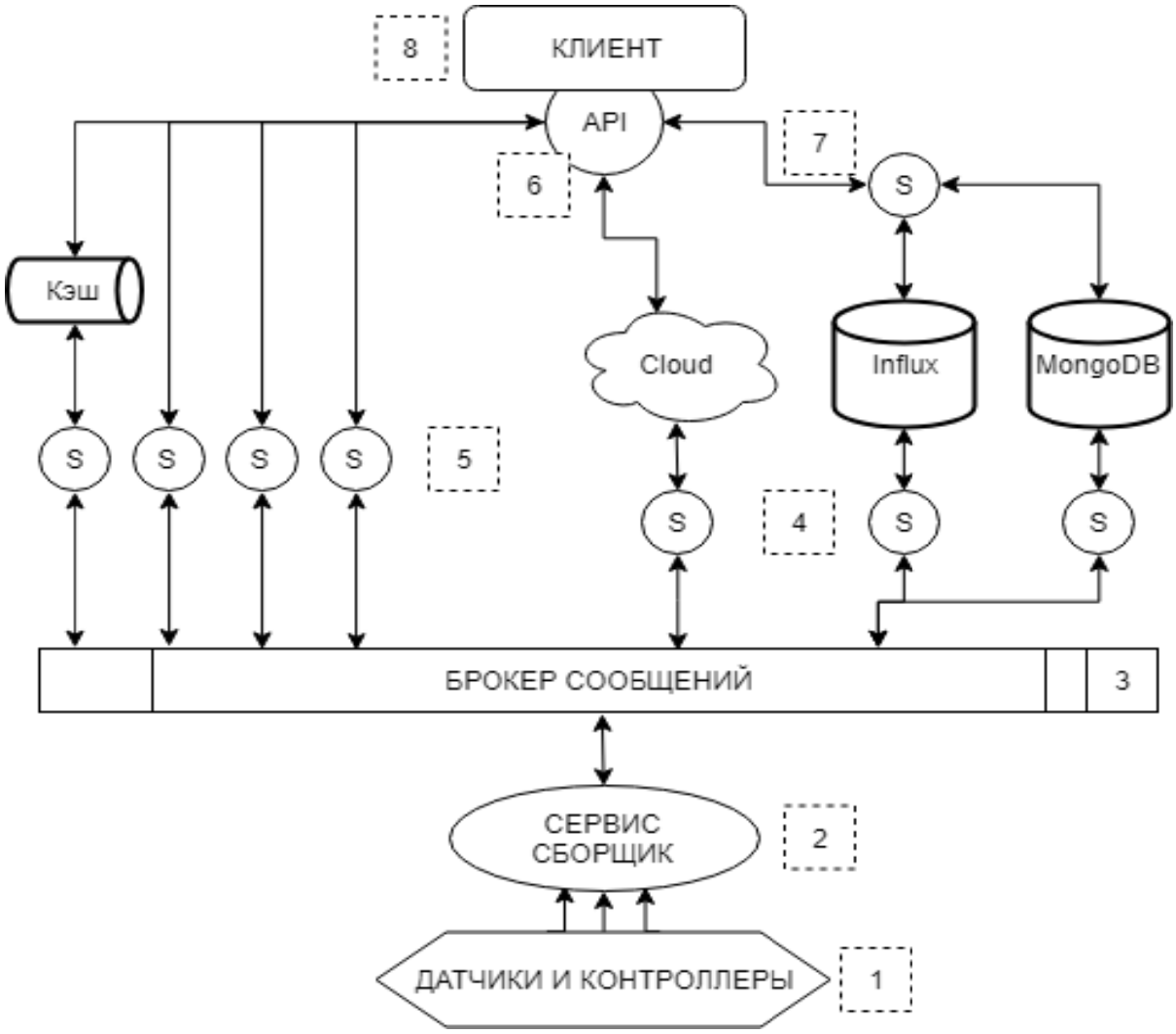


Рис. Технологический цикл Industrial Internet of Things.

Уровень 1 – уровень датчиков и контроллеров.

Уровень 2 – сервис сборщик – устанавливает связь с уровнем 1 с помощью сетевых протоколов транспортного уровня (например, TCP, ModBus, UDP, МЭК104 и т.д.), преобразует сообщения от счетчиков к нужному виду и отправляет их в брокер сообщений.

Уровень 3 – брокер сообщений – выступает в роли посредника между различными сервисами (веб-приложениями). Они существенно снижают нагрузку и сокращают время доставки сообщений, поскольку задачи, на обработку которых уходит некоторое время, распределяются между рабочими процессами.

Брокер отдает данные в микросервисную архитектуру: сервисы на уровне 4 и 7 служат для связи с базами данных, уровень 5 – для непосредственной потоковой обработки данных и их преобразования к требуемому виду. Также необходим сервис для кеширования данных.

На самом верхнем уровне находится клиентское приложение, которое через специальный интерфейс (API) позволяет связаться с системой.

Основные проблемы данной технологии заключаются в том, что:

1) нужно связывать огромное количество устройств и сервисов между собой и обрабатывать огромное количество данных;

2) часто приходится иметь дело с временными метками;

3) нужно предоставлять пользователю актуальные данные в реальном времени;

4) нельзя терять данные.

Поэтому работать с интернетом вещей стоит очень осторожно, нужно выбирать правильные инструменты. Главными аспектами выбора должны стать скорость работы с большими объемами данных, эффективность и многозадачность. Отлично подходит язык Go.

Так как приходится работать с временными рядами, то лучше использовать специализированные базы данных. Лучше всего подойдут NoSQL базы, например, InfluxDB и MongoDB.

Так как технология очень перспективная, крупнейшие компании давно начали ее прорабатывать. Готовые решения есть у Amazon, Microsoft, IBM и Google.

Таким образом, одним из эффективных способов к автоматизации производства является Industrial Internet of Things.

1. Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард. – Москва: Альпина Паблишер, 2017. – 188 с.

2. Платформа Интернета вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.osp.ru/os/2012/07/13017643/

3. Приложения и решения для IoT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aws.amazon.com/ru/iot/

4. Как создать интернет вещей из «кирпичиков» LEGO на базе платформы AWS IoT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/post/324992/

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ КАФЕ НА БАЗЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ

Д.А. Сенченко
Научный руководитель ***А.М. Полянский****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Наше время диктует высокий темп жизни, в котором у городских жителей – работников офисов – есть всего 1 час на еду. В этот небольшой промежуток человеку нужно успеть:

1. Выйти из офиса на улицу.
2. Определится – куда пойти пообедать.
3. Добраться до нужного места.
4. Найти себе подходящий, под размер компании, столик.
5. Дождаться официанта.
6. Сделать заказ.
7. Дождаться, пока официант принесет блюдо.
8. Пообедать.
9. Дождаться пока официант принесет счет.
10. Оплатить и уйти из кафе.

С целью уменьшить временные затраты пользователя и была задумана разработка веб-приложения для автоматизации деятельности кафе.

В рамках проведённого исследования были решены следующие задачи: исследована предметная область, выбрана архитектурная модель приложения, определены его основные функции, источники и перечень необходимых данных, оценена экономическая эффективность разработки приложения. Объектом исследования является ресторанная система обслуживания клиентов, методы исследования: поиск информации в сетях, архитектурное моделирование систем, экономический анализ.

Веб-приложение представляет собой комплекс программ, направленных на упрощение работы официанта и ускорение обслуживания клиентов. Оно включает в себя основные компоненты приложения, меню, которое находится на веб-сервере кафе, и клиентскую часть на смартфонах посетителей кафе, которая загружает это меню с сервера. Предполагается, что пользователь устанавливает приложение из соответствующего сервиса (например, Google Play).

Чтобы показать, как приложение может помочь спланировать день, рассмотрим сценарий использования.

1. Пользователь включает приложение на своем смартфоне.
2. Пользователь смотрит на встроенные в приложение карты, чтобы выбрать место, где он может поесть.
3. Пользователь изучает информацию о кафе: есть ли там бизнес-ланч, сколько будет стоить обед, как долго его будут готовить.

4. Пользователь выбирает меню.

5. Пользователь делает заказ.

6. Пользователь бронирует столик.

7. Пользователь оплачивает заказ (полностью или авансом) с помощью сервисов онлайн платежей.

8. После этого заказ поступает на кухню, где его начинают готовить. Когда его приготовят, официант отнесет на забронированный столик заказ в строго назначенное время.

9. Пользователь приходит в кафе и садится за столик, который он забронировал.

Изучив сеть Интернет в поисках аналогов, я не нашел решений, полностью реализующих функционал этого приложения, и использующих современную концепцию MVC (Model-View-Controller). Использование этой концепции на базе Android в приложении к сфере общественного питания составляет научную новизну разработки.

Разработка является актуальной, так как существует реальная проблема планирования своего обеда для жителей города. Благодаря веб-приложению клиенты кафе смогут лучше планировать своё время. Факторы, определяющие востребованность приложения:

1. Экономия времени пользователя. Благодаря предварительному заказу в кафе, удаленно, через веб-приложение, посетителям кафе не придется ждать официантов, тратить время на выбор блюда и ждать пока официант передаст заказ на кухню. А в случае, если посетитель хочет заказать себе не бизнес ланч (то есть уже готовый обед), он может заблаговременно, через мобильное приложение, заказать себе необходимое блюдо из основного меню. К его приходу заказ будет приготовлен и подан на забронированный столик, как только он за него сядет. С помощью этого приложения посетители кафе смогут сэкономить до 30 минут обеденного перерыва. Кроме того, в обычное, не обеденное, время, веб-приложение позволит сэкономить время посетителям кафе и ресторана, к примеру, для семейного похода в ресторан.

2. Удобства планирования времени. Приложение позволяет клиентам легко планировать свой обеденный перерыв. С помощью встроенных в приложение карт (например, Google Maps), пользователи видят ближайшие к их местоположению кафе, которые подключены к данному приложению. Кроме того, они видят: предоставляет ли выбранное ими кафе нужное клиенту блюдо. И, что не менее важно, приложение гарантирует клиенту кафе место, которое он может предварительно забронировать.

3. Финансовое планирование. Посетитель кафе будет наверняка знать, сколько он заплатит за обед в конкретном заведении.

Владельцам кафе внедрение данной разработки также принесет определенную выгоду. Приложение может повлиять на повышение спроса, так как кафе будет выделяться среди других подобных заведений наличием удобного

веб-сервиса. Также уменьшается нагрузка на персонал кафе, так как существенную часть обязанностей, таких, как прием оплаты, формирование заказа и доставка информации о заказе на кухню, приложение берет на себя. Кроме того, клиент, делая заказ через приложение, совершает оплату заранее, исключая ситуацию, когда посетитель ресторана поел и ушел не расплатившись. При этом внедрение данного приложения в кафе не потребует особых затрат. Веб-серверы, расположенные у разработчика или провайдера, хранят данные и обрабатывают запросы, которые поступают с мобильных устройств клиентов. За использование веб-сервера и веб-службы владелец кафе будет платить определенную абонентскую плату. При этом веб-приложение позволит сократить затраты на обслуживающий персонал кафе. Учитывая, что развертывание веб-приложения в кафе позволит обеспечить приток клиентов, в конечном итоге это увеличит доход заведения.

Веб-приложение будет способствовать также развитию современных технологий ведения бизнеса в сети Интернет. Разработка основных компонент приложения планируется в рамках выпускной квалификационной работы, тестирование и внедрение продукта в деятельность сферы общественного питания – осенью 2019 года.

1. Едомский, Ю.Е. Техника Web-дизайна для студента / Юрий Едомский. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2012. – 386 с.

2. Евсеев, Д.А. Web-дизайн в примерах и задачах: учебное пособие для вузов по специальности «Прикладная информатика» и другим экономическим специальностям / Д.А. Евсеев, В.В. Трофимов; под ред. В.В. Трофимова. – Москва: КНОРУС, 2014 . – 263 с.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ В ОБУЧЕНИИ

А.С. Сергеев

Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В последнее время стали широко распространены корпоративные вычислительные сети. Даже самые малые организации одной из первых задач ставят развёртывание собственной локальной вычислительной сети. Это оправдано наличием общих данных и серверов для организации. Кроме того, в определённый момент расширения организации может быть поставлен вопрос расширения сети. Для минимизации потерь при создании или расширении таких сетей следует использовать различные моделирующие программные комплек-

сы. Один комплекс может показать субъективную или не полную информацию, а «прогон» модели в различных комплексах покажет более полную картину и больше ошибок (при их наличии).

Для получения студентами наиболее полных знаний о проектировании локальных вычислительных сетей недостаточно теоретического материала. В обязательном порядке необходимо хотя бы провести комплекс лабораторных работ, направленных на виртуальное построение и симуляцию различных сетей. Кроме того, одного программного продукта для подобной симуляции недостаточно, так как симуляция и её данные в таком случае будут слишком субъективными. Поэтому было принято решение использовать два программных комплекса для построения и анализа локальных вычислительных сетей. Первый – Cisco Packet Tracer, а второй – Riverbed Modeler.

Cisco Packet Tracer – программа, предназначенная для моделирования сетей и позволяющая студентам экспериментировать с поведением сети и оценивать возможные сценарии. Packet Tracer предоставляет функции моделирования и визуализации вычислительных сетей, а также облегчает преподавание и изучение сложных технологических принципов. Данный программный продукт дополняет физическое оборудование аудитории, позволяя студентам создавать сети с практически неограниченным количеством устройств, поддерживая накопления практического опыта, стремление к открытиям и развитие навыков по устранению неисправностей.

Riverbed Modeler – программный комплекс, предназначенный для виртуального построения, анализа и прогнозирования производительности ИТ-инфраструктуры, включая приложения, серверы и различные сетевые технологии. Программный продукт способен обеспечить специалистов в области сетевых технологий всем необходимым для успешной и продуктивной разработки различных вариантов сетей предприятий. Riverbed Modeler позволяет выполнять проектирование и тестирование ЛВС до их ввода в эксплуатацию, что положительно скажется на возможных расходах. Комплекс выделяется наличием огромной библиотеки, включающей в себя множество различного сетевого и иного компьютерного оборудования, используемого для построения необходимой топологии сети и её компонентов. Riverbed Modeler предоставляет пользователю высококачественную среду проектирования ЛВС, возможность выполнять её симуляцию и подробно анализировать как различные компоненты проектируемой ЛВС, так и общие её показатели. Версия Riverbed Modeler Academic Edition является бесплатной и свободно распространяется с официального сайта, что позволяет исключить траты на закупку комплекса [1].

В данном случае лабораторный комплекс представляет собой ряд лабораторных работ, в каждой из которых используется собственная локальная сеть. После изучения теоретического материала студентам необходимо построить сеть лабораторной работы сначала в одном программном продукте, после чего провести её симуляцию и анализ. Затем студенты должны выполнить те же действия, но уже во втором программном продукте.

Эти действия проводятся для того, чтобы студенты, выполняя ту или иную работу, могли получить более полные данные о моделируемой сети, такие как:

- правильность построения самой сети (топология);
- правильность выбора компонентов сети (узлы и связи);
- нагрузку на сеть в целом, или на её определённый элемент;
- возможные проблемы при потенциальном расширении сети [2, с. 195].

Одного программного продукта для всего вышесказанного недостаточно, поэтому используется и Riverbed Modeler и Packet Tracer. Например, условно в работе по расширению сети необходимо сначала провести симуляцию исходной сети в Riverbed Modeler, после чего выполнить расширение сети, а затем снова провести симуляцию, но уже дополненной сети. Далее требуется сравнить результаты до и после расширения и описать изменения, которыми будут:

- увеличение трафика в сети;
- увеличение нагрузки на коммутаторы сети;
- возможно, выход из строя коммутатора из-за слишком большой нагрузки.

После этих действий требуется построить исходную сеть в Packet Tracer, настроить оборудование и провести проверку связи. Далее требуется расширить сеть и провести настройку и проверку уже её, а также проанализировать разницу по сравнению с первой сетью. Кроме того, необходимо проверить правильность топологий и созданных линий связи и компонентов.

Или же более реальный вариант развития событий. Компании требуется настроить межсетевой экран и QoS (Quality of Service – Качество Обслуживания) для разграничения типов и важности внутрисетевого трафика. Для этого сначала строится модель сети в Cisco Packet Tracer и в неё внедряется межсетевой экран и необходимые для работы QoS узлы. После чего проводится проверка правильности построения сети. Если сеть построена без ошибок, то далее строится модель сети уже в Riverbed Modeler и настраивается QoS в соответствии с требованиями компании-заказчика. Кроме того, настраивается сама сеть, в соответствии с реально существующей, для отображения правильной нагрузки при моделировании. После всех действий запускается симуляция сети, которая покажет возможные проблемы настройки QoS – потерю трафика, неверные приоритеты, неверные блокировки и т.д. На основе этого можно откорректировать настройки и провести повторную симуляцию. А после всех корректировок и получения правильного поведения трафика в сети можно перейти уже к реальной модификации сети. Таким образом, использование этих двух комплексов вместе избавит от большого количества проблем, которые могли возникнуть без виртуального моделирования.

В итоге, после выполнения всех действий, студенты получают разностороннюю информацию и знания о построении тех или иных сетей:

1. Правильность построения топологии.
2. Правильность физического и логического размещения тех или иных элементов сети.
3. Правильность выбора компонентов сети.
4. Правильность настройки элементов сети.
5. Особенности выбора линий связи и влияние выбора на сеть в целом.
6. Возможные способы исправления ошибок в сети.
7. Возможность анализа трафика в сети и на её отрезках.

1. Головин, Ю.А. Информационные сети: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Информационные системы» / Ю.А. Головин, А.А. Суконщиков, С.А. Яковлев. – Москва: Академия, 2011. – 340 с.

2. Сергеев, А.С. Проектирование корпоративных сетей на базе Riverbed Modeler / Сергеев А.С., Суконщиков А.А. // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: материалы двенадцатой Международной науч.-техн. конф. – Вологда, 2017. – С. 194–198.

РАЗРАБОТКА СОЦИАЛЬНОЙ ПОДКАСТ-ПЛАТФОРМЫ

А.Л. Сорокин
Научный руководитель ***Д.В. Кочкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В современном мире происходит огромное количество событий во всевозможных сферах жизни, и иногда требуется узнать мнение людей, близких к интересующей нас сфере. Одним из способов это сделать является прослушивание подкастов – аудио-передач, в которых несколько ведущих обсуждают актуальные темы. Существует множество направленностей подкастов, таких как бизнес, технологии, наука, политика, развлечения и т.д. Среди них каждый заинтересованный пользователь может найти полезный для себя подкаст.

В настоящее время существует множество сервисов, позволяющих прослушивать подкасты, некоторые из них предоставляют более глубокие функции, такие как рейтинги, рекомендации, подписки и тому подобное. Другие же предоставляют возможность слушателям и авторам обсуждать те или иные события. Но если пользователю нужно все вышеописанное, то ему приходится переключаться между разными сервисами. Именно поэтому было решено раз-

работать платформу, которая сочетала бы в себе и функции для удобного поиска подкастов и возможность их обсуждения с ведущими и другими слушателями.

Перед созданием такой платформы были рассмотрены самые популярные сервисы по данной тематике:

- ITunes – онлайн-магазин компании Apple, распространяющий цифровой аудио-, видео- и игровой медиаконтент [1]. Имеет раздел подкастов со своими поиском, рейтингами и рекомендациями. Из социальных функций присутствует только возможность оставить отзыв о подкасте с указанием рейтинга по пятибалльной шкале.
- Vk.com – популярная социальная сеть, недавно получившая расширенные возможности относительно подкастов. Тем не менее они имеют скорее косметический характер, нежели практический. В итоге сервис может предложить только свои основные социальные функции.
- Youtube – самый популярный видеохостинговый сайт, предоставляющий пользователям услуги хранения, доставки и показа видео. Так как Youtube не имеет конкретной направленности, то он не имеет и необходимых функций относительно подкастов. Социальные функции представлены возможностью комментирования видео.
- Podster.fm – подкаст-платформа с наиболее широкими возможностями. Здесь есть все необходимые функции для удобного поиска и прослушивания подкастов. Тем не менее социальные функции представлены только простыми комментариями к выпускам.

Таким образом, было решено предоставить пользователям в новом сервисе следующие функции:

Основные функции относительно подкастов:

- Поиск подкастов по жанрам.
- Рейтинги подкастов.
- Подписка на интересующий подкаст с последующими уведомлениями о выходе нового выпуска.
- Рекомендации в зависимости от подписок пользователя.

Основные социальные функции:

- Комментирование выпусков подкастов с широкими возможностями, такие как цитирование, ветвление, загрузка изображений и т.д.
- Микроблог подкаста, в котором его ведущие могут делиться со слушателями актуальной информацией.
- Подписка на микроблог подкаста с последующими уведомлениями о новых сообщениях.
- Комментирование сообщений микроблога.

В качестве основы для приложения была выбрана классическая трехслойная архитектура – слой клиента, логики и данных.

Серверная часть приложения создается на языке Java с применением следующих технологий:

- Spring Framework – универсальный фреймворк с открытым исходным кодом для Java-платформы. Spring обеспечивает решения многих задач, с которыми сталкиваются Java-разработчики и организации, которые хотят создать информационную систему, основанную на платформе Java.
- Spring Boot – компонент Spring, помогающий легко создавать и запускать полноценные web-приложения, благодаря встроенным контейнерам, таким как, например, Tomcat или Jetty [2].
- Spring Security – компонент, предоставляющий механизмы построения систем аутентификации и авторизации, а также другие возможности обеспечения безопасности для приложений, созданных с помощью Spring [3].
- Maven – инструмент для сборки Java проекта: компиляции, создания jar- или war-файла, создания дистрибутива программы, генерации документации и многого другого. Основная идея заключается в описании структуры проекта в файлах на языке POM.
- Lombok – проект по добавлению дополнительной функциональности в Java с помощью изменения исходного кода перед Java-компиляцией [4]. Lombok, например, позволяет не писать некоторые часто используемые методы, а добавить их неявно с помощью одной строки кода.

Клиентская часть создается при помощи React – JavaScript-фреймворка с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов. React значительно облегчает создание интерфейсов благодаря так называемому компонентному подходу. В React нет контроллеров, моделей, шаблонов и так далее – все есть компонент. Их можно наследовать друг от друга, объединять. Компонент – это строительная единица, из которой собирается весь интерфейс [5].

Также при построении пользовательского интерфейса используется Bootstrap 3 – свободный набор инструментов для создания сайтов и веб-приложений, включающий в себя HTML- и CSS-шаблоны оформления для всевозможных компонентов веб-интерфейса [6].

Для контроля разработки используется Bitbucket – веб-сервис для хостинга проектов, основанный на системе контроля версий Git.

Благодаря всем этим инструментам и становится возможным создание сервиса, который объединит в себе все необходимые функции для удобного поиска и прослушивания подкастов, а так же их обсуждения не только с другими слушателями, но и с самими ведущими.

1. iTunes Store [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ITunes_Store.

2. Spring Boot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://spring-projects.ru/projects/spring-boot.

3. Spring Security [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Spring_Security.

4. Шпаргалки Java программиста 10: Lombok [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://projectlombok.org.

5. React, или как перестать беспокоиться и начать жить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://getinstance.info/articles/react/react-basics/.

6. Bootstrap (фреймворк) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_(фреймворк).

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ

Н.С. Степуков

Научный руководитель ***А.Н. Швецов****, д-р техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Термин агент происходит от латинского глагола «agere», что означает «действовать, двигать, править, управлять». В энциклопедическом словаре Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона находим следующее определение: «агент – деятель, лицо, действующее по поручению или полномочию другого» [1].

Данное определение правильно выражает суть и современных интеллектуальных компьютерных агентов, которые могут функционировать автономно от имени своего владельца (человека – пользователя или другой вычислительной системы) и решать самые разнообразные задачи по обработке информации [2]. Для успешной работы агент должен обладать достаточными интеллектуальными способностями, чтобы в сфере своих задач замещать действия человека – владельца, должен иметь возможности взаимодействия с владельцем или пользователем для получения соответствующих заданий и передачи результатов, должен ориентироваться в среде своего существования и принимать необходимые решения.

Поскольку общепринятого определения интеллектуального агента (ИА) до настоящего времени не выработано, следует говорить о классе агентных объектов (сущностей), включающем множество видов. Отталкиваясь от данных определений, будем считать, что ИА – это программный или аппаратный объект (сущность), автономно функционирующий для достижения целей, поставленных перед ним владельцем или пользователем, обладающий определенными интеллектуальными способностями.

Существуют типичные задачи поиска в пространстве состояний, для решения которых используются агенты, например известные модели «Охота на

индейку» и «Обезьяна и банан», детально рассмотренные в монографии проф. В.В. Девяткова [3].

В задаче «Охота на индейку» моделируются алгоритмы поиска поведения агента-охотника, позволяющие ему подстрелить индейку, находящуюся на поле вместе с ним, не спугнув при этом саму индейку, при различных возможных факторах моделируемой среды.

В задаче «Обезьяна и банан» моделируется процесс поиска решения по достижению цели агентом «обезьяна» (получение банана, находящегося в центре моделируемой комнаты) с использованием подручных предметов, доступных данному агенту, путем построения соответствующих процедур логического вывода.

Агентно-ориентированные программы поиска в пространстве состояний применяются на кафедре Информационных систем и технологий для решения учебных задач в ряде дисциплин, связанных с направлениями искусственного интеллекта. Примером такой программы является приложение «Лабиринт агентов», которое успешно применяется для обучения студентов направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии» в рамках курса «Системы искусственного интеллекта и принятия решений».

Суть пространственного поиска в программе «Лабиринт агентов» заключается в том, что в моделируемом лабиринте спрятано золото, которое необходимо найти агенту или агентам, по пути встречаются препятствия, которые мешают агенту или же агентам найти золото, так как золото может находиться в любой точке лабиринта, включая препятствия. Для поиска золота можно использовать несколько агентов, которые вместе будут искать золото, также можно менять вид поиска, который используют агенты для поиска золота.

Цель проводимых экспериментов в программе «Лабиринт агентов» заключается в том, чтобы определить какой алгоритм поиска окажется самым эффективным в зависимости от количества агентов и видов поиска, какой вид поиска в конкретной ситуации окажется быстрее и какой вид поиска окажется самым точным, при котором будет большее количество удачных экспериментов.

В программе «Лабиринт агентов» используются различные алгоритмы поиска агентом золота. Для проведения экспериментов в данном приложении реализованы такие виды поиска, как вертикальный поиск, горизонтальный поиск, диагональный поиск, поиск по спирали (одновременно), поиск по спирали (последовательно). На рисунке приведен вид блок-схемы алгоритма вертикального поиска.

В настоящее время ведется разработка программы агентно-ориентированного моделирования «Охотник и индейка». В данной программе создаются два агента: «индейка» и «охотник». Охотнику будет необходимо подстрелить индейку, индейке же – услышать, когда охотник будет заряжать ружье и спрятаться. В зависимости от различных факторов, влияющих на агентов, каждое моделирование будет уникальным.

Для расширения пространства возможных состояний модели и совершенствования алгоритмов поиска решений в агентную среду вводятся такие факторы, как погода (дождь, ветер), профессионализм охотника (любитель он или профессионал), поле зрения индейки и охотника, различные препятствия на пути (камни и леса), различное оружие, которое использует охотник (охотничьи винтовки разных марок, патроны).

Данное агентно-ориентированное приложение разрабатывается в среде Unity3D с использованием языка программирования C#.

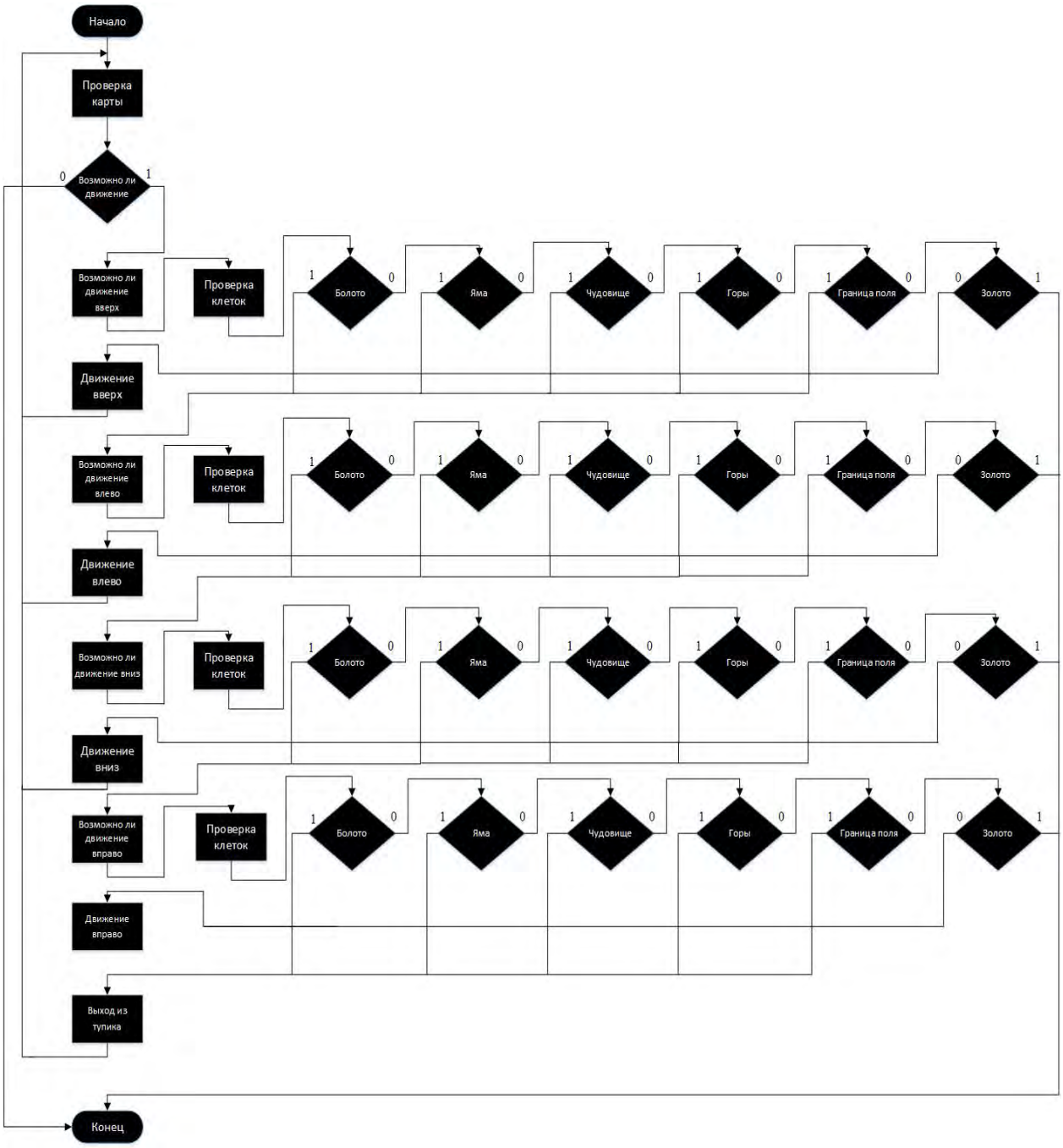


Рис. Вертикальный поиск

1. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона.– Санкт-Петербург: Полрадис, 1993. – Т. 1. – 480 с.

2. Швецов, А.Н. Агентно-ориентированные системы: основные модели монография / А.Н. Швецов. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 190 с.

3. Девятков, В.В. Системы искусственного интеллекта: пособие для вузов / В.В. Девятков. – Москва: МГТУ, 2001. – 352 с.

ВЫБОР СПОСОБА ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТА В ПРИЛОЖЕНИИ

М.С. Титов
Научный руководитель ***Д.В. Кочкин****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В рамках разработки Android-приложения с элементами геолокации и социальной сети для организации встреч мною была поставлена задача построения маршрута на карте. Сформулируем задачу:

Требуется построить маршрут на карте, ограниченный длинной пути и условием, что в каждой из точек маршрута мы должны находиться не больше одного раза. В приложении будет два варианта маршрута:

1. С возвратом в исходную точку.
2. Без возврата в исходную точку

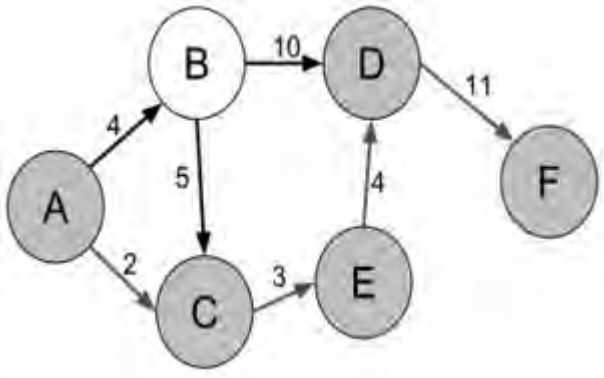


Рис. 1. Пример маршрута без возврата в исходную точку

Цель: поиск маршрута длиной S, больше, чем расстояние между двумя точками (A, F) L, который проходит через наибольшее число точек N.

Другими словами требуется найти такой маршрут, который удовлетворяет условию:

$$S \geq L, N \rightarrow max,$$

где S – задается пользователем, а N и L получаются с сервера приложения.

Такой маршрут помог бы пользователям приложения организовывать различные мероприятия (например экскурсии).

Существует несколько подходов к решению такой задачи:

- Перебор.
- Генетический алгоритм.
- Метод ветвей и границ.

На практике поиск строго оптимального маршрута требуется не всегда. Существуют алгоритмы поиска приближенных решений для метрической задачи за полиномиальное время и нахождения маршрута максимум вдвое длиннее оптимального. До сих пор не известен ни один алгоритм с полиномиальным временем, который бы гарантировал точность, лучшую, чем 1,5 от оптимальной.

Метод перебора

Общепризнанно, что задача коммивояжёра в общем случае гарантированно решается оптимально только полным перебором всех вариантов.

В алгоритмической реализации полного перебора возможно применение двух условий, сокращающих время перебора и отсекающих заведомо неоптимальные пути, а именно:

1. При построении очередного варианта пути, подсчитывать его длину и, если эта длина превышает уже найденный локальный минимум длины, – пропускать этот вариант и все те, которые он порождает.

2. Если следующее выбранное ребро пересекает одно из ранее построенных рёбер – пропустить этот вариант и все те, которые он порождает.

Поскольку коммивояжёр в каждом из городов встает перед выбором следующего города из тех, что он ещё не посетил, существует:

$$(n-1)!$$

маршрутов для асимметричной задачи коммивояжёра. Таким образом, размер пространства поиска зависит экспоненциально от количества городов [1].

Метод ветвей и границ

Алгоритм Литтла является частным случаем МВиГ, т.е. в худшем случае его сложность равна сложности полного перебора. Теоретическое описание выглядит следующим образом.

Имеется множество S всех гамильтоновых циклов рафа. На каждом шаге в S ищется ребро (i, j), исключение которого из маршрута максимально увеличит оценку снизу. Далее происходит разбиение множества на два непересекающихся S1 и S2. S1 – все циклы, содержащие ребро (i, j) и не содержащие (j, i). S2 – все циклы, не содержащие (i, j). Далее вычисляется оценка снизу для длины пути каждого множества и, если она превышает длину уже найденного решения, множество отбрасывается. Если нет – множества S1 и S2 обрабатываются так же, как и S.

Генети́ческий алгори́тм – эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Является разновидностью **эволюционных вычислений**, с помощью которых решаются оптимизационные задачи с использованием методов естественной эволюции, таких как **наследование**, **мутации**, **отбор** и **кроссинговер**. Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе.

В итоге в результате сравнения данных методов была составлена таблица, в которой учитываются все плюсы и минусы каждого алгоритма.

Таблица

Итоги сравнения

Способ	Сложность	Память	Точность
Перебор	(n – 1)!	n	100%
Генетический алгоритм		n	99%
Метод ветвей и границ	(n – 1)!	n	100%

На основе сравнения методов был выбран генетический алгоритм, поскольку его сложность значительно меньше, чем у других алгоритмов поиска пути.

1. Костевич, Л.С. Математическое программирование: Информ. технологии оптимальных решений: учеб. пособие / Л.С. Костевич. – Минск: Новое знание, 2003. – 150 с.

ВЫБОР ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

П.С. Фомичев
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Создание искусственных нейронных сетей (ИНС) вдохновляется биологическим прототипом. Система, основанная на данных исследования головного мозга и построенная на его подобии, позволяет эффективно решать множество задач.

Одной из таких задач является прогнозирование. Задача прогнозирования в теории нейронных сетей сводится к аппроксимации нелинейной функции, заданной некоторыми входными данными. Причем чем меньше линейных кусков в функции, тем точнее сеть предскажет её будущее возможное значение в конкретной точке ввиду своей нелинейной структуры. Стоит отметить, что прогнозирование возможно только тогда, когда предыдущие изменения функции действительно в какой-то степени предопределяют будущие. Например, прогнозирование котировок акций на основе котировок за прошлую неделю может оказаться успешным, тогда как прогнозирование результатов завтрашней лотереи на основе данных за последние 50 лет почти наверняка не даст никаких результатов.

Из всех разработанных архитектур ИНС по приведенным критериям наиболее хорошо справляются: многослойный персептрон (MLP – Multi-Layer Perceptron), сети радиально-базисных функций (RBFNN – Radial-Basis Function Neural Network), рекуррентные нейронные сети (RNN – Recurrent Neural Network) и нейронные сети высших порядков (HONN – Higher Order Neural Network).

В процессе проектирования прогнозирующей нейронной сети (ПНС) необходимо выбрать архитектуру построения. Выбор осуществляется по критериям, которые в настоящее время следующие:

- сложность структуры – зависимость количества элементов на скрытых слоях от количества входов – большее количество входов приводит к большему количеству обрабатывающих нейронов и, соответственно, к большему количеству весов и связей, что, как следствие, уменьшает скорость работы;
- скорость обучения – быстрота сходимости обучающего алгоритма;
- точность предсказания – величина разницы между вычисленным ИНС значением функции и полученным в действительности;
- аппроксимативная способность – возможность сети аппроксимировать функцию любого вида с произвольно выбранной точностью.

Каждая из приведенных архитектур обладает преимуществами и недостатками по этим критериям перед другими. Поэтому для конкретной задачи конкретной предметной области выбирается наиболее важный критерий отбора.

Так, если важно иметь наиболее простую структуру для быстрых вычислений, целесообразно выбрать MLP [3, 4], так как они сами по себе легко реализуемы и количество нейронов на внутреннем слое не так сильно зависит от количества входов, как у остальных архитектур.

При важности скорости обучения лучше выбрать RBFNN [4, 6], HONN [4, 5] или RNN [2], так как эти сети быстро обучаются, благодаря своей структуре и более совершенным алгоритмам обучения.

Если необходимо очень точно предсказывать поведение функции, то хорошие показатели по этому параметру имеют MLP и HONN.

Некоторые архитектуры ПНС плохо справляются с аппроксимацией функций с линейными частями, и из-за этого функция может быть неверно аппроксимирована. Там, где это важно, следует использовать HONN или RBFNN.

Как уже было сказано, одни архитектуры превосходят другие по одним параметрам и уступают по другим. Поэтому, на основании источников [1–6] проведен сравнительный анализ архитектур, характеристики оценены по 10-балльной шкале, а оценки результатов сведены в таблицу 1. Чем меньше величина сложности и чем больше величина остальных параметров, тем сеть лучше.

Таблица 1

Оценки критериев выбора архитектуры ПНС

Архитектура	Сложность структуры	Скорость обучения	Точность	Аппроксимативность
MLP	2/10	6/10	9/10	7/10
RBFNN	6/10	8/10	8/10	8/10
RNN	5/10	8/10	7/10	6/10
HONN	7/10	9/10	9/10	9/10

Как видно из результатов анализа, лучше всех со своей задачей справляется HONN, хоть и имеет самую сложную структуру из всех приведенных архитектур. Поэтому, при выборе архитектуры, если важны самые главные характеристики ИНС – стоит выбрать HONN, закрыв глаза на сложность структуры.

1. Смирнов, М. Прогнозирование фондового рынка с использованием нейронных сетей / М. Смирнов // HABR [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2016 – URL: https://habr.com/post/396505.

2. Stolzenburg, F. Predictive Neural Networks [Электронный ресурс] / F. Stolzenburg, O. Michael, O. Obst. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://arxiv.org/pdf/1802.03308.pdf.

3. Jim´enez, D.A. Dynamic Branch Prediction with Perceptrons [Электронный ресурс] / D.A. Jim´enez, C. Lin. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.cs.utexas.edu/~lin/papers/hpca01.pdf.

4. Foka, A. Evolving Polynomial Neural Networks [Электронный ресурс] / A. Foka – Электрон. дан. – Режим доступа: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.80.7086&rank=1.

5. University of Pretoria. Higher-Order Neural Networks [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/29715/03chapter3.pdf?sequence=4.

6. Whitehead, B.A. Competitive Genetic Evolution of Radial Basis Function Centers and Widths for Time Series Prediction [Электронный ресурс] / B.A. Whitehead, T.D. Choate – Электрон. дан. – Режим доступа: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.44.8825&rank=1.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ РЕЕСТРА РЕКЛАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

Н.А. Шумило
Научный руководитель ***Ю.П. Попов****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На сегодняшний день современный город сложно представить без рекламы. Наружная реклама – это не только бизнес, но и часть культуры, архитектуры и образа жизни, которая требует усиленного внимания и упорядочения со стороны органов управления. Для этого муниципалитеты ведут реестр рекламных конструкций, который, учитывая уровень развития современных информационных технологий, целесообразно организовывать посредством геоинформационных систем (ГИС). ГИС являются финальным графическим результатом процесса реализации геоинформационных технологий. ГИС позволяют обрабатывать, хранить, передавать большие объемы информации; анализировать количественные и качественные показатели пространственно привязанных объектов и явлений, а также наглядно представлять информацию о территориально распределенных объектах на картографической основе [1]. Но муниципальная геоинформационная система города Вологды на данный момент доступна только работникам муниципальных учреждений и не может в полной мере обеспечить рекламораспространителям и жителям города доступ к интересующей их информации в электронном виде. На данный момент на сайте Департамента Градостроительства имеется схема расположения рек-

ламных конструкций в виде растрового изображения, которая наименее информативна.

Объектом исследования являются рекламные конструкции, расположенные вдоль дорожно-транспортной сети на улицах Окружное шоссе, Ленинградская, Возрождения. Предмет исследования: изучить возможности применения ГИС с целью создания и ведения реестра рекламных конструкций.

Цель исследования заключается в создании геоинформационной системы для ведения реестра рекламных конструкций на территории города.

Задачами исследования стояло:

- проанализировать возможности применения ГИС с целью создания и ведения реестра рекламных конструкций;
- выполнить инвентаризацию рекламных конструкций;
- выполнить геодезические работы с целью определения местоположения существующих рекламных конструкций;
- обработать результаты теодолитной съемки в CREDO_DAT;
- создать информационные слои ГИС на основе результатов топографической съемки и инвентаризации.

Для решения поставленных задач применялись такие методы исследования, как наблюдение, измерение, счет, анализ.

Данное исследование выполняется в рамках дипломной работы, финальным результатом которой является ГИС, созданная с целью ведения реестра рекламных конструкций. Рекламными конструкциями называют технические средства территориального размещения, которые используются для распространения рекламной информации. Под реестром понимают форму систематизации и учета, основным принципом которого является непрерывность ведения т. е. в реестр должны периодически вноситься изменения для обеспечения актуализации информации. Следовательно, уполномоченный орган нуждается в обновленных и точных данных, в том числе и по месту положения таких конструкций.

Ведение реестра посредством ГИС позволит значительно сократить временные затраты на осуществление учета рекламных конструкций, рекламораспространителей, выдачу разрешений на установку, предписаний на демонтаж, договоров по торгам и т.д .С помощью ГИС возможно отображение пространственной и некоторой атрибутивной информации на картографической основе, что позволяет человеку быстрее воспринимать информацию и принимать управленческие решения. Под пространственной информацией понимают позиционные характеристики объекта учета, т. е. плановые координаты, а под атрибутивными – семантику, которая содержит в себе качественные и количественные параметры объекта.

Для получения данных о местоположении рекламных конструкций проведены геодезические работы, а именно выполнена наземная горизонтальная съемка. В качестве съемочного обоснования проложены теодолитные ходы с

привязкой к пунктам геодезической сети (стенным знакам) в городской системе координат. Полевые работы произведены с использованием электронного тахеометра Sokkia Set 610 [2].

Для съемки ситуации (рекламных конструкций, границ дорог, дорожных знаков, светофоров) использован полярный метод определения координат, который заключается в измерении горизонтального угла и расстояния до объекта относительно вершин и сторон теодолитного хода. Измерения до границ дорог, дорожных знаков и светофоров проводились с целью определения правильного относительного пространственного размещения рекламных конструкций согласно ГОСТ Р 52044-2003. Результаты съемки занесены в полевой журнал. Далее следовала камеральная обработка полевых геодезических измерений. Для этого в специальный программный комплекс CREDO_DAT введены координаты исходных геодезических пунктов (из каталога координат), измеренные углы и расстояния в составе теодолитного хода. Программа позволила выполнить уравнивание хода и получить ведомости координат пунктов съемочного обоснования. По полученным координатам вершин хода по формулам прямой геодезической задачи рассчитаны координаты снимаемых объектов, используя горизонтальные проложения и вычисленные дирекционные углы.

В качестве оболочки для создания и ведения геоинформационной системы использовано программное обеспечение, создаваемое в рамках международного проекта QGIS. Программа является универсальной ГИС, не ограничена конкретным набором функций и имеет свободную лицензию. QGIS поддерживает возможность развертывания в распространенных операционных системах, поддерживает данные в различных векторных и растровых форматах, а также способна работать с данными, предоставляемыми известными картографическими веб-сервисами.

В ГИС пространственные данные принято группировать по слоям. Слой представляет собой совокупность пространственных объектов, относящихся к одному классу. Для хранения информации в ГИС используют как растровые, так и векторные информационные слои (рис. 1) [3]. В качестве картографической основы для создаваемой информационной системы использован космический снимок территории (файл формата GeoTIFF) с информацией о его системе координат (EPSG:3857 – WebMercator) и пространственной привязке.

Полученные в результате обработки в CREDO_DAT координаты и инвентаризационная ведомость позволили создать ряд точечных информационных слоёв в составе геоинформационной системы:

- рекламные конструкции (точечный слой; содержит информацию о виде и типе рекламных конструкций, площади информационных полей);
- дорожные знаки (точечный слой; содержит информацию о группах дорожных знаков (предупреждающие, запрещающие и т.д.), диаметры опор);
- светофоры (точечный слой; содержит информацию о назначении (транспортные, пешеходные), диаметры опор).



Рис. 1. Фрагмент созданной ГИС

Анализ информации о рекламных конструкциях, полученной в ходе инвентаризации, позволяет установить:

- количество рекламных конструкций (всего 104 объекта) по видам (рис. 2), вдоль дорожно-транспортной сети на улицах Окружное шоссе, Возрождения, Ленинградская в городе Вологда;
- местоположение рекламных конструкций относительно границ автодорог, светофоров, дорожных знаков;
- законность расположения рекламных конструкций при проверке разрешений на установку.

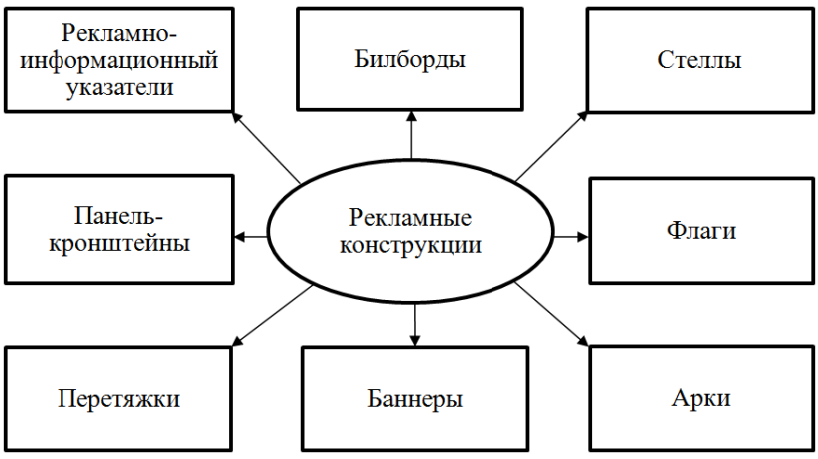


Рис. 2. Виды рекламных конструкций

Таким образом, созданная ГИС позволяет осуществлять хранение информации, послойно отображать данные, вести учет рекламных конструкций, принимать управленческие решения, помогает решать задачи в определении оптимальных мест для размещения объектов наружной рекламы вдоль дорожно-транспортной сети, над чем сейчас продолжается работа.

1. Авдеев, Ю.М. Применение геоинформационных систем в строительстве / Ю.М. Авдеев, Ю.П. Попов // Novaum.ru. – 2018.– № 12. – С. 260-264.

2. Озорнина, Н.Н. Использование электронного тахеометра для сбора данных при создании ГИС / Н.Н. Озорнина, Ю.П. Попов // Novaum.ru. – 2018.– № 12. – С. 256-259.

3. Карчагина, Л.П. Географические и земельно-информационные системы: учеб. пособие / Л.П. Карчагина. – Майкоп: МГТУ, 2016. – 151 с.

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ УСТРОЙСТВА МОНОЛИТНОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ С ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Э.Э. Амиров
Научный руководитель ***Е.А. Кабанов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В наше время монолитные фундаментные плиты получили большое распространение в строительной отрасли, так как конструкции таких фундаментов довольно разнообразны. Именно такие фундаменты наилучшим образом распределяют нагрузку на основание.

Современные здания имеют различные архитектурно-планировочные схемы зачастую с нерегулярным расположением вертикальных несущих элементов и с разноэтажной площадью застройки. Поэтому предпочтительнее будет применение сплошных монолитных железобетонных фундаментных плит.

Такие сплошные монолитные фундаменты обычно выполняют как плоские, ребристые плиты или плиты коробчатого сечении (с пустотообразователями), схемы которых представлены на рис. 1.

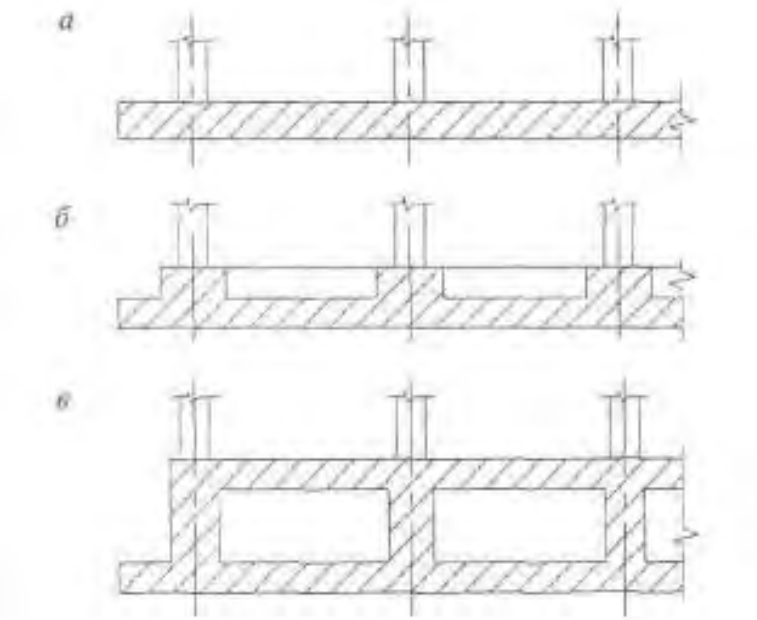


Рис. 1. Сплошные плитные фундаменты
а–в – плиты соответственно плоская, ребристая и коробчатая

Плоский сплошной плитный фундамент – плоское монолитное основание выполненное из железобетона, и равномерно передающее нагрузку на основание.

Ребристый сплошной плитный фундамент – фундамент переменного сечения, ленточная часть которого располагается над плитой. Монолитные ленты в обязательном порядке закладывают по периметру плиты и под несущими стенами. При большой площади строения, ребра ставят вдоль или поперек длинных сторон дома, либо в виде решетки. Высота ленточной и толщина плитной части фундамента также определяется расчетом.

Коробчатый сплошной плитный фундамент – фундамент, состоящий обычно из 3 элементов. Это 2 монолитные плиты, между которыми выполнены ребра ленточного вида.

Актуальностью данной работы является то, что устойчивость дома зависит от правильного выбора и соблюдения технологии возведения его подземной части, что соответствует СП 22. 13330. 2011 «Основания зданий и сооружений», а также ГОСТ 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований». Разработка экономически эффективных технологий строительства домов, в частности фундаментов, обеспечивается необходимостью поддержки государственной программы «Жилье для российской семьи», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 5 мая 2014 г. № 323.

Основными конструктивными параметрами плоских фундаментных плит являются размеры (толщина плиты), класс бетона по прочности на сжатие и содержание продольной арматуры, определяемые в зависимости от реактивного давления грунта основания и шага колонн и стен. Толщину плиты конструктивно назначают примерно $^1/_6$ расстояния между колоннами и уточняют расчетом. Основным недостатком такого вида фундамента является большой расход бетонной смеси и арматуры.

Ребристые фундаменты состоят из плитных и стеновых элементов и применяются для повышения жесткости здания, а при высоте более 2 м и для использования подземного пространства в качестве технических этажей. Ребра устраивают только по осям рядов колонн. Толщину и высоту ребра назначают расчетом и из тех же условий, как и в ленточных фундаментах под ряды колонн.

Для обеспечения термической трещиностойкости массивных фундаментных плит объемом до 14 000 м^3 без разбивки на отдельные технологические блоки рекомендуется применять метод непрерывной укладки высокоподвижной и самоуплотняющейся смеси из модифицированных бетонов с низкой экзотермией, содержащих поликомпонентные модификаторы, разработанные в НИИЖБ.

Коробчатые фундаменты имеют наибольшую жесткость, но минусом является большой расход материалов и сложное изготовление. Поэтому такие

фундаменты рекомендуют возводить только в некоторых случаях и при технико-экономическом обосновании.

При армировании полых коробчатых фундаментов, как и всех других сплошных фундаментов, должны соблюдаться следующие общие конструктивные требования:

- Сплошные плитные фундаменты лучше армировать унифицированными сварными сетками и каркасами (рис. 3*б*);

- армирование без сваривания и нахлеста из каркасов и сеток отдельными стержнями при помощи обжимных элементов или муфтами;

- сетки в каждой плоскости должны укладываться без нахлестки в нерабочем направлении;

- стыки рабочих стержней сеток рекомендуется устраивать внахлестку без сварки.

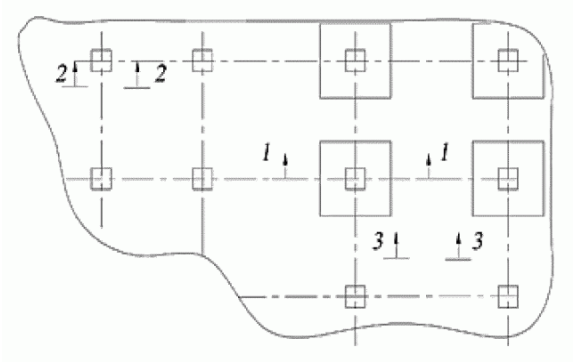


Рис. 2. Фрагмент плана сплошного фундамента

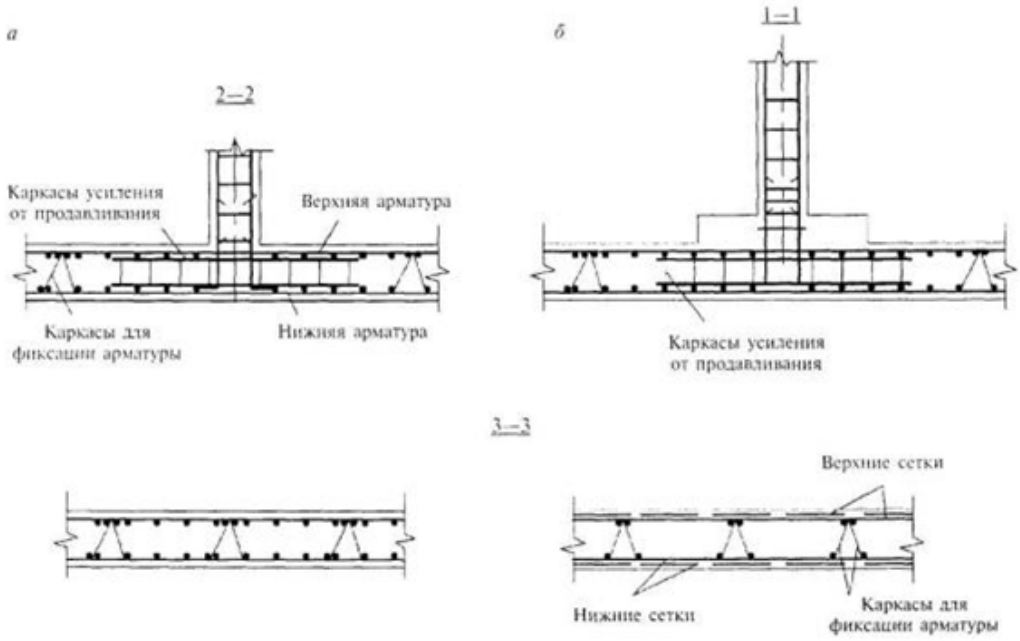


Рис. 3. Армирование сплошных плоских фундаментов:
а – армирование вязаной арматурой; б – армирование сварными сетками

В предыдущей работе [3] были определены трудозатраты на технологические операции для плоской и ребристой плиты, которые представлены ниже в таблице, для каждого вида фундамента.

Таблица

Сравнение параметров

Толщина фундамента, мм / Параметры	800	300+1200
Арматура, т	34,2	31,4
Опалубка, м2	182,4	1422
Бетонная смесь, м3	561,6	371,4
Трудозатраты, чел.*час	637,96	1537,74
З/П, руб.	449,1	1075,06

В данной работе рассматривается вариант сплошной фундаментной плиты коробчатого сечения, где в пустотах будет закладываться пустотообразователь из пенопласта. Главный плюс пенопласта – это нетрудоемкое и относительно недорогое заполнение пустот и также выполнение функции несъемной опалубки, что уменьшает трудоемкость возведения двухъярусной конструкции опалубки (в варианте с ребристой фундаментной плитой). Также можно отметить следующие достоинства:

1) уменьшение собственного веса фундамента и снижение расхода материалов (до 30%) для ее возведения;

2) уменьшение затрат на бетононасосы и другие механизмы, а значит уменьшение количества вредных выбросов.

Таким образом, учитывая вышеперечисленные преимущества, можно сделать вывод, что данный вариант сплошной фундаментной плиты можно рассматривать в перспективе как альтернативу ребристой фундаментной плите. Экономия строительных материалов, возможное уменьшение толщины фундамента, экономия времени, требуемое для доставки строительных материалов (затраты на работы бетононасосов и на другие механизмы, необходимые для производства работ), так же снижает сметную стоимость.

1. Тихонов И.Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий. Пособие по проектированию / И.Н. Тихонов. – Москва: Изд-во НИЦ «Строительство», 2007. – 49 с.

2. СП 63.13330.2012. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции: актуализированная редакция СНиП 52-01-2003: утв. приказом министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России)

от 29 декабря 2011 г. № 635/8. – Введ. 01.01.2013. – Москва: НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, 2013 – 113 с.

3. Амиров, Э.Э. Оценка влияния толщины палубы на трудоёмкость и материалоёмкость в ребристом фундаменте / Амиров Э.Э., Крупин П.Д. // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции Вологда: в 3 т. – ВоГУ, 2018. Том I.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФОТОГРАММЕТРИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СЪЕМКИ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА

И.Е. Быков, А.А. Хмелёв
Научный руководитель ***Н.М. Дементьев****, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Современное строительное производство состоит из большого количества процессов, которые необходимо контролировать для соблюдения качества выполняемых работ. Один из видов такого контроля – это исполнительная съёмка, которая выполняется с помощью геодезических приборов. Её результатом становится исполнительная схема. Для заказчика, зачастую человека, который не имеет опыта в строительстве, тяжело разобраться в инженерных схемах, проектной документации и т.д. Поэтому необходим достаточно наглядный и обладающий данными для анализа вид визуализации.

Традиционная фотофиксация или видеосъёмка не могут дать полной картины об объекте, поэтому мы решили обратиться к альтернативным вариантам.

В наше время существуют две наиболее распространённые альтернативы – это фотограмметрия и лазерное сканирование.

В ходе работ мы поставили перед собой цель – исследование возможностей создания точных моделей строительных объектов с помощью фотограмметрии или лазерного сканирования, а также возможность и целесообразность их использования и непосредственное создание моделей для наглядной демонстрации возможностей программного обеспечения.

Главными задачами исследования стало изучение существующего программного обеспечения по обработке и созданию 3D-модели на основе фотографии.

В последние годы в отрасли произошел технологический прорыв – это лазерное сканирование. Лазерное сканирование – технология, позволяющая получать трёхмерное изображение строительных объектов с помощью специальных геодезических приборов, строящих модель посредством сканирования

поверхностей лазерным лучом с максимальной скоростью и точностью. Один лазерный сканер может измерять точное расстояние в миллион пространственных точек в секунду, создавая облако точек, которое можно использовать для создания сложных 3D-моделей [1]. К сожалению, в то время как сканирование для BIM-моделей является привлекательной идеей в теории, на практике существует ряд проблем. Лазерное сканирование часто может быть очень дорогостоящим, стоимость сканирующего оборудования 1,5–7 млн руб. Лазерные сканеры являются чувствительными, высокоточными инструментами, которые часто арендуются на краткосрочной основе и используются квалифицированными специалистами. Сам процесс лазерного сканирования не так прост, как кажется. Поэтому во многих случаях требуется более доступный, экономически эффективный подход, например, фотограмметрия.

Фотограмметрия – привлекательный набор для BIM, т.к. он предлагает большинство преимуществ лазерного сканирования, при этом имеет малочисленные недостатки. Фотограмметрия – это наука о проведении измерений по фотографии. Фотограмметрическое сканирование – информация о каждой фотографии записывается в специальный файл: высота, угол поворота камеры, данные долготы и широты. Программа использует технологии машинного зрения и фотограмметрии для нахождения общих точек на многих фотографиях. В результате каждому пикселю на фотографии находится цветовое соответствие на других фотографиях. Преимуществом фотограмметрии является возможность получения высокоточных данных, используя обычные цифровые камеры для фото. Таким образом нет необходимости арендовать дорогое оборудование или нанимать специалистов операторов. Стоит отметить, что при фотограмметрии используют специфичное программное обеспечение, где требуются высокопроизводительное оборудование и узконаправленный специалист, но в настоящее время, это наиболее экономически выгодный вариант.

В нашей работе был рассмотрен вопрос о выборе программного комплекса для фотограмметрии. Лидерами в данной области являются несколько программ, которые имеют свои достоинства и недостатки, а также специфику работы при обработке данных. Это такие программы, как Autodesk Remake, Agisoft Photoscan, Reality Capture и другие.

В ходе многочисленных проб в создании 3D-моделей на основе фотографии, мы остановились на наиболее удобном для нас и массовом в использовании продукте, Agisoft Photoscan. Это программа позволяет создать объемную модель сооружения, нужный этап в строительстве, с необходимым качеством и нужной точностью, за сравнительно небольшое время.

За основу 3D-модели было взято здание на улице Мохова, 43. Были сделаны 197 фотографий со всех ракурсов и позиций по тем правилам, которые рекомендует Agisoft для создания качественной модели [2]. Фотосъемка велась на смартфон с 12-мегапиксельной камерой. Оценить точность и качество

модели с реальным объектом можно на рисунке 1. Для построения такой модели необходимы следующие действия. После съемки фотографии загружаем в программу. Выполняем обработку по выравниванию фотографии, где происходит калибровка и ориентация камер относительно объекта съемки для каждой фотографии. Следующий этап – построение плотного облака. PhotoScan, базируясь на предыдущем расчете по выравниванию камер, вычисляет карту глубины для каждой успешно откалиброванной камеры, строит плотное облако точек. Третий этап – построение полигональной модели объекта – заключается в том, что Agisoft Photoscan на основании построенного раннего плотного облака точек строит модель, которая описывает форму объекта, тем самым мы получаем первые очертания 3D-модели объекта. Заключительным этапом будет построение текстуры, которая дает модели законченный вид, можно производить необходимые замеры, смотреть отклонения, а также выполнять много других операций.



Рис. 1. Мохова 43. Сверху модель, полученная в Agisoft Photoscan, снизу фото с Google Street

В результате работы была построена модель здания с внутренней точностью 0,001 м. Здание, расположенное на Мохова, 43, имеет габариты 31,085 м х 16,194 м. Яндекс карты показывает размер 30,9 м х 16,0 м, что подтверждает, насколько точно можно создавать 3М-модели по фотографиям с использованием обычного телефона и специализированного ПО.

Также у нас была возможность сравнить точность измерений фотограмметрии и лазерного сканирования. На примере школы № 1, расположенной по адресу Зосимовская, 1, мы провели измерения на облаке точек, построенных на основе фотографии и лазерного сканера, результаты сравнения можно увидеть на рисунке 2.



Рис. 2. Слева модель, построенная с помощью лазерного сканирования, справа при помощи фотограмметрии

Ширина оконного проема, определенная по результатам лазерного сканирования составила 1,386 м, а при помощи фотограмметрии 1,38598 м. Сравним еще одно расстояние, полученное при помощи двух моделей. При снятии размеров с двух крайних окон, мы можем увидеть следующие результаты, рисунок 3.



Рис. 3. Расстояния между крайними окнами.
Слева модель, построенная с помощью лазерного сканирования,
справа при помощи фотограмметрии

При сравнении мы видим, что в модели полученной при помощи лазерного сканирования результат составил 14,333 м, а при фотограмметрии 14,286 м. Разность показателей в первом случае, с измерением ширины проемов, составила 0,0014%, а во втором случае, с измерением крайних окон, 0,3%. Можно сделать вывод о том, что фотограмметрия практически не уступает по точности более дорогому варианту – лазерному сканеру.

Произведенная нами работа показывает один из немногих вариантов применения фотограмметрии в строительстве. Используя смартфон и возмож-

ности современного ПО, можно добиться необходимой точности объекта, что позволяет производить контроль строительных и монтажных работ, а также сравнить фактическое построенное здание с проектом. Поэтому мы считаем, что это очень перспективная и имеющая большое будущее технология в строительной отрасли.

1. Все о 3D-сканерах: от разновидностей до применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://can-touch.ru/blog/vse-o-3d-skanerax/

2. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan – Professional Edition, версия 1.1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_1_ru.pdf

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ РЕКОНСТРУКЦИИ И ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

А.А. Дмитриева

Научный руководитель ***Д.А. Погодин****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Во время индустриального этапа развития производства строилось большое количество промышленных предприятий. Этого удалось достигнуть благодаря унификации и типизации как зданий в целом, так и их конструкций в частности. Во многих случаях возводились здания со схожим обликом, который не зависел от отраслевой принадлежности объекта. Это позволяло существенно увеличить темпы строительства, не привязываясь к внутреннему наполнению. В настоящий момент данная унификация является важным преимуществом и даёт возможность осуществлять перепрофилирование промышленных предприятий под объекты административного назначения.

Анализ литературы показал, что данная тема недостаточно рассмотрена со стороны современной нормативной базы, а статьи рассматривают перепрофилирование не на всех этапах составления и реализации проекта. В результате чего появляется необходимость систематизации информации, разработка наглядного представления последовательности перепрофилирования на всех этапах, увязка их между собой и действующими на данный момент нормативными требованиями.

В рамках исследования предполагается рассмотреть реконструкцию с перепрофилированием промышленных зданий на всех этапах организации и производства работ.

Задачами исследования являются:

- изучение опыта перепрофилирования промышленных зданий;

- изучение нормативных документов;

- анализ полученных данных и использование их для схематичного и наглядного представления этапов работ.

Перепрофилирование промышленного предприятия представляет собой шесть последовательных этапов:

1) предпроектный;

2) этап технической экспертизы;

3) составление проектной и рабочей документации;

4) смена назначения объекта;

5) реализация проекта;

6) ввод объекта в эксплуатацию.

Предпроектный этап – это функциональное исследование, проводимое на самой ранней фазе проектирования. Представляет собой разработку основной идеи и сбор первоначального комплекта документов. Составление технико-экономического обоснования позволяет оценить привлекательность проекта с инвестиционной точки зрения, продумать возможность его реализации. Возможно представление идеи в эскизной и демонстрационной форме. Данный этап не является обязательным, однако позволяет определиться с концепцией проекта, сопоставить данные об ожидаемых функциях и облике продукта.

На этапе технической экспертизы проводится общее и детальное инструментальное обследование объекта, которое, в свою очередь, может быть сплошным или выборочным. Основной целью экспертизы является определение состояния несущих конструкций, оценка морального и физического износа и, как результат, – вывод о целесообразности и возможности проведения реконструкции здания.

После изучения состояния здания и его конструктивных элементов выдается техническое заключение, становится возможным выполнение работ по составлению проектной и рабочей документации. Со стороны нормативный базы нет регулирования в четкой очередности разработки этих этапов. Они ведутся либо параллельно – тогда процесс разработки называется одностадийным, либо последовательно, когда сначала готовится проектная, а потом рабочая документация – двустадийный этап. Процесс, в котором работы ведутся последовательно и включают в себя предпроектный этап, называется трехстадийным.

Проектная документация содержит в себе графическую и текстовую часть, составляется для прохождения государственной экспертизы и не содержит в себе данных, необходимых для выполнения работ по реконструкции. Она должна отражать все основные технические решения, чтобы обосновать техническую возможность перепрофилирования, оценить его безопасность и экономическую целесообразность.

Рабочая документация разрабатывается для выполнения технических решений и последующего контроля за их исполнением. Содержит в себе черте-

жи конструктивных узлов, профили инженерных сетей, спецификации оборудования, материалов и изделий, информацию для проведения строительно-монтажных работ, календарные планы, сметную стоимость. Состав и объем рабочей документации определяется заказчиком и зависит от конкретного перепрофилируемого объекта, заказчик в своем выборе ориентируется на Систему проектной документации для строительства (СПДС).

Смена назначения промышленных зданий возможна после составления и согласования проекта. Для получения разрешения на переоборудование здания необходимо подать заявление и приложить к нему документацию по проекту. Только после выдачи разрешения на перепрофилирование возможно выполнение работ, не допускается отклонение от утвержденных документов.

Схема описанных этапов реконструкции и перепрофилирования промышленных зданий представлена на рисунке 1.

На четвертом этапе начинается реализация проекта реконструкции и перепрофилирования. Выполнение работ должно соответствовать требованиям к качеству, последовательности и срокам, предусмотренным проектом. Необходим строительный контроль и государственный строительный надзор.

По завершении работ заказчик и подрядчик подписывают акт приемки работ, производится приемочный контроль представителем органа государственного строительного надзора. Подается заявление о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию, при отсутствии нарушений, выдается заключение о соответствии. Заключительным документом считается разрешение на ввод объекта в эксплуатацию, он подтверждает выполнение реконструкции с перепрофилированием в полном объеме и в соответствии с разработанным проектом. Схема пятого и шестого этапов реконструкции и перепрофилирования промышленных зданий представлена на рисунке 2.

В результате работы были рассмотрены и систематизированы основные этапы перепрофилирования и реконструкции промышленных зданий, изучена нормативная литература. Осознанный и грамотный подход к осуществлению перепрофилирования может сэкономить время и средства заказчика, а популяризация знаний в данной области даст возможность разместить в незадействованных промышленных зданиях необходимые району объекты административного назначения.

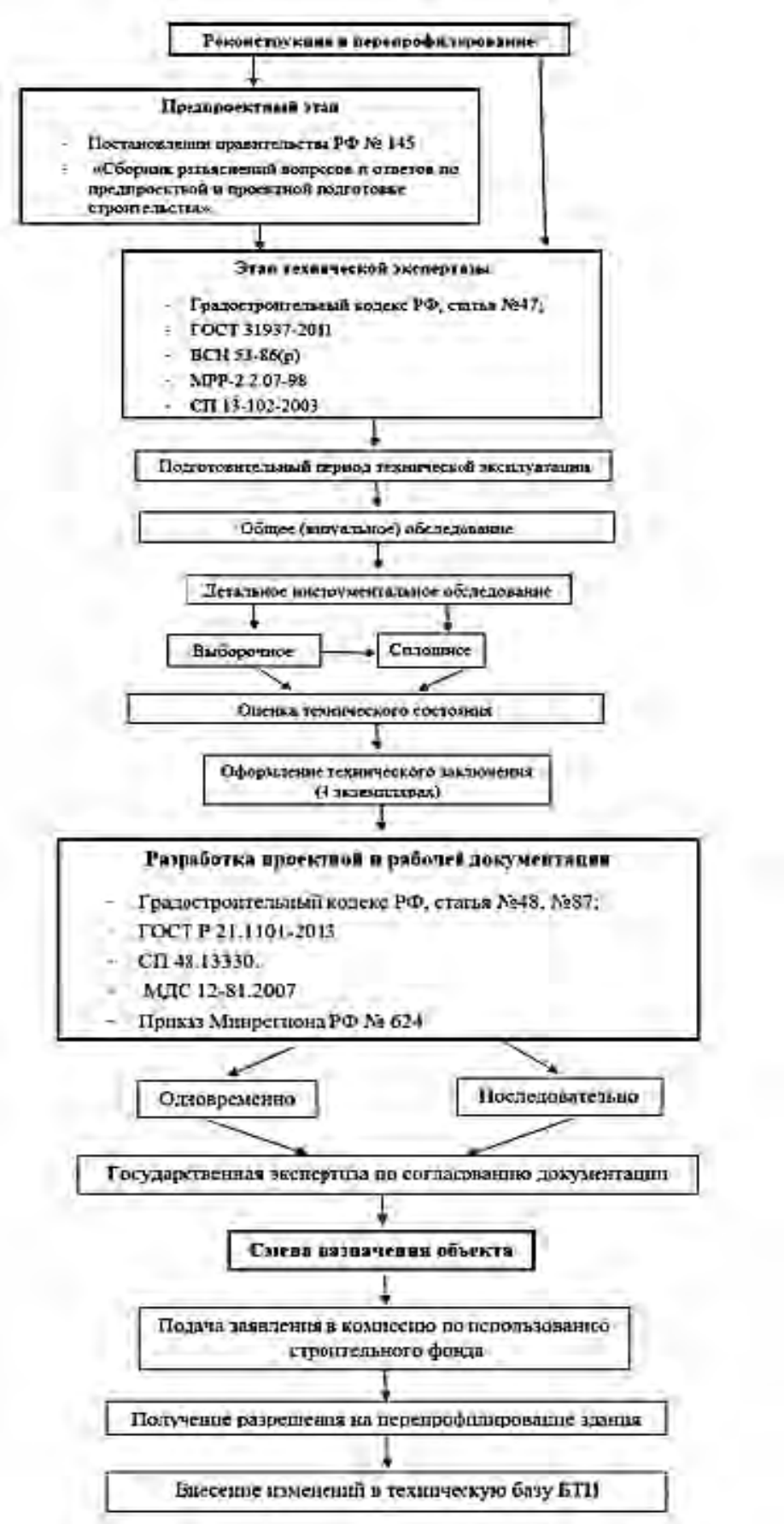


Рис. 1. Схема этапов реконструкции и перепрофилирования промышленных зданий

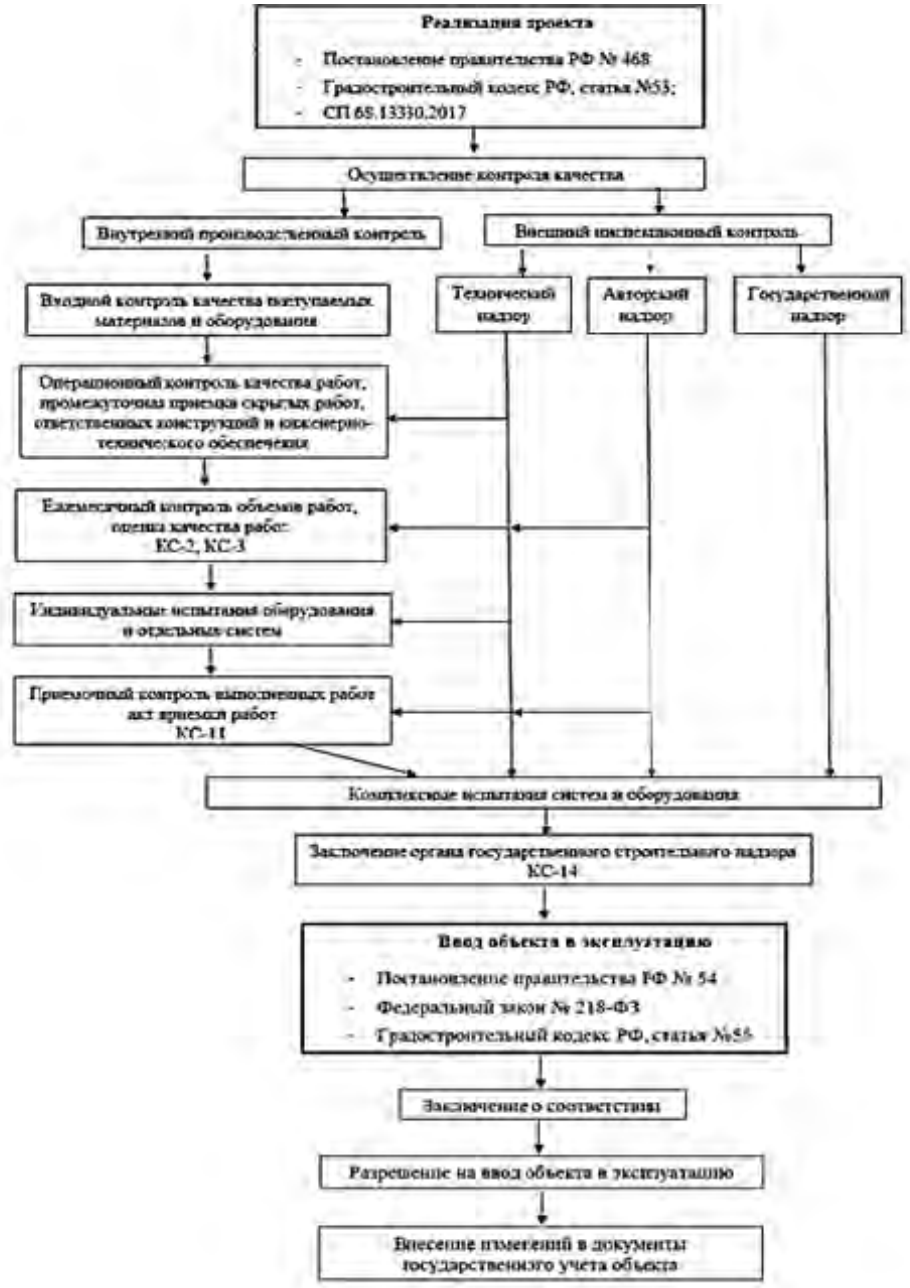


Рис. 2. Схема 5 и 6 этапов реконструкции и перепрофилирования промышленных зданий

1. СП 48.13330.2011. Свод правил. Организация строительства: актуализированная ред. СНиП 12-01-2004 [Электронный ресурс]: утв. 27.12.2010: введ. 20.05.2011 / Минрегион России // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

2. СП 13-102-2003. Свод правил. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс]: утв. 21.09.2003/ Госстрой России // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Д.В. Завгородняя
Научный руководитель ***Д.А. Заварин****, канд. экон. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Современное строительство нуждается в постоянном улучшении качества и повышения точности при производстве работ. Добиться этого позволяют новые технологии и передовые разработки. Строительные нивелиры, теодолиты и дальномеры давно применяются в строительстве для точных измерений, и все они совершенствуются, минимизируя погрешности. Но человеческий фактор может внести ошибку даже в самые точные измерения. Вследствие этого совершенствование приборов должно постепенно исключать участие человека в операциях, требующих высокой точности, оставляя ему возможность контроля и корректировки. Примером такой разработки может стать беспилотный летательный аппарат (БПЛА).

Целью исследовательской работы является рассмотрение БПЛА в строительной сфере. Для достижения цели необходимо в качестве задачи изучить, каким образом с помощью БПЛА можно решать вопросы в процессе строительства.

БПЛА являются достаточно востребованными и популярными, так как выполняют множество полезных функций. Многофункциональный БПЛА дает возможность контролировать территорию и объекты, проводить фото- и видеосъемку с большого расстояния, получать информацию об излучении, узнавать, что происходит при аварийных ситуациях, или использовать в военных целях. Также с помощью БПЛА выполняется инвентаризация объектов и осмотр лесного хозяйства, картографирование, составляются планы промышленных объектов, транспортной инфраструктуры, мониторинг охраняемой территории или опасной зоны, проектирование участка, наблюдение за ходом работ, рекламная съемка и многое другое [1]. Особую важность БПЛА представляют для работ в области строительства.

Сегодня на рынке представлено очень большое количество различных моделей БПЛА как отечественных, так и зарубежных производителей (рис. 1). Выбор аппарата зависит от области применения, назначения и возможностей. Одним из основных критериев гарантии выполнения поставленной им задачи является автономное позиционирование в пространстве.

Структурно процесс геодезических работ в строительстве можно разделить на следующие этапы:

1. Геодезические изыскания.
2. Геодезические работы в процессе строительства.

3. Исполнительные геодезические работы.

Наиболее активно БПЛА используются в геодезических изысканиях и при исполнительных геодезических работах в строительстве.

БПЛА для аэрофотосъемки осуществляет полет на заданной местности в автоматическом и полуавтоматическом режиме, получает высококачественные изображения с привязкой к географическим координатам. Фото и видеоданные, после обработки в специализированном программном обеспечении, служат основой для создания образно-знаковых моделей пространства в виде плоских, рельефных и объемных карт [2].



Рис. 1. Беспилотные летательные аппараты

В процессе строительства необходима кадастровая информация. Она включает в себя сведения о регистрации земельного участка, об уточнении границ. Для установления точных границ участка требуется разработка межевого плана – документа, в котором отображены все данные о границах и площадях исследуемого участка. Его оформление выполняется на основании обмера площади объектов, согласования границ и других мероприятий, которые можно выполнить с помощью БПЛА.

БПЛА позволяют специалистам создавать в кратчайшие сроки ортофотопланы, а впоследствии топографические планы высокой точности, матрицы высот местности и отдельных объектов. Строительство требует максимально точных данных и высококачественных снимков, которые получают беспилотники благодаря усовершенствованным целевым нагрузкам на электромагнитном подвесе с обеспеченным стабилизированным положением камер независимо от порывов ветра и других воздействующих факторов [3].

Для освоения новых участков на труднодоступных территориях или для слежения за процессом строительства также используются БПЛА. Более детальную информацию дают снимки с дрона, чем фото с земли. При такой съемке видна не только планировка строительных участков, но и прилегающих территорий и дорог, также съемка с БПЛА позволяет увидеть, что происходит на территориях ограниченного доступа.



Рис. 2. Съемка набережной реки Вологды 26.10.2018 с БПЛА

По материалам беспилотной съемки сегодня можно проводить не только мониторинг, но и контролировать ход строительства различных объектов (оценить степень готовности объекта, проанализировать повреждения). На рис. 2 представлены этапы строительных работ, по результатам аэрофотосъемки. Впоследствии можно создавать качественные фотопланы. Аэрофотосъемка, осуществляемая с БПЛА, позволяет отследить этапы возведения здания, прокладку необходимых коммуникаций и благоустройство прилегающих территорий. Очень полезной в таком случае будет функция зависания дрона на ранее заданных GPS-координатах и на нужной высоте.

Достоинства технологии мониторинга по материалам беспилотной съемки состоят в следующем:

1. Глобальный охват обследуемой территории.
2. Высокая детализация изображений объектов.
3. Меньшая стоимость дронов по сравнению с пилотируемыми аналогами.
4. Большая информативность и достоверность результатов дешифрирования.

Таким образом, внедрение БПЛА в строительство не осталось без внимания. В ходе исследования нами была проведена частичная съемка набережной реки Вологды, которая позволила сделать вывод о том, что использование БПЛА значительно упрощает проведение работ, сокращает временные затраты, повышает общую эффективность и позволяет выполнять множество поручений в целях строительства.

1. Завгородняя, Д.В. Способы управления беспилотными летательными аппаратами // Достижения вузовской науки 2018: сборник статей V Международногонаучно-исследовательского конкурса. – Пенза: Наука и Просвещение, 2018. – С. 155-158.

2. Завгородняя, Д.В. Использование ГНСС референцных станций для определения пространственных характеристик беспилотных летательных аппаратов // Инновационное развитие науки и образования: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Наука и Просвещение, 2018. – С. 260-264.

3. Асаул, М.А. Инновации в инвестиционно-строительной сфере / Асаул, М.А., Заварин, Д.А., Рыбнов, Е.И., Асаул, А.Н. – 1-е изд. – Москва: Юрайт, 2017. – 205 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ И ВЫБОР СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ПОД МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

В.А. Калабанов
Научный руководитель ***Е.А. Кабанов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время в России очевиден строительный подъём, характеризующийся проектированием и применением современных строительных технологий по монтажу свайных фундаментов. Частное домостроение все больше завоевывает строительную отрасль и становится все более актуальным в наше время. Каждый уважающий себя человек мечтает о своем загородном доме. В наши дни существует множество строительных компаний, которые предлагают свои услугу в сфере частного домостроения, но не каждая компания ознакомлена с правильной технологией монтажа определенного вида свайного фундамента. Эта необразованность не редко приводит к неблагоприятным последствиям.

Фундамент – самая важная часть дома, он воспринимает различные нагрузки и равномерно распределяет их по грунту, поэтому нужно с особой важностью отнестись к его строительству. Не редко строительство фундамента растягивается на длительный срок, поэтому тема свайного фундамента очень актуальна в наше время, ведь такой вид фундамента возможно возводить за одну рабочую смену и производить строительство дома в этот же день.

Целью работы является подбор и внедрение в строительство оптимального, наиболее выгодного с точки зрения ресурсоемкости в процессе строительства конструкции свайного фундамента в Вологодской области.

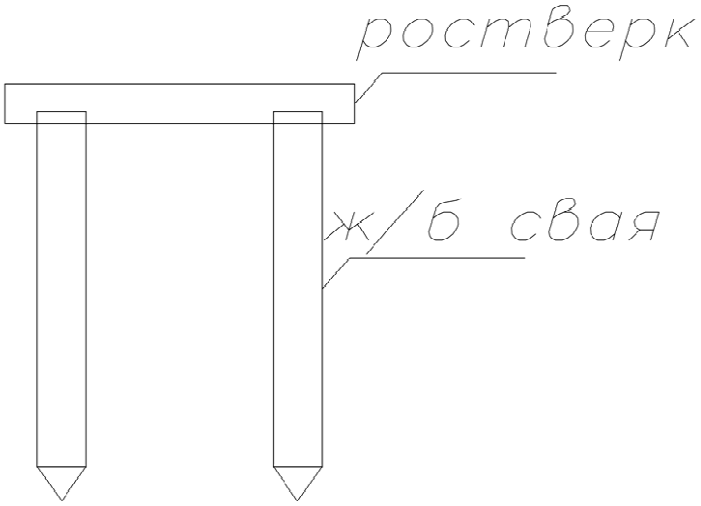
Задачи:

- сравнение трех технологий монтажа свайных фундаментов с применение специализированной техники;
- сравнение технико-экономических показателей свайных фундаментов;
- выбор наиболее оптимального свайного фундамента с точки зрения экономики и технологии монтажа.

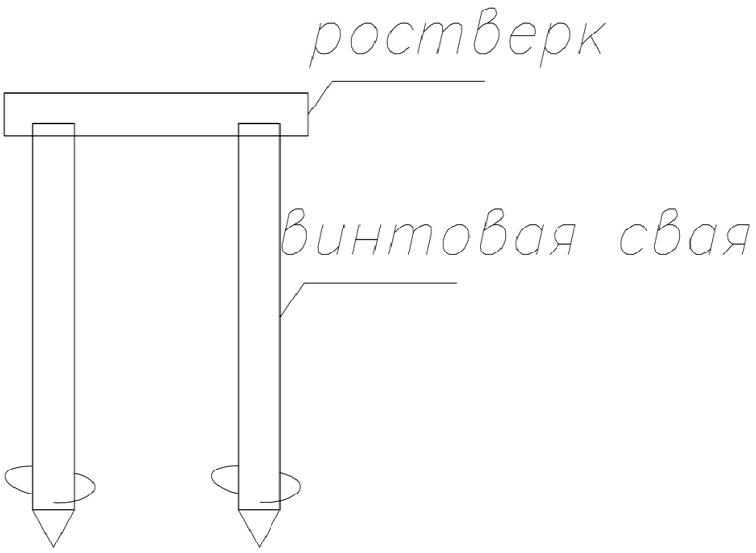
Актуальность данной работы заключается в том, что в процессе монтажа фундамента возможно сокращение трудоемкости и уменьшение общей оплаты труда рабочих, стоимость фундамента значительно уменьшается за счет выбора оптимального фундамента, скорость строительства увеличивается за счет применения новых свая-погружных установок.

Объектом исследования являются три вида свайного фундамента под малоэтажное строительство.

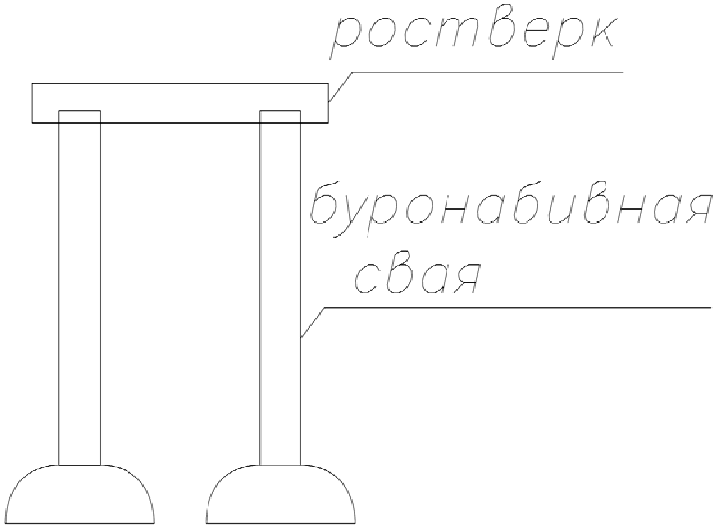
1. Из Ж/Б свай.



2. Из винтовых свай.



3. Из буронабивных свай.



В процессе исследования технологий монтажа свайных фундаментов использовались различные методы анализа научной документации, различных интернет-источников, научных публикаций, нормативных документов и стандартов.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Более подробно изучить материал и конструкцию сваи.
2. Произвести расчет технико-экономических показателей трех видов свайного фундамента.
3. По возможности внести в технологию монтажа определенные новшества, для более быстрого процесса строительства.
4. Постараться снизить затраты на различные виды работ.
5. Выбрать наиболее выгодный и эффективный свайный фундамент.

Каждая технология монтажа этих трех видов фундамента по своему уникальна. Рассмотрим некоторые преимущества:

1. Устройство фундамента за 1 день (кроме буронабивных свай).
2. Можно строить в день возведения (кроме буронабивных свай).
3. Высокая несущая способность.
4. Простота монтажа.
5. Применимость практически для любых видов грунта.
6. Высокий срок службы.

Но, как и у любого строительного материала, у свай есть и свои недостатки:

1. При монтаже нужно использовать специализированную технику.
2. Трудности с устройством подвального помещения.
3. Коррозия металла.

Нами были проанализированы средние цены под ключ на рынке Вологодской области для каждого из трех видов свайного фундамента. Результаты изысканий приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели цены свайного фундамента за штуку

Вид сваи	Длина сваи, мм	Диаметр сваи, мм	Цена, руб.
Железобетонная	3000	150	5500
Винтовая	3000	108	3300
Буронабивная	3000	200	6200

Срок гарантированной эксплуатации, по заявлениям производителей, у каждой сваи также различается и составляет:

1. Железобетонная свая более 100 лет.
2. Винтовая свая более 50 лет.
3. Буронабивная свая более 50 лет.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что свайный вид фундаментов нашел свое широкое применение в частном домостроении. Свайные фундамен-

ты обширно применяются при строительстве каркасных домов, домов из газобетона, профилированного бруса, небольших домов из оцилиндрованного бревна, хозяйственных построек, заборов, беседок и многое другое. Широкий спектр применимости свайных фундаментов позволяет строителям все чаще использовать данный вид фундамента в определенных нуждах.

Таким образом, проанализировав данный материал, изучив технологии монтажа, произведя определенные виды расчетов можно суверенностью сказать, что данный вид фундамента не заменим и экономически целесообразен в малоэтажном строительстве.

1. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85

2. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений

3. Черешнев, И.В. Журнал «Технологии строительства». – 2014. – № 1–2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ardexpert.ru/article/147

4. Ермолова, Е.В. Ресурсосбережение в проектировании фундаментов / Е.В. Ермолова // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции: материалы научно-практической конференции (Петрозаводск, 17 апреля 2013 г.). – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. – 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ И ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Куражова

Научный руководитель ***Д.А. Заварин****, канд. экон. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Город – сложный механизм, включающий в себя различные структуры, которые тесно взаимосвязаны друг с другом. Для совершенствования данных структур необходимо выполнять множество различных технико-технологических процессов. Для городского строительства крайне необходимо определять координатные и высотные характеристики зданий и сооружений. Данный процесс осуществляется путем привязки к геодезическим пунктам, имеющим планово-высотное обоснование.

Цель данной работы заключается в исследовании состояния геодезической сети города Вологды и Вологодской области.

Задачи:

1. Определить основные способы закрепления геодезических пунктов на территории города и области на современном этапе.

2. Определить сохранность геодезической сети города Вологды и Вологодской области.

3. Рассмотреть пространственное распределение и плотность геодезических пунктов на территории города Вологды и Вологодской области.

На территории Вологодской области геодезическая основа представлена государственной геодезической сетью, которая содержит различные постоянные (стенные знаки; стенные реперы; пункты полигонометрии; объекты с известными координатами) и временные геодезические пункты.

Территория города Вологды включает в себя все виды геодезических пунктов (табл. 1). Большую часть пунктов сети составляют стенные знаки [1].

Таблица 1

Геодезические пункты города Вологды

Название геодезического пункта	Количество
Пункты полигонометрии	604
Стенные знаки	961
Стенные реперы	226
Объекты с известными координатами	11
Временные пункты	355
Всего:	2157



Рис. 1. Схема расположения пунктов на территории города Вологды

Но, несмотря на достаточное количество пунктов, они, по ряду причин, уничтожаются.

В рамках исследования геодезической сети города Вологды был проведен анализ сохранности пунктов по данным каталога и их фактического наличия на произвольном участке города Вологды 1 на 1 км. Учитывались все пункты (табл. 2) (рис. 2).

Таблица 2

Сравнение данных каталога и фактического наличия

Название геодезического пункта	Количество пунктов по каталогу	Количество пунктов по факту
Пункты полигонометрии	16	0
Стенные знаки	32	26
Стенные реперы	2	2
Объекты с известными координатами	1	1
Временные пункты	0	0
Всего:	49	29

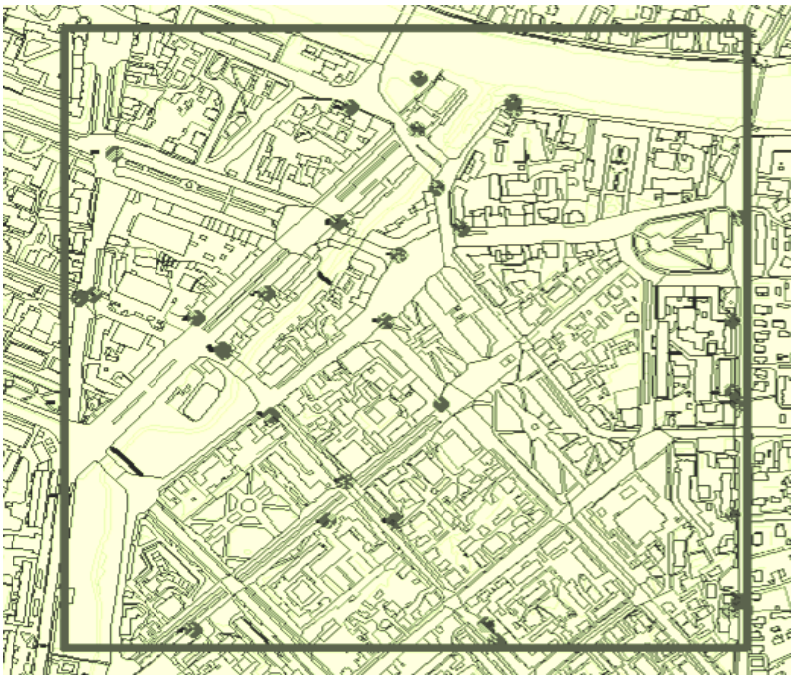


Рис. 2. Схема расположения пунктов центральной части города Вологды

Исходя из сведений, приведенных в таблице 2, можно сделать вывод, что количество пунктов из каталога значительно отличается от их наличия на выбранном участке. Из 49 пунктов на местности обнаружено только 29 [2].

Также исследовалась плотность распределения сети. Для данного анализа была рассмотрена вся территория города Вологды и вся территория области, учитывались все пункты государственной сети (рис. 1, 3).

Исходя из сведений, представленных на схеме (рис. 1), можно сделать вывод, что основная часть пунктов находится в центральной части города, где располагается большая часть жилой застройки и общественно-деловые зоны. Это позволяет беспрепятственно проводить геодезические работы при развитии инфраструктуры города.

Ближе к границе плотность становится несколько меньше. Так, например, в южной и юго-западной частях города Вологды ведется постоянная застройка микрорайонов, где плотность пунктов недостаточна. Максимальное расстояние между пунктами сети 3,5 км, минимальное – 0,7 км. В среднем по городу плотность составляет 5 пунктов на 1 кв. км [3].

На территории Вологодской области закреплено 2129 пунктов государственной геодезической сети. Пункты распределены по области равномерно, с достаточной плотностью (длина стороны хода от 5 до 25 км). Количество пунктов незначительно уменьшается только у границы с южной стороны, также пунктов нет в местах расположения крупных водоемов (оз. Белое, оз. Кубенское, оз. Воже). Максимальное расстояние между пунктами государственной геодезической сети 57 км, минимальное – 1,8 км. Плотность – 0,01 пункт на кв. км [4].

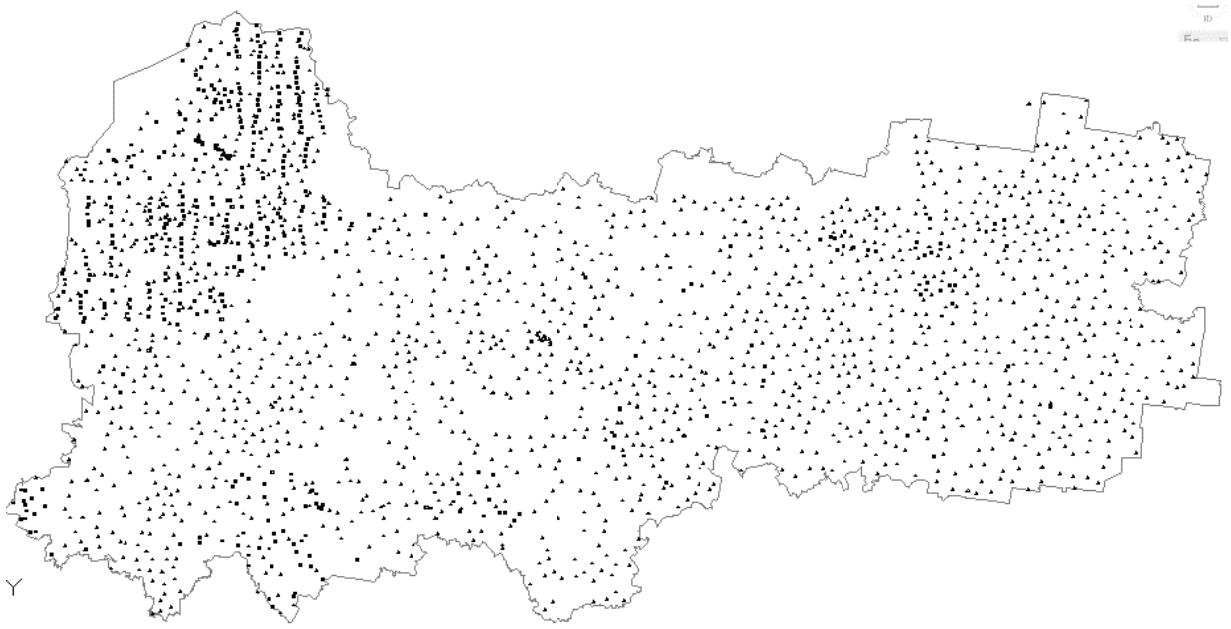


Рис. 1. Схема расположения пунктов государственной геодезической сети на территории Вологодской области

Но, не смотря на соответствие плотности пунктов нормативам, использование их на малозастроенной территории крайне затруднено. Для проведения теодолитной съемки с использованием электронного тахеометра допустимая максимальная длина хода – 6 км, а среднее расстояние между пунктами по области – от 8–10 км. То есть при использовании данного метода будет нарушен норматив проведения съемки и снижена нормативная точность измерения. В данном случае решением проблемы может послужить использование ГНСС-оборудования. Данное оборудование позволяет производить измерения на расстояние 30–50 км от исходных пунктов в режиме «кинематика», (ГНСС-приемник остается неподвижным длительное время 5–20 минут), с точностью до нескольких сантиметров, а в районах с хорошо развитой инфраструктурой и с наличием сотовой связи возможно использование режима RTK (ГНСС-приемник остается неподвижным непродолжительное время 10–30 секунд) [5].

Но ГНСС-технологии зачастую сложно использовать в городской среде в связи с высокой застройкой и большим количеством электромагнитных помех в виде антенн, вышек сотовой связи и систем глушения радиосигнала на режимных объектах. Поэтому на застроенных территориях целесообразно использование теодолитной съемки с помощью электронного тахеометра [6].

Также одной из проблем является то, что на данном этапе развитие геодезической сети практически не производится. Но возможным решением проблемы является развитие сети базовых референц-станций с использованием ГНСС-технологий. На данный момент на территории Вологодской области установлено 35 базовых станций.

Таким образом, можно сделать вывод, что на территории города Вологды и Вологодской области пункты государственной геодезической сети расположены равномерно и с достаточной плотностью. Это позволяет производить геодезические и строительные работы с помощью ГНСС-оборудования в режиме «статика» по всей территории области, а также с помощью электронного тахеометра на территориях крупных населенных пунктов.

1. Куражова, Ю.В. Геодезические сети городов на современном этапе / Ю.В. Куражова // Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы: сборник статей IV Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 238-241.

2. Куражова, Ю.В. Сохранность геодезической сети города Вологды / Ю.В. Куражова // Инновационные технологии в науке и образовании сборник статей VI Международной научно-практической конференции: в 2 ч. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 274-278.

3. Куражова, Ю.В. Исследование пространственного распределения геодезических пунктов на территории города Вологды / Ю.В. Куражова // Наука среди нас. – 2017 . – №6 (30) . – С. 91-94.

4. Куражова, Ю.В. Исследование государственной геодезической сети Вологодской области при геодезических измерениях в кадастре / Ю.В. Куражова // Инновационное развитие науки и образования: сборник статей II Международной научно-практической конференции: в 2 ч. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 269-272.

5. Заварин, Д.А. Механизмы стимулирования инноваций в строительстве / Д.А. Заварин // Экономика строительства. – 2014 . – № 6 (30). – С. 22-31.

6. Стеблева, И.В. Использование ГНСС технологий при выполнении комплексных кадастровых работ / И.В. Стеблева // Лучшая студенческая статья 2018: сборник статей XV Международного научно-исследовательского конкурса. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 354-357.

ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ ОБРУШЕНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КАРКАСОМ

Ю.А. Ночевалова
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В современном мире до сих пор происходят обрушения зданий и сооружений, это приводит к огромной гибели людей, а также экономическим потерям. Такие происшествия могут быть вызваны целым рядом причин, в числе которых можно выделить 3 группы: природные явления, техногенные воздействия и человеческие факторы. Причем выход из строя одной строительной конструкции может повлечь за собой обрушение здания в целом. Вследствие этого возникает прогрессирующее обрушение (ПО).

Название «прогрессирующее» носит такое обрушение, при котором повреждение какой-либо конструкции или ее участка в итоге приводит к обрушению всего здания или значительной его части. Примером этого может послужить разрушение крыши Басманного рынка в Москве. Вследствие обрыва одного из тросов, которые поддерживали железобетонную «висячую» оболочку, обрушилось покрытие. Трагедия привела к гибели 68 человек, 39 человек оказались ранеными. Причиной обрушения купола «Трансвааль-парка» в Москве стал выход из строя одной колонны. В результате погибли 28 человек.

Так как риск возникновения лавинообразного разрушения велик, необходимо производить расчеты на прогрессирующее обрушение здания с целью обеспечения безопасности людей. Это подтверждается требованиями, изложенными в ФЗ-384 и ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований». При этом допускается не производить этот расчет, если будут предусматриваться меры защиты, направленные на предотвращение ПО сооружения или его части.

Но нормативная база по расчету на прогрессирующее обрушение разработана только для высотных и большепролетных зданий, хотя, как прописано в ГОСТ, здания с нормальным уровнем ответственности (КС-2) с массовым пребыванием людей тоже должны иметь этот расчет. В дополнение к этому, рекомендации по защите от ПО созданы для крупнопанельных, жилых каркасных, монолитных, а также для зданий с несущими кирпичными стенами, а для зданий с металлическим каркасом таких документов пока нет.

В связи с этим существует острая потребность в разработке точной методики расчета, нормативной документации, а также рекомендациях и мероприятиях по недопущению лавинообразного разрушения. Поэтому выбранная мной тема особенно актуальна.

Наряду с расчетом на ПО, нужно выявить, какие способы усиления будут наиболее эффективны. На данный момент возможны следующие варианты:

- сделать более прочным всё здание целиком;
- усилить элементы, наиболее подверженные разрушению;
- обеспечить взаимосвязь элементов.

Отдельное усиление конструкций является наиболее трудоемким, так как необходимо представлять, какое именно воздействие послужит причиной обрушения.

Для исследования на прогрессирующее обрушение было выбрано административное четырехэтажное здание с подвалом, конструктивная схема которого представляет собой металлические поперечные рамы с монолитными перекрытиями, жестко связанными между собой.

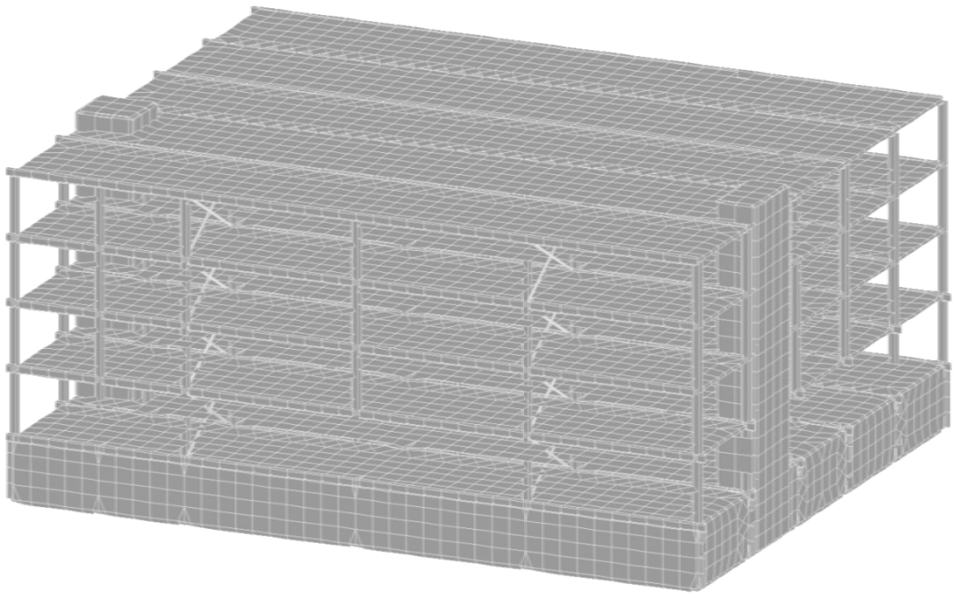


Рис. 1. Расчетная модель здания

Расчет будет выполняться при помощи ПК «SCAD Office 21.1». Он подразделяется на два этапа. Первый выполняется в следующей последовательности:

1) статический пространственный расчет рамы каркаса для определения усилий, деформаций и напряжений конструкций при нормальных условиях эксплуатации;
2) выбор невыгодных сочетаний усилий;
3) на основе РСУ подбор арматуры для монолитного перекрытия, фундаментной плиты, а также сечений металлопроката ригелей и колонн;
4) проверка принятых сечений.

Второй этап:

1) выбор удаляемых элементов конструкций (в данном исследовании из работы будут исключены колонны крайнего и среднего ряда, балка на первом и третьем этаже);
2) составление проверочной комбинации нагрузок, состоящей из постоянных и длительных нагрузок;
3) формирование группы нагрузок, в которой определяется вес обрушившихся конструкций;

4) вводится коэффициент динамичности, чтобы учесть внезапное удаление элемента, обычно принимается равным двум;

5) устанавливается коэффициент перегрузки, учитывающий внезапное обрушение удаляемых из расчета конструкций, принимается равным единице.

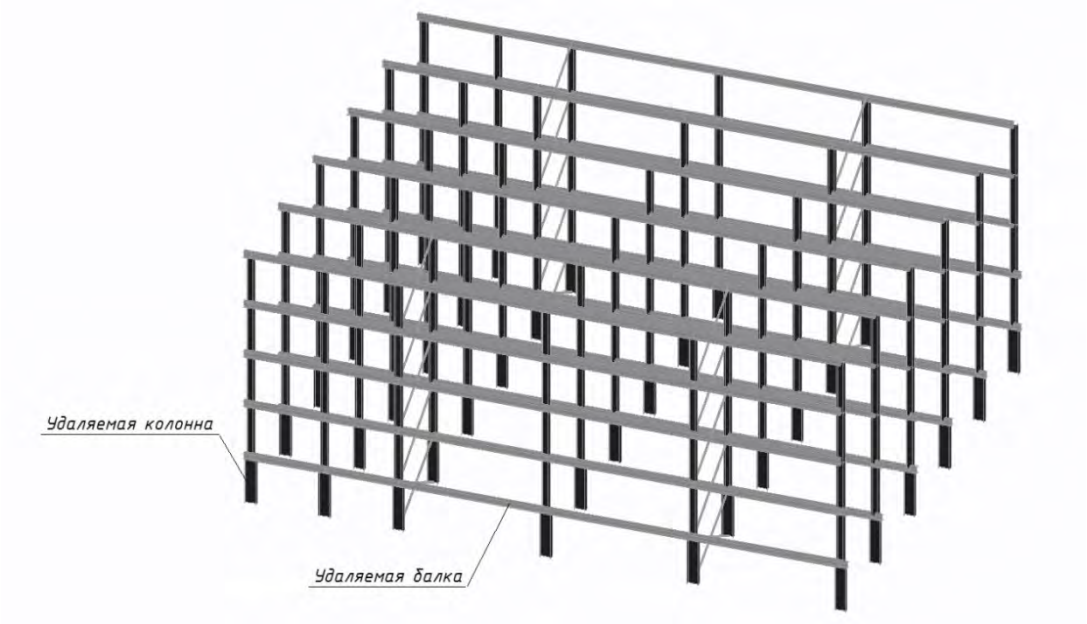


Рис. 2. Схема удаляемых элементов

После выполнения расчета результаты можно проанализировать в графической среде при помощи цветных шкал. Элементы разделены на три категории: работающие, вышедшие из строя, не попавшие ни в тот, ни другой интервал.

По результатам моделирования можно будет выявить, подвергается ли здание прогрессирующему обрушению. А в случае разрушения проанализировать наиболее слабые места конструкции с целью их дальнейшего усиления. После чего еще раз выполнить расчет для новой упрочненной модели.

1. СТО-008-02495342-2009. Стандарт организации. Предотвращение прогрессирующего обрушения железобетонных монолитных конструкций. Проектирование и расчет. – Введ.07.09.2009 г. – Москва: ЦНИИПромданий, 2009. – 21 с.

2. Снежко, А.Ю. Аварии зданий и сооружений. Причины и последствия / А.Ю. Снежко, А.А. Протасевич // Современные методы расчетов и обследований железобетонных и каменных конструкций : материалы 72-й студенческой научно-технической конференции. – Минск, 2016. – С. 63-73.

3. SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD++ : учеб. издание / В.С. Карпиловский [и др.]. – Москва: Изд-во СКАД СОФТ, 2015. – 848 с.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Е.С. Олейник, К.С. Олейник
Научные руководители: ***Е.А. Кабанов****, канд. техн. наук, доцент,*
Ю.С. Гаврилов*, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В современном мире актуален вопрос экономии энергетических ресурсов. Все больше людей переходят на застройку индивидуальными жилыми домами. Для быстроты возведения домов, а также удешевления строительства используется каркасное домостроение и применяются энергоэффективные ограждающие строительные материалы. Для малоэтажных индивидуальных домов характерно деревянное каркасное домостроение, которое набирает популярность в связи с развитием эффективных материалов для утепления, а также с применением установок, позволяющих повысить класс энергосбережения и понизить характеристики потребления энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию объектов.

Цель исследования: Определение влияния показателей, рассчитываемых в ходе составления энергопаспорта здания, на класс энергосбережения и характеристик расхода энергии на отопление и вентиляцию дома.

Задачи исследования: определить показатели, оказывающие наибольшее влияние на класс энергосбережения и характеристики потребления ресурсов.

Для исследования был взят каркасный дом с характеристиками: стойки каркаса 160 мм утеплены 40 мм PIR изнутри. Ограждающие конструкции – стеновые сэндвич-панели PIR толщиной 100 мм, облицованные с наружной стороны стекло магниевым листом толщиной 8 мм, с внутренней – гипсокартонными листами. Перекрытие первого этажа выполняется из деревянных лаг высотой 145 мм, уложенных над сэндвич-панелями PIR толщиной 60 мм без зазора и с покрытием из плиты OSB-3 толщиной 22 мм, пробковой подложки – 3 мм и паркетной доски – 15 мм. Между лагами устроена теплоизоляция PIR толщиной 120 мм с устройством воздушного зазора 25 мм. Кровля – PIR 120 мм, черепица, гипсокартон.

По [2] (Приложение Ж) был выполнен расчет приведенного сопротивления теплопередаче фрагментов теплозащитных оболочек здания. По методике, представленной в приложении, учитываются удельные потери теплоты через линейную неоднородность Вт/(м°С). По приложению Д был составлен энергетический паспорт проекта здания, и выяснены показатели, которые влияют на класс энергосбережения. Дальнейшее исследование состояло в изменении выбранных параметров и сравнении полученных класса энергосбережения и показателей энергетической нагрузки здания.

Для изначального расчета были взяты климатические параметры:

Район строительства: Вологда, относительная влажность воздуха: φв = 55%, тип помещения: жилые, расчетная температура внутреннего воздуха: tв = 21ºС, продолжительность отопительного периода 228 сут., ГСОП 5700.

Геометрические параметры:

Сумма площадей этажей здания 108,3 $м^2$, отапливаемый объем 301,99, коэффициент остеклённости фасада 0,31, показатель компактности здания 0,95, общая площадь наружных ограждающих конструкций здания 295,28, в том числе: стены 1. PIR- 68,14$м^2$, 2. дерево 30.16 $м^2$; окна и двери балконные 45,11 $м^2$, входные двери 2,24 $м^2$, кровля 82,53 $м^2$, пол 1 этажа 67,1 $м^2$.

При указанных параметрах получены значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций здания: стена – 2,851$м^2 \cdot ^\circ С/Вт$, окна и балконные двери – 1,42$м^2 \cdot ^\circ С/Вт$, входные двери и ворота – 2,037$м^2 \cdot ^\circ С/Вт$, кровля – 5,613$м^2 \cdot ^\circ С/Вт$, пол – 4,165$м^2 \cdot ^\circ С/Вт$.

Показатели вспомогательные: $К_{общ}$ – 0,335 $Вт/м^2$, $n_в$ – 1,76 ч-1, $q_{быт}$ – 15,04 $Вт/м^2$.

Удельные характеристики: $К_{об}$ – 0,319 $Вт/м^2 \cdot ^\circ С$, $К_{вент}$ – 0,549 $Вт/м^2 \cdot ^\circ С$, $К_{быт}$ – 0,216 $Вт/м^2 \cdot ^\circ С$, $К_{рад}$ – 0,048 $Вт/м^2 \cdot ^\circ С$.

Коэффициенты: ς – 1, ξ – 0,1, $к_{эф}$ – 0, ν – 0,8175, β_h – 1,05.

Комплексные показатели расхода тепловой энергии:

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:

$$q_{от}^{р}, Вт/м^2 \cdot ℃ \text{ -0,617.}$$

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:

$$q_{от}^{тр}, Вт/м^2 \cdot ℃ \text{ 0,548,}$$

Δq – 12,59%. Класс энергосбережения С – (нормальный).

Энергетические нагрузки здания: q – 235,36 кВт·ч/($м^3$·год),

$$Q_{от}^{год} \text{ – 25489,89; } Q_{общ}^{год} \text{ – 35864,02 кВт·ч/(}м^3\text{·год).}$$

Для сравнения влияния показателей были выбраны следующие показатели: $L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание , $n_{вент}$ – число часов работы механической вентиляции в течении недели, $n_{инф}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, τ1ок – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений, τ2ок –коэффициент, учитывающий затенение светового проема, $к_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора, v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам, за январь по [1].

Таблица 1

Показатели энергосбережения

	120	168	168	0,355	0,49	0	3,9
	Lвент	n вент	n инф	τ1ок	τ2ок	к эф	v
$\Delta q_{от}$	12,59	12,59	12,59	12,59	12,59	12,59	12,59
q	235,36	235,36	235,36	235,36	235,36	235,36	235,36
Q год,от	25489,9	25489,9	25489,89	25489,89	25489,89	25489,9	25489,89
Q год, общ	35864	35864	35864,02	35864,02	35864,02	35864	35864,02
Классэф.	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-

Таблица 2

Показатели энергосбережения с другими значениями показателей

	150	138	138	0,5	0,32	0,8	2
	Lвент	n вент	n инф	τ1ок	τ2ок	к эф	v
$\Delta q_{от}$	18.89	8,1	0,17	9,86	14,92	-13,5	0,93
q	248,52	225,97	209,4	229,65	240,22	180,82	210,99
Q год, от	26914,9	24472	22678,33	24870,6	26015,85	19582,4	22850,48
Q год, общ	37371	34786,9	32888,83	35864,02	35864,02	29056,2	33071
Класс эф.	D	C-	C	C-	C-	B	C

Таблица 3

Разница показателей

***	30	30	30	0,145	0,17	0,8	1,9
$\Delta q_{от}$	6,3	4,49	12,42	2,73	2,33	26,09	11,66
q	13,16	9,39	25,96	5,71	4,86	54,54	24,37
Q год, от	1425,01	1017,89	2811,56	619,29	525,96	5907,48	2639,41
Q год, общ	1506,95	1077,12	2975,19	0	0	6807,87	2793,02

*** на сколько изменен исследуемый показатель

Таблица 4

Изменение характеристик на единицу изменения показателя

$\Delta q_{от}$	0,21	0,14967	0,414	18,82759	13,70588	32,6125	6,136842
q	0,43867	0,313	0,865333	39,37931	28,58824	68,175	12,82632
Q год,от	47,5003	33,9297	93,71867	4270,966	3093,882	7384,35	1389,163
Qгод,общ	50,2317	35,904	99,173	0	0	8509,84	1470,011

Класс энергосбережения определялся по таблице 15 – Классы энергосбережения жилых и общественных зданий [2]

Вывод: Наибольшее влияние на класс энергосбережения оказывает коэффициент энергоэффективности рекуператора. На расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период и общие теплопоте-

ри здания за отопительный период оказывает показатель Lвент – количество приточного воздуха в здание.

1. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция взамен СНиП 23-01-99*.

2. СП 50.13330.2012 Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция взамен 23-02-2013.

3. СП 23-101-2004. Свод правил. Проектирование тепловой защиты зданий. Актуализированная редакция взамен СП 23-101-2000.

ИННОВАЦИИ В МЕЖЕВАНИИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И.В. Стеблева

Научный руководитель ***Д.А. Заварин****, канд. экон. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность темы. Сегодня огромными темпами развивается строительство объектов недвижимости. Одним из основополагающих факторов строительства является подбор месторасположения объекта, а именно вида разрешенного использования земельного участка. Нецелевое использование земель может привести к признанию постройки самостроем, отказу в оформлении права собственности на постройку или сносу постройки [1].

Основные виды разрешенного использования расположены в классификаторе и характеризуются целевым назначением участка. Это земли: сельскохозяйственного назначения, жилой застройки, для осуществления предпринимательской деятельности, рекреационные, производства, общего пользования и другие. Например, расположение газораспределительной станции и газопровода возможно на землях общего пользования. Определение вида разрешенного использования земельного участка возможно несколькими способами. Основными являются: получение выписки из Единого государственного реестра недвижимости (далее – ЕГРН) или использование такого ресурса, как публичная кадастровая карта на сайте Росреестра. Но для этого необходимо, чтобы участок стоял на кадастровом учете, то есть имел точное описание границ.

Известно, что на сегодняшний день почти половина земельных участков (около 30 миллионов), сведения о которых содержатся в едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН), не имеют точного описания границ, либо границы установлены ошибочно. Еще одной из важнейших нерешенных проблем на современном этапе развития земельно-имущественных отношений является отсутствие информации о границах ранее учтенных земельных участков, которые предоставлялись гражданам для ведения личного подсобного и

дачного хозяйства, садоводства и индивидуального жилищного строительства в первые годы действия закона о частной собственности на землю.

Рассмотрим пример – д. Исаково Вологодской области (рис. а). На карте видно, что только один участок поставлен на учет, остальные скорее всего относятся к ранее учтенным. Встает вопрос, как выбрать нужное место для строительства объекта недвижимости и при этом не занять чужой земельный участок. И другой пример д. Труфаново Вологодской области (рис. б). Все участки поставлены на учет, по карте легко определить описанные выше земли общего пользования. Следовательно, выбрать место для строительства, например, газораспределительной станции и самого газопровода не составит труда.

Для решения данной проблемы государством разработан эффективный механизм, позволяющий обеспечить подготовку и внесение в ЕГРН сведений о всем недвижимом имуществе – комплексные кадастровые работы (ККР).



а. *б.*

Рис. Количество земельных участков, поставленных на учет

Целью данной работы является рассмотрение вопросов, связанных с применением комплексных кадастровых работ при межевании земельных участков.

В рамках достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Рассмотреть организацию комплексных кадастровых работ и этапы их выполнения.

2. Проследить применение комплексных кадастровых работ в современных условиях.

Под комплексными кадастровыми работами понимаются кадастровые работы, которые выполняются одновременно в отношении всех объектов недвижимости, расположенных на территории одного или нескольких кадастровых кварталов [2].

Заказчиком комплексных кадастровых работ является уполномоченный орган местного самоуправления муниципального района или городского ок-

руга. Выполнение комплексных кадастровых работ осуществляется за счет средств Федерального бюджета, бюджетов муниципальных районов или городских округов. Исполнителем комплексных кадастровых работ выступает кадастровый инженер на основании контракта.

Проведение комплексных кадастровых работ выполняется в несколько этапов. Первый этап заключается в сборе необходимых документов и в извещении правообладателей объектов недвижимости. На втором этапе осуществляется определение местоположения границ земельных участков в соответствии с правоустанавливающими документами (проект межевания территории). Третий этап включает в себя подготовку проекта карты-плана территории и проведение согласования границ. Заключительный этап предполагает подготовку xml-схемы карты-плана территории и ее представление в орган кадастрового учета с заявлением о внесении сведений о земельных участках и местоположении на них зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства.

В 2017 г. комплексные кадастровые работы проведены в трех пилотных регионах – Республике Тыва, Белгородской и Астраханской областях. В данных регионах предусматривалось финансирование в объеме 58,14 млн руб., в том числе субсидии из федерального бюджета – 50 млн руб, на 2018 г. на проведение ККР в других регионах предполагается ровно вдвое больше.

В Республике Тыва, по сведениям заказчика работ, количество объектов недвижимости, сведения о которых включены в карты-планы территорий, составленные по результатам проведения ККР – 27 540 штук. Из них:

– количество уточненных на местности земельных участков – 6999;

– количество установленных и уточненных на местности объектов капитального строительства– 8312;

– количество образованных земельных участков – 186;

– количество объектов недвижимости, в отношении которых были исправлены реестровые ошибки в сведениях о местоположении границ – 12 043.

На территории Белгородской области ККР проводились на территории 7 пилотных муниципальных образований в отношении 68 кадастровых кварталов. В результате выполнения работ в Единый государственный реестр недвижимости внесены сведения о 6,7 тыс. объектах недвижимости, в том числе 5,3 тыс. земельных участках.

В территорию Астраханской области, на которой был реализован пилотный проект по проведению ККР в 2017 году, всего вошли 11 кадастровых кварталов общей площадью 474,5 га. По результатам комплексных кадастровых работ в настоящее время в ЕГРН одновременно внесены уточненные сведения о местоположении 2298 объектов недвижимости (в том числе с исправлением реестровых ошибок по границам участков).

Накопленный за время проведения пилотных проектов по проведению ККР опыт позволил Минэкономразвития России выделить ряд проблем, ме-

шающих полноценному применению ККР. Так, Федеральным законом «О кадастровой деятельности» установлено, что наличие утвержденного проекта межевания территории является необходимым условием для выполнения ККР. Вместе с тем Градостроительный кодекс описывает случаи разработки проекта. Таким образом, если участки не попадают в их число, такое необходимое условие для проведения ККР попросту не может быть соблюдено.

Законопроектом предлагается данное условие из федеральных законов «О кадастровой деятельности» и «О государственной регистрации недвижимости» исключить. Для облегчения и ускорения процедуры комплексных кадастровых работ установить возможность использования технических паспортов, оценочной и документации технической инвентаризации.

На 2018 год Росреестр заключил соглашения с 13 регионами на выполнение комплексных кадастровых работ. Соглашения подписаны с республиками Башкортостан, Коми, Мордовия, Саха (Якутия), Тыва, Забайкальским, Камчатским, Пермским, Хабаровским краями, Амурской, Вологодской, Псковской областями и городом федерального значения Севастополем.

На территории Вологодской области в 2018 году в трёх муниципальных районах (Харовском, Кичменгско-Городецком, Тотемском) проводятся комплексные кадастровые работы по уточнению местоположения границ земельных участков. В г. Харовске такие работы проводятся в отношении земельных участков, расположенных в восьми кадастровых кварталах: 35:12:0101003, 35:12:0101007, 35:12:0101009, 35:12:0101011, 35:12:0101012, 35:12:0101013, 35:12:0101014, 35:12:0101040. Исполнителем работ, с которым заключены муниципальные контракты, является ООО «Соколпроект». На территории Кичменгско-Городецкого муниципального района – в д. Княжигора, в Тотемском районе – в п. Советский (кадастровый квартал 35:14:0105003) и в д. Углицкая. Исполнителем работ в обоих случаях является ООО «Вологодские земельные ресурсы».

В 2018 году комплексные кадастровые работы будут выполнены в отношении примерно 40 тыс. объектов недвижимости. В 2017 году в перечень работ вошло около 34 тыс. объектов недвижимости [2].

Таким образом, в результате исследования нами были рассмотрены организация и этапы выполнения комплексных кадастровых работ, а также обозначено их применение на территории Российской Федерации и, в частности, в Вологодской области. Полученные результаты позволили выявить некоторые проблемы в области реализации комплексных кадастровых работ, которые в дальнейшем будут устранены путем внесения изменений в законодательную базу.

В целом можно сделать вывод, что проведение комплексных кадастровых работ повысит эффективность управления территориями, а также восполнит, дополнит, актуализирует информацию об объектах недвижимости. Результатом станет защищенность прав физических и юридических лиц на объекты

недвижимости. Комплексный характер работ выгоден не только с экономической точки зрения, но и необходим для повышения качества сведений, содержащихся в ЕГРН. А также комплексные кадастровые работы позволят повысить качество работ в смежных областях, таких как налогообложение объектов недвижимости и строительство различных объектов и сооружений.

1. Заварин, Д.А. Основные направления развития строительства на инновационной основе / Д.А. Заварин // Журнал Фундаментальные исследования. – Пенза: Издательский дом «Академия Естествознания», 2014. – С. 1805-1810.

2. Стеблева, И.В. Совершенствование процедуры кадастрового учета на примере внедрения комплексных кадастровых работ / И.В. Стеблева // Инновационное развитие науки и образования: сборник статей II Международной научно-практической конференции: в 2 ч. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – Ч. 1. – С. 265-268.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МЕЖКВАРТИРНЫХ ПЕРЕГОРОДОК

А.В. Щавина
Научный руководитель, ***А.А. Кочкин****, д-р техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Создание комфортных условий проживания – одна из главных задач городского строительства.

В последнее время требования к комфортности жилья резко возросли, поэтому остро встал вопрос существенного повышения звукоизоляции существующих стен и перегородок.

Проблема звукоизоляции встает как перед жителями квартир в застройках периода массового городского строительства, так и перед владельцами квартир в новостройках.

Цель исследования – поиск наиболее эффективного варианта повышения звукоизоляции межквартирных перегородок.

Задачи исследования:

- выявление причин недостаточной звукоизоляции межквартирных перегородок;
- систематизация и анализ материалов, предложенных на современном строительном рынке;
- оценка эффективности выбранных материалов по отдельным критериям.

Квартира в многоэтажном доме – это всегда множество окружающих шумов. Звукоизоляция межквартирных перегородок является важным этапом для создания уюта и комфортных условий в помещении.

Причинами недостаточной звукоизоляции межквартирных перегородок являются:

1. Повышение требований к уровню звукоизоляции межквартирных перегородок в соответствии с СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. Индекс изоляции воздушного шума межквартирных перегородок независимо от категории комфортности здания должен составлять не менее 52дБ[2].

2. Существенное повышение уровня шума в жилых многоквартирных домах в связи с увеличением числа бытовых источников шума в квартирах и совершенствованием их технических характеристик.

3. Стремление строить здания с наименьшими материальными и трудовыми затратами, что обуславливает использование массивных акустически однородных конструкций недостаточной плотности и толщины.

4. Нарушение технологии возведения межквартирных перегородок (сквозные отверстия, щели в кладке, жёсткие связи).

Распространение звуковых волн не зависит от упругих характеристик материала, а определяется только массой ограждения [4].

Решение проблемы простым удвоением толщины ограждающей конструкции не является достаточно эффективным с акустической точки зрения, так как увеличение массы в 2 раза дает повышение звукоизоляции всего на 5–6 дБ [1]. Именно поэтому вопрос недостаточной изоляции от шума должен решаться путем устройства дополнительной звукоизоляции.

Дополнительная звукоизоляция может быть выполнена следующими способами:

1. Готовые звукоизолирующие панели.

2. Готовые звукоизолирующие системы.

3. Металлический каркас с укладкой плит из звукопоглощающих материалов, обшитый гипсокартонными листами повышенной плотности. Звукопоглощающий материал уменьшает провалы минимумов звукоизоляции, тем самым обуславливая дополнительную изоляцию от шума [3].

4. Шумоизоляционные мембраны в составе каркасной системы.

Современный ассортимент строительных магазинов предлагает немало материалов для борьбы с проникновением внешних шумов. В ходе работы выбраны материалы и конструкции, указанные в таблице 1.

Оценка эффективности выбранных материалов проведена по трём критериям:

- вес материала, который приходится на один квадратный метр;
- потеря полезной площади при дополнительной звукоизоляции перегородок;
- величина индекса дополнительной изоляции от воздушного шума.

Результаты анализа материалов по вышеперечисленным критериям представлены в таблице 2, таблице 3 и таблице 4 соответственно.

Таблица 1

Материалы, используемые для исследования

Материал	Производитель	Форма	Тип материала
PhoneStar	Германия	Панели	Целлюлозный каркас, заполненный минеральным наполнителем
Соноплат	Россия	Панели	Целлюлозный каркас, заполненный кварцевым минеральным наполнителем
SoundGuard Standart	Россия	Панели	Многослойный картонный профиль, заполненный минеральным кварцевым наполнителем
ЗИПС	Россия	Сэндвич-панели	ГКЛ и стекловолокно
Система «Тихий дом»	Россия	Панели	Акустический ГКЛ и минераловатная плита
Шуманет-БМ	Россия	Плиты	Базальтовая вата
Rockwool	Дания	Рулоны, плиты	Базальтовая вата
МаксФорте SoundPRO	Россия	Рулоны	Композитный волокнистый материал
Тексаунд	Испания	Мембраны	Минералы арагонита, полимерные составы в качестве связующего

Таблица 2

Сравнение материалов по весу на 1м^2

Материал	Вес, кг/м^2
PhoneStar	17,5
Соноплат	16,7
SoundGuard Standart	17,7
ЗИПС	26,4
Система «Тихий дом»	13,0
Шуманет-БМ	2,35
Rockwool	1,75
МаксФорте SoundPRO	2,3
Тексаунд	6,9

Таблица 3

Сравнение по потере полезной пощади

Материал	Собственная толщина, мм	Толщина в конструкции, мм	Потеря полезной площади при звукоизоляции 1 м перегородки, м^2
PhoneStar	12	24,5	0,0245
Соноплат	22	34,5	0,0345
SoundGuard Standart	12	24,5	0,0245
ЗИПС	53	53	0,053
Система «Тихий дом»	45	45	0,045

Окончание табл. 3

Материал	Собственная толщина, мм	Толщина в конструкции, мм	Потеря полезной площади при звукоизоляции 1 м перегородки, $м^2$
Шуманет-БМ	50	75	0,075
Rockwool	50	75	0,075
МаксФорте SoundPRO	12	20-30	0,02-0,03
Тексаунд	1,8	76,8	0,0768

Таблица 4

Сравнение по индексу дополнительной звукоизоляции

Материал	ΔR_w, дБ
PhoneStar	6-7
Соноплат	8-9
SoundGuard Standart	6-8
ЗИПС	11-16
Система «Тихий дом»	13
Шуманет-БМ	5-9
Rockwool	6-8
МаксФорте SoundPRO	9-11
Тексаунд	3-4

По результатам сравнительного анализа наибольшим звукоизолирующим эффектом обладают готовые звукоизолирующие системы. При использовании таких конструкций существенно упрощается монтаж, и сокращаются сроки проведения работ. Но данный способ повышения звукоизоляции межквартирных перегородок имеет существенный недостаток – значительные потери полезной площади, что в настоящее время имеет существенное значении. Кроме того, в ходе работы обнаружено, что эффективность звукоизолирующих мембран в качестве самостоятельных материалов слишком преувеличена. Данный материал работает только в составе грамотно спроектированных систем и его можно заменить более дешевыми материалами.

Поэтому наиболее эффективным вариантом способом является применение готовых звукоизоляционных панелей. В отличие от готовых систем монтаж таких конструкций усложняется только обшивкой из ГКЛ. А соотношение критериев «потеря полезной площади» и «индекс дополнительной звукоизоляции» при использовании панелей PhoneStar, Соноплат и SoundGuard Standart представляет собой оптимальное решение. К тому же панели выполнены из экологически чистого материала, который безопасен для здоровья человека.

1. СП 23-103-2003. Свод правил. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий: утв. Госстроем России 25.12.2003 №217. – Введ. 25.12.2003 – Москва: ФГУП ЦПП, 2004. – 72 с.

2. СП 51.13330.2011. Свод правил. Защита от шума: актуализированная редакция СНиП 23-03-2003: утв. Минрегионом РФ 28.12.2010 №825. – Введ. 20.05.2011 – Москва: ФГУП ЦПП, 2011. – 46 с.

3. Старцева, О.В. Теоретические и экспериментальные исследования звукоизоляции перегородок / О.В. Старцева, С.Н. Овсянников // Вестник ТГАСУ. – 2013. – № 2. – С. 176-184.

4. Прохождение звука через однослойные и многослойные ограждающие конструкции / В.Н. Бобылёв, В.А. Тишков, П.А. Гребнев [и др.] // Учёные записки физического факультета Московского университета. – 2017. – № 5. – С. 1750501

5. Тонкая звукоизоляция стен, потолка, пола PhoneStar [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа**:** https://phonestar.msk.ru.

6. Звукоизоляционные материалы Соноплат [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://sonoplat-trade.ru.

7. Звукоизоляция – материалы для звукоизоляции и шумоизоляции – завод SoundGuard [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://soundguard.ru/.

8. Шумоизоляция помещений различного назначения – AcousticGroup [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.acoustic.ru//

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ ОБЛАСТНОГО УЧИЛИЩА ИСКУССТВ И ХУДОЖЕСТВЕННЫХ РЕМЕСЕЛ ИМ. В.В. ВЕРЕЩАГИНА В Г. ЧЕРЕПОВЦЕ

А.Э. Иньков
Научный руководитель ***Ш.Э. Булгаков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Корпуса Череповецкого областного училища искусств и художественных ремесел им. В.В. Верещагина были построены в 1983 и 1988 гг., здание находится в эксплуатации более 30 лет. Капитального ремонта не проводилось. Во многих местах фасада отходит штукатурка, в кабинетах на стенах огромные трещины. В училище обучается более 600 человек в возрасте от 5 до 21 года. Поэтому необходимо обеспечить безопасность находящихся в помещениях людей и дальнейшую безаварийную работу здания.

Само здание имеет необычную форму и разную этажность в плане. Нами предложены решения для укрепления деформированных конструкций необычной формы.

При визуальном обследовании конструкций устанавливалось их фактическое техническое состояние по внешним признакам, выявления характера поверхностных повреждений (трещин), получение геометрической картины деформаций здания, которые привели к возникновению трещин. На самые большие трещины были установлены гипсовые маяки, за которыми наблюдали несколько недель.

В ходе обследования выявлены трещины в продольных и поперечных кирпичных стенах здания характерного очертания с шириной раскрытия до 5–6 мм с затуханием в стенах нижележащих этажей. Трещин на всю высоту здания не обнаружено. Такая картина является характерной для деформаций выгиба конструкций фундаментов. Подобные деформации имеют сезонный характер и могут возникать либо при пучении грунта, либо при вымораживании обводненного грунта под подошвой фундаментов. Это и явилось основной причиной возникновения трещин в кирпичных стенах, т. к. поверхностные воды из-за повреждения отмостки беспрепятственно попадали под подошву фундаментов. Еще одной причиной образования трещин явились грубые нарушения при устройстве бассейна в подвале и выемка грунта под подошвой фундаментных подушек. Расположение трещин в стенах точно соотносится с

местами расположения поврежденных участков отмостки и мест устройства бассейна и откопки фундаментных подушек.

После обработки результатов обследования в соответствии с [1, 2, 3] в зданиях по адресу г. Череповец, ул. Сталеваров, д. 34 и 34А были выданы следующие рекомендации для дальнейшей безаварийной эксплуатации.

1. Провести усиление в местах дефектов в соответствии с предложенными вариантами:

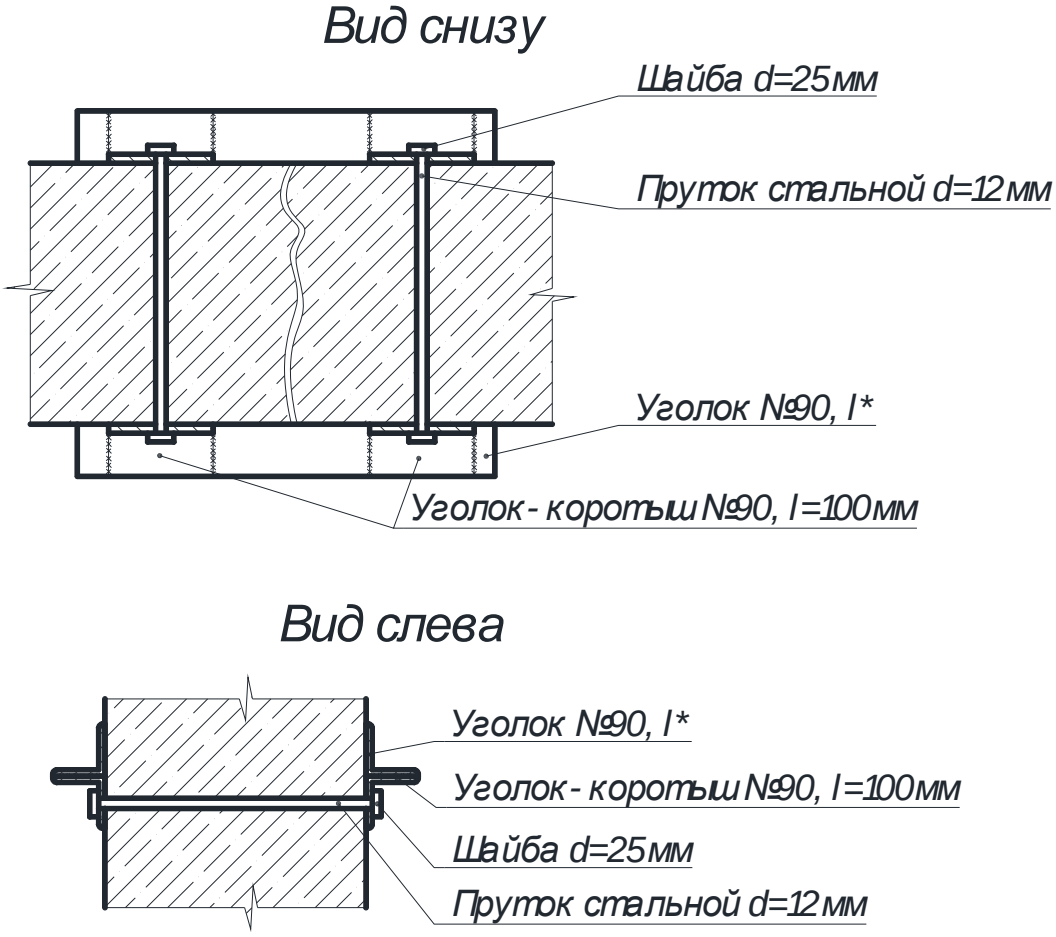


Схема 1. Принципиальная схема усиления для дефектов в несущих стенах
*Размеры подбираются по месту

Установка производится в следующей последовательности:

1) просверливается отверстие в кирпичной стене и в него пропускается стальной пруток;

2) уголки-коротыши привариваются к прутку сначала с одной стороны, потом со второй после предварительного прогрева прутка;

3) длинные уголки привариваются к коротышам после нагрева.

Нагрев в данном случае производится для обжатия закрепления.

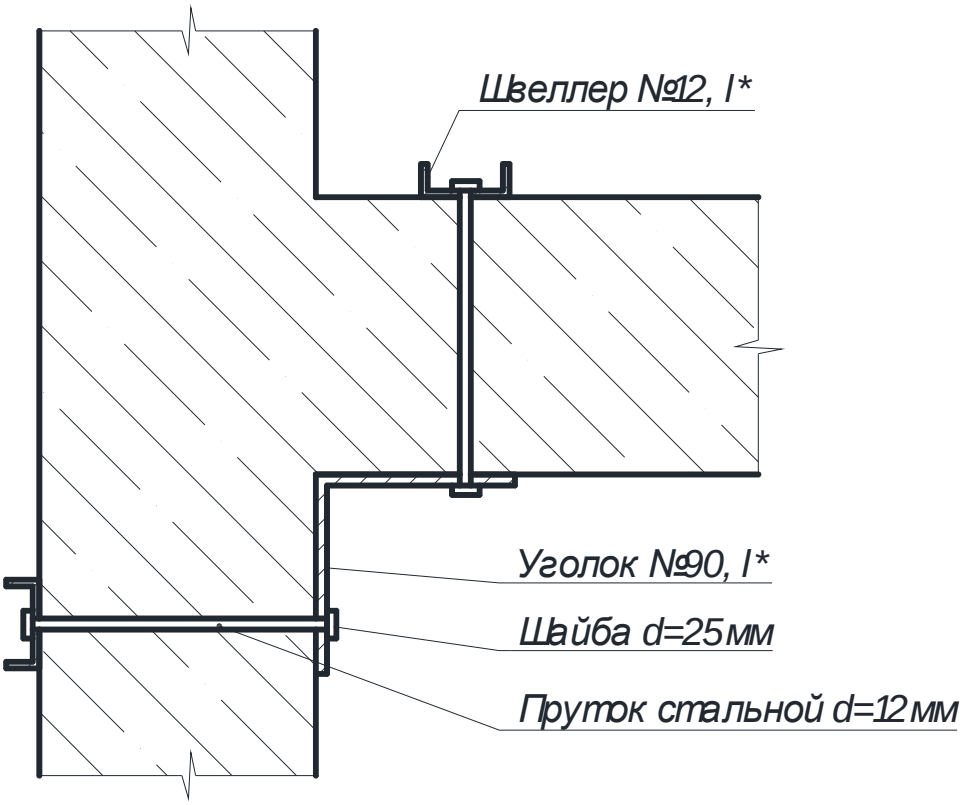


Схема 2. Принципиальная схема усиления на углу здания

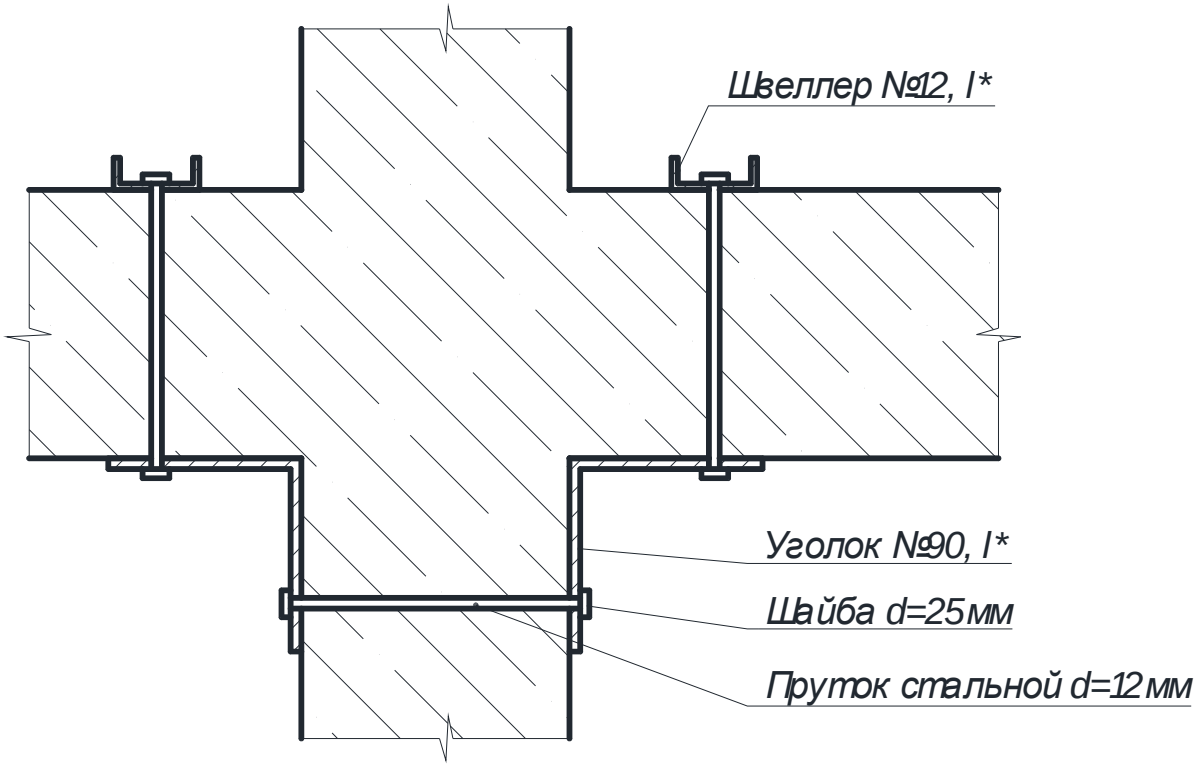


Схема 3. Принципиальная схема усиления для дефектов в местах примыкания внутренних стен к наружным

*Размеры подбираются по месту

2. После выполнения ремонтных работ трещины необходимо зачеканить мелкозернистым бетоном и затереть.

3. Необходимо восстановить передачу нагрузки на фундамент на всю поверхность подошвы. С этой целью необходимо очистить пространство под подошвой фундамента, по периметру подушки фундамента и с отступлением по 200 мм с каждой стороны установить опалубку высотой 400–500 мм и послойно забетонировать мелкозернистым бетоном подвижной консистенции с виброуплотнением. В процессе работы тщательно проконтролировать заполнение пустого пространства под подошвой.

4. Необходимо восстановить отмостку для обеспечения отвода поверхностной воды от фундаментов здания. С этой целью выборочно удалить по всему периметру здания разрушенную и поврежденную отмостку, откопать в этих местах фундаментные пазухи с последующей засыпкой песком с послойным уплотнением. Откопку можно выполнить вручную либо экскаватором. После этого восстановить отмостку шириной не менее 1 м и достаточной толщины с обязательным уклоном от здания.

5. По возможности засыпать бассейн песком с послойным уплотнением.

6. Отремонтировать фасады. Лучше с использованием современных технологий, например с применением навесных вентфасадов. До начала ремонтных работ выставить ограждение для предотвращения доступа к стенам здания.

7. Выполнить косметический ремонт внутри здания в местах выполнения ремонтных работ.

На основании результатов обследования было выдано следующее заключение: обследованные конструкции кирпичных стен здания находятся в ограничено работоспособном состоянии и частично в неработоспособном состоянии [4, 5]. Возможна дальнейшая эксплуатации здания при выполнении указанных рекомендаций и соблюдении сроков ремонта. Срок выполнения работ – ноябрь–декабрь 2018 г.

1. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. – Введ. 2001-01-01. – Москва: ЦНИИПромзданий, 2001.

2. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. – Введ. 2004-01-01. – Москва: ЦНИИпромзданий, 2004.

3. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов. – Введ. 1993-11-17. – Москва: ГосАрхСтройНадзора России, 1993.

4. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – Введ. 2003-08-21. – Москва: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004.

5. ГОСТ 15467-79 (СТ СЭВ 3519-81). Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1979-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2009.

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ БАЛОК ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ОЦИНКОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ

Д.А. Каберов
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На территории Вологодской области активно развиваются предприятия, производящие здания на основе тонкостенных оцинкованных профилей (далее ТОП), а также появилась необходимость внедрения новых конструктивных решений в рамках реализации в 2013–2020 гг. программы «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации». В 2017 году был введен в действие свод правил «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов» [1]. Он позволил применять ТОП в качестве несущих конструкций в строительных объектах, требующих государственной экспертизы проектной документации. Поэтому актуальной становится разработка балок составного сечения, имеющих в своей конструкции тонкостенные профили и профилированные листы.

Цель исследований – определение влияния различных параметров на несущую способность балок из ТОП и профилированных листов.

Задачи научной работы:

- изучение зарубежной и отечественной литературы на предмет конструктивных решений, патентный поиск;
- конструирование вариантов компоновки составных балок из ТОП и профилированных листов;
- расчет балок по СП 260.1325800.2016 [1] и СП 16.13330.2017 [2];
- анализ результатов, полученных по расчетам;
- приведение рекомендаций по применению.

В настоящей работе использовалась идея концентрации поперечных ребер жесткости в приопорных зонах, отраженная в патенте № 2544922 «Балка с континуально-подкрепленной стенкой» [3]. В патенте [3] заявлено, что применение поперечных ребер на участках интенсивных поперечных сил и/или крутящих моментов приводит к сокращению материалоемкости балки, а также повышению несущей способности.

Основой для конструирования вариантов балок служит сортамент АО «СКДМ». Для расчета произведен сбор нагрузок на балку покрытия пролетом 9 метров. Шаг балок 1 м, предполагается беспрогонное покрытие из панелей прямо по балкам. Установлены нормативная и расчетная погонные нагрузки.

Для сравнительного анализа отобраны коробчатые сечения, состоящие из ТОП из рулонной стали 08пс с цинковым покрытием холодной группы штам-

повки. Стенки выполнены из профилированных листов, расположенных таким образом, чтобы волны листа играли роль поперечных ребер жесткости.

Научной новизной является применение профилированных листов разного сечения с целью создания ребер жесткости в приопорных участках балок, а также их расчет по отечественной нормативной литературе [1]. Сравниваются балки с применением различных профилированных листов в качестве стенок коробчатого сечения (см. рисунок).

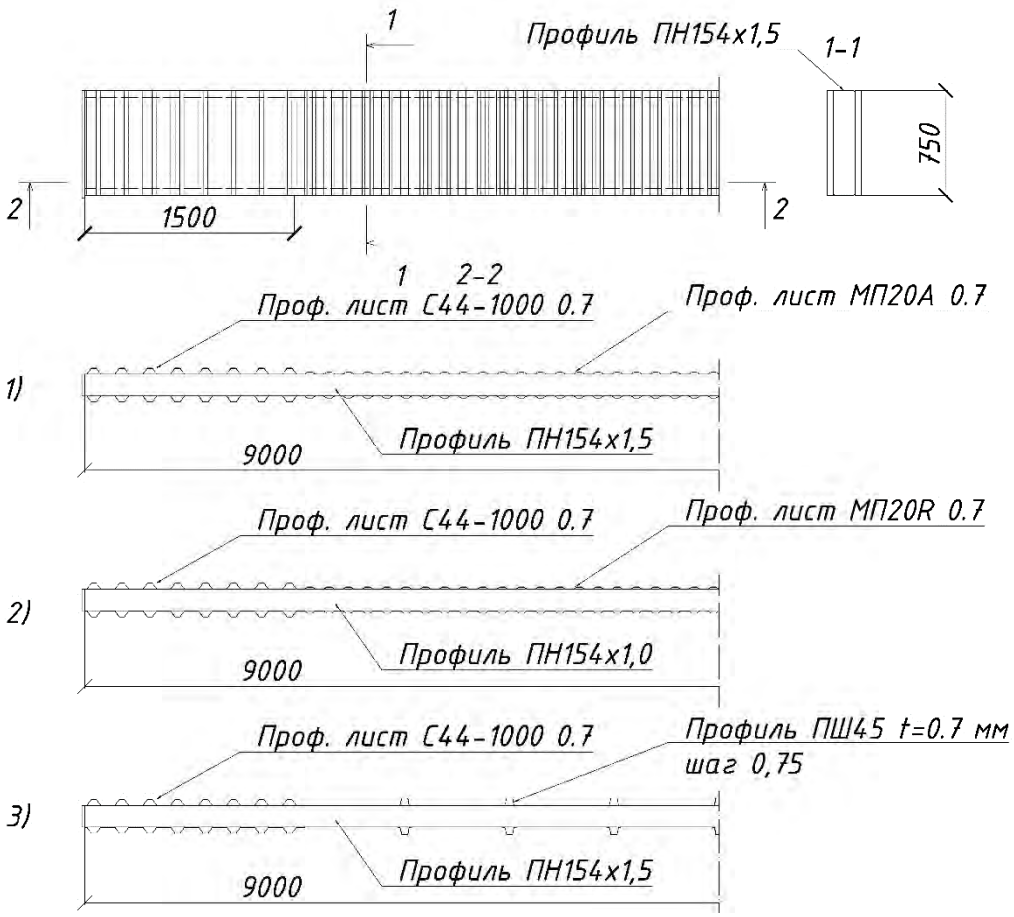


Рис. Варианты компоновки балок

Высота сечения предварительно вычислялась из условия жесткости, принята для всех вариантов 0,75 м.

Первый вариант компоновки балки выполнен из элементов:

- профиль ПН154х1,5 – пояса балки;
- профилированный лист С44-1000 0,7 – стенки балки в приопорных зонах;
- профилированный лист МП20А 0,7 – стенки балки в пролете.

Второй вариант компоновки балки выполнен из элементов:

- профиль ПН154х1,5 – верхний пояс балки;
- профиль ПН154х1,0 – нижний пояс балки;
- профилированный лист С44-1000 0,7 – стенки балки в приопорных зонах;

- профилированный лист МП20R 0,7 – стенки балки в пролете.

Третий вариант компоновки балки выполнен из элементов:

- профиль ПН154х1,5 – пояса балки;

- профилированный лист С44-1000 0,7 – стенки балки в приопорных зонах;

- рулонная сталь 08пс толщиной 0,7 мм – стенки балки в пролете;

- шляпный профиль ПШ45 толщиной 0,7 мм – ребра жесткости балки в пролете.

Геометрические характеристики для полного и редуцированного сечений балок определялись при помощи программы-сателлита ПК SCAD «Конструктор сечений».

Выполнялась проверка прочности поперечных сечений балок на изгиб в середине пролета согласно п. 7.7.3 [1], устойчивости опорной части балки из плоскости балки.

Эффективная площадь поперечных ребер жесткости балок, выполненных из профилированных листов, определялась согласно п. 7.3.3 [1].

Оценивались прогибы балок по второй группе предельных состояний.

По результатам выполненных расчетов произведен сравнительный анализ вариантов балок по критериям эффективности использования материала при проверке прочности на изгиб в середине сечения, металлоемкости, стоимости материалов, стоимости изготовления, прогибу. Соответствующие данные представлены таблице.

Таблица

Вариант компоноки / Параметры	1	2	3
Эффективность использования материала при проверке прочности на изгиб в середине пролета, %	94,3	98	94,9
Металлоемкость, кг	128,88	123,75	145,03
Стоимость материалов, тыс. руб.	9,180	8,730	8,652
Стоимость изготовления, тыс. руб.	2,300	2,300	2,200
Прогиб, мм	1,19	1,32	1,20

Выводы:

- в первом варианте компоновки балка имеет наименьший прогиб, однако она значительно уступает другим вариантам по остальным параметрам;

- во втором варианте компоновки балка обладает меньшей металлоемкостью по сравнению с остальными, прослеживаются оптимальные значения параметров;

- третий вариант экономичнее по стоимости материалов и стоимости изготовления;

- из соотношения эффективности использования материала и металлоемкости следует, что по критерию несущей способности (способности выдержать нагрузку, обеспечивая нормальное функционирование) лучший результат показывает второй вариант.

Балки второго варианта компоновки в перспективе найдут применение в качестве конструкций перекрытия и покрытия в сфере малоэтажного строительства, несущих конструкции мансардных надстроек при реконструкции, несущих конструкций блок-контейнеров, несущих конструкции зданий, строящихся в удаленных районах с неразвитой строительной инфраструктурой.

1. СП 260.1325800.2016. Свод правил. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 03.12.2016. – Введ. 04.06.2017 – Москва: ЦНИИПСК им. Мельникова, 2016 – 116 с.

2. СП 16.13330.2017. Свод правил. Стальные конструкции: актуализированная редакция СНиП II-23-81*: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 27.02.2017 №126/пр. – Введ. 28.08.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 148 с.

3. Пат. 2544922 Российская Федерация, МПК E04C. Балка с континуально-подкрепленной стенкой / И.С. Рыбкин. – № RU 2544922; заявл. 12.09.2013; опубл. 20.03.2015.

РАСЧЕТ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ПО ОСАДКЕ

И.А. Корепина
Научный руководитель ***В.С. Уткин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Щелевые фундаменты глубокого заложения рассчитывают по первой и второй группам предельных состояний. Основным для них является расчет по второй группе предельных состояний (по осадке), т.к. грунты таких оснований не должны допускать больших деформаций. Расчет по осадке производится по [1–4] в виде требования:

$$S \leq S_{пр}, \qquad (1)$$

где S – расчетное значение осадки фундамента, $S_{пр}$– предельное (допустимое) значение осадки фундамента.

По существующим нормам [2–4] значение несущей способности грунта основания N_d одностенчатого щелевого фундамента длиной 1 м определяют по формуле:

$$N_d = RA + 2\sum_{i=1}^{n} f_i(x)h_i, \quad (2)$$

где A – площадь фундамента шириной b, R – расчетное сопротивление грунта основания, $f_i(x)$ – расчетное сопротивление i-го слоя грунта на боковых поверхностях фундамента.

Однако нами установлено, что для щелевых фундаментов глубокого заложения распределение сил трения-сцепления по боковой поверхности тела фундамента происходит иначе. Расчетная схема работы щелевого фундамента глубокого заложения в грунте основания в соответствии с новым подходом представлена на рис. 1.

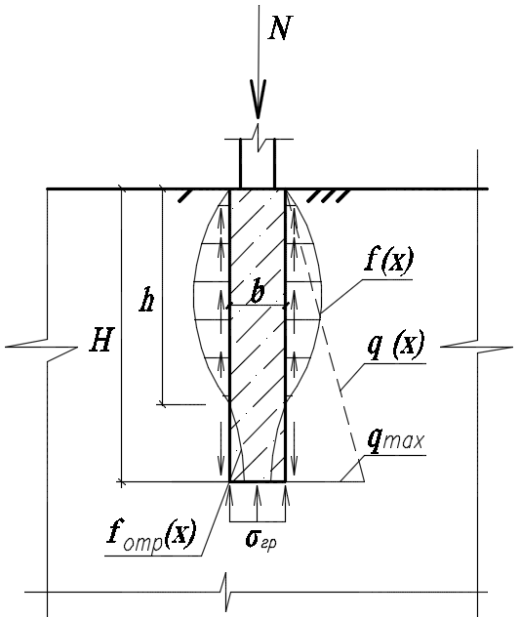


Рис. 1. Расчетная схема работы щелевого фундамента в однородном грунте основания в соответствии с новыми представлениями

Силы трения–сцепления $f(x)$ в условиях неподвижности фундамента возникают вследствие микроперемещений (деформаций) материала поверхностных слоев фундамента.

Рассмотрим один из вариантов расчета щелевого фундамента глубокого заложения на рис. 2 по условию (1), в котором нагрузка N воспринимается силами трения–сцепления $f(x)$ на боковых поверхностях фундамента. Значение h на фундаментах, где $\varepsilon = 0$ (см. рис. 2), устанавливается из результатов испытаний образца щелевого фундамента при расчетной нагрузке N с измерениями деформаций материала фундамента в отдельных его точках по высоте с помощью тензорезисторов [5].

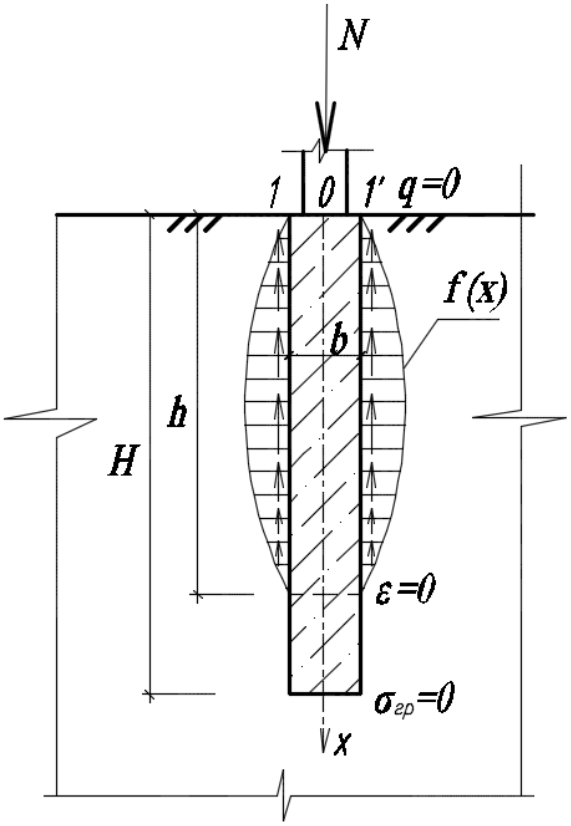


Рис. 2. Расчетная схема работы щелевого фундамента в грунте основания при $\sigma_{гр} = 0$

Из условия равновесия элемента фундамента по рис. 2 имеем расчетную формулу для определения несущей способности фундамента:

$$N = 2lb \int_0^h f(x)dx, \tag{3}$$

где l – длина фундамента, b – ширина фундамента.

Укорочение (осадка) фундамента, находящегося в покое, по всей его высоте h (см. рис. 2) будет:

$$S = \int_0^h \Delta dx = \int_0^h \frac{N(x)}{lbE} dx. \tag{4}$$

Выражение $N(x)$ можно получить из расчетной схемы по рис. 3 из условия равновесия элемента верхней части фундамента высотой x и длиной l.

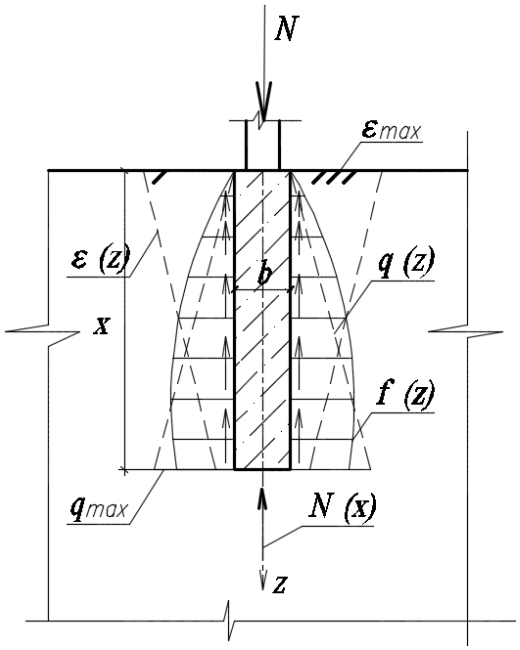


Рис. 3. Элемент верхней части фундамента произвольной высоты x

Рассмотрим верхний элемент фундамента длиной l и высотой x, который находится в равновесии под действием всех сил (вес элемента фундамента входит в значение N), как показано на рис. 3. Ось z направлена вниз. Из $\sum z = 0$ имеем:

$$N - N(x) - 2l\int_0^x f(z)dz = 0\,. \tag{5}$$

Учитывая непрерывность развития деформаций материала $\varepsilon(z)$ фундамента и непрерывность распределения давления грунта на боковую поверхность фундамента $q(z)$, представим силы трения–сцепления $f(z)$ в виде $f(z) = \varepsilon(z)q(z)\varphi_0$, где φ_0 – коэффициент, зависящий от вида грунта, качества поверхности фундамента и других параметров.

Представим $\varepsilon(z)$, изменяющимися по прямой $\varepsilon(z) = \varepsilon_{max}\frac{h-z}{h}$ по высоте фундамента, тогда функцию сил трения–сцепления можно представить выражением:

$$f(z) = \varepsilon_{max}\frac{h-z}{h}\gamma z\xi_0\varphi_0. \tag{6}$$

Подставляя (6) в (5), имеем $N - N(x) - 2l\varepsilon_{max}\gamma\xi_0\varphi_0\int_0^x \frac{h-z}{h}zdz = 0$ или с учетом $\varepsilon_{max} = N/AE$ после интегрирования и математических преобразований получим:

$$N(x) = N\left[1 - \frac{2l\gamma\xi_0\varphi_0}{AE}\left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3h}\right)\right]. \tag{7}$$

Выводы:

1. Предложена новая расчетная схема работы щелевого фундамента глубокого заложения.

2. Разработан метод расчета осадки щелевого фундамента глубокого заложения с учетом действительного распределения нагрузки по боковым поверхностям фундамента, находящегося в покое.

3. Рассмотрен вариант расчета щелевого фундамента глубокого заложения для условий применения фундаментов с наименьшей осадкой.

1. Силин, К.С. Проектирование фундаментов глубокого заложения / К.С. Силин, Н.М. Глотов, К.С. Завриев. – Москва: Транспорт, 1981. – 252 с.

2. ТКП 45–5. 01–39–2006 (02250). Фундаменты щелевые. Правила проектирования и устройства. – Введ. 2007–01–01. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2007. – 36 с.

3. Рекомендации по проектированию и строительству щелевых фундаментов. – Москва: НИИОСП Госстроя СССР: Изд-во стандартов, 1982. – 53 с.

4. СП 50–101–2004. Свод правил. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – Введ. 2011–05–20. – Москва: ФГУП ЦПП, 2011. – 70 с.

5. Землянский, А.А. Обследование и испытание зданий и сооружений: учебное пособие для вузов / А.А. Землянский. – Москва: АСВ, 2001. – 240 с.

6. Цытович, Н.А. Механика грунтов (краткий курс): учебник для вузов / Н.А. Цытович. – Москва: Высшая школа, 1979. – 272 с.

ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ

Н.А. Кузнецова
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время количество высотных зданий стабильно увеличивается по всему миру, в том числе и в России. Такие сооружения являются архитектурными доминантами в структуре города, а также имеют высокую экономическую и территориальную результативность. При проектировании высотных зданий необходимо учитывать динамические воздействия, которые, в свою очередь, в зависимости от геометрических и динамических характеристик здания способны вызвать резонансные колебания, дивергенцию, галопирование. Также особое внимание необходимо уделять безопасности объекта на стадии строительства и эксплуатации.

Целью данной работы является исследование напряженно-деформированного состояния здания при динамических воздействиях с учетом прогрессирующего обрушения. Ставятся следующие задачи: создание расчетной

схемы в ПК SCAD 21.1, выполнение расчета высотного здания, определение максимальных перемещений, собственных частот и форм колебаний, выполнение расчета на прогрессирующее обрушение, анализ полученных результатов.

Объект исследования – здание цилиндрической формы, размером в плане 30х30 м, высотой 112 м. Конструктивные схемы здания различны см. рис. 1: 1 вариант – металлический каркас с монолитными перекрытиями по проф. листу, 2 вариант – железобетонный каркас, 3 вариант – металлический каркас с монолитным ядром жесткости. Район строительства – г. Москва относится к I ветровому и III снеговому району, сейсмичность соответствует 6 баллам.



Рис. 1. Конструктивные схемы зданий

Для каждого варианта конструктивного решения здания был произведен подбор жесткостных характеристик сечений с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки [1] и сейсмического загружения [2]. Сценарии прогрессирующего обрушения были выбраны с учетом наиболее нагруженных элементов в соответствии с СП 296.1325800.2017 [3]. Первый сценарий – удаление колонны 1 этажа, второй сценарий – удаление части перекрытия, третий сценарий – удаление ядра жесткости в пределах 1 этажа, четвертый сценарий – удаление части балочной клетки, пятый сценарий – удаление колонны 2 этажа. Результаты расчета на прогрессирующее обрушение представлены на рис. 2–6. Если значение критического фактора меньше 0,9, то элементы устойчивы к обрушению. Для конструкций, которые исчерпали несущую способность, значение критический фактора будет больше 1,1. Остальные элементы, заключенные в пределах значений от 0,9 до 1,1, находятся в интервале неопределенности.

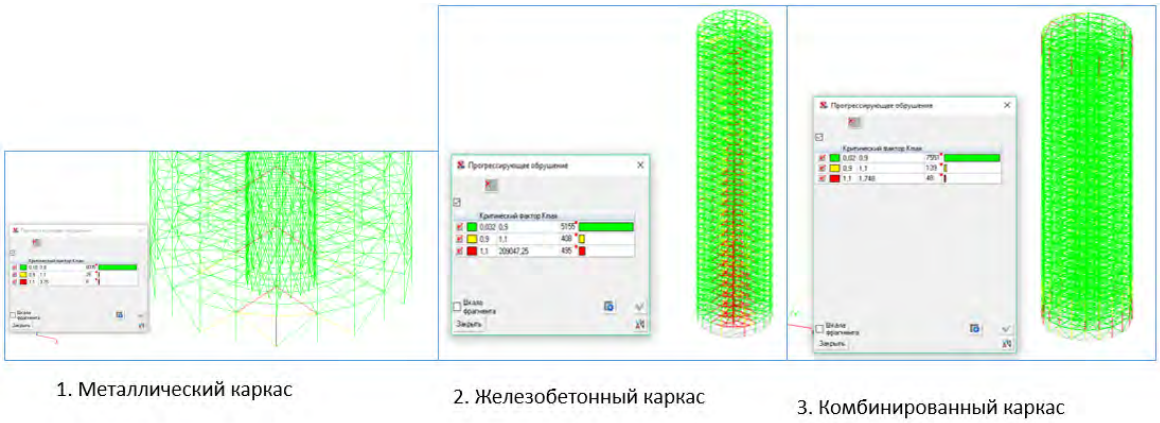


Рис. 2. Удаление колонны 1 этажа

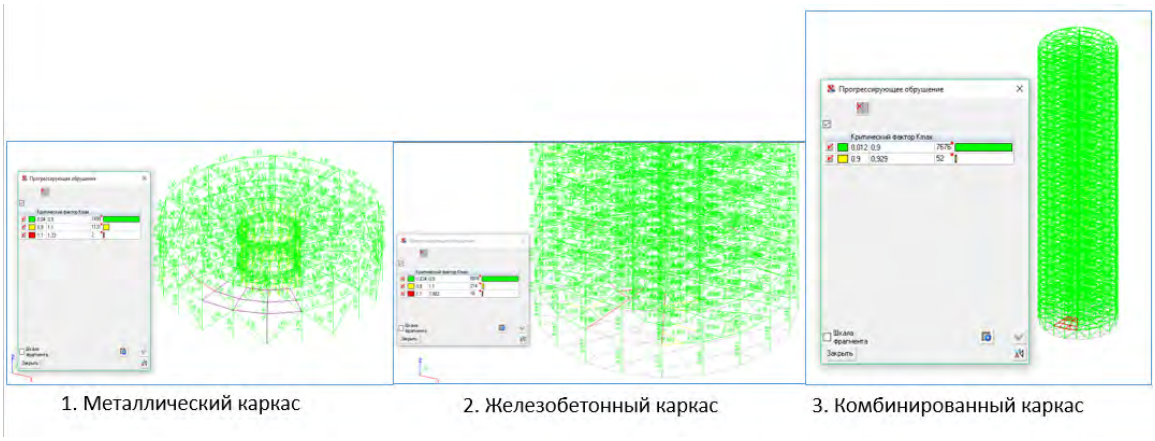


Рис. 3. Удаление части перекрытия

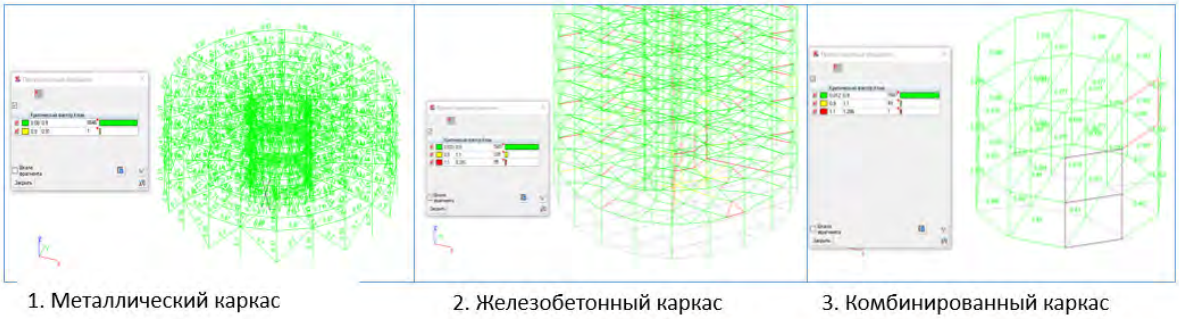


Рис. 4. Удаление ядра жесткости в пределах 1 этажа

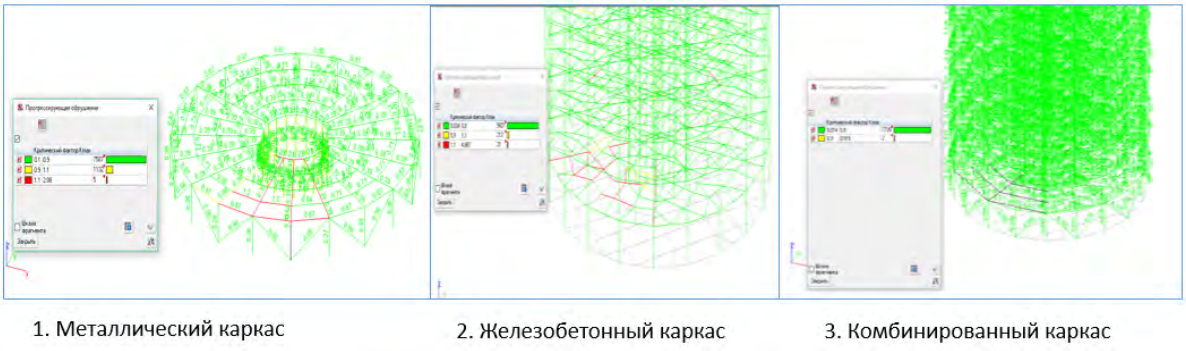


Рис. 5. Удаление части балочной клетки

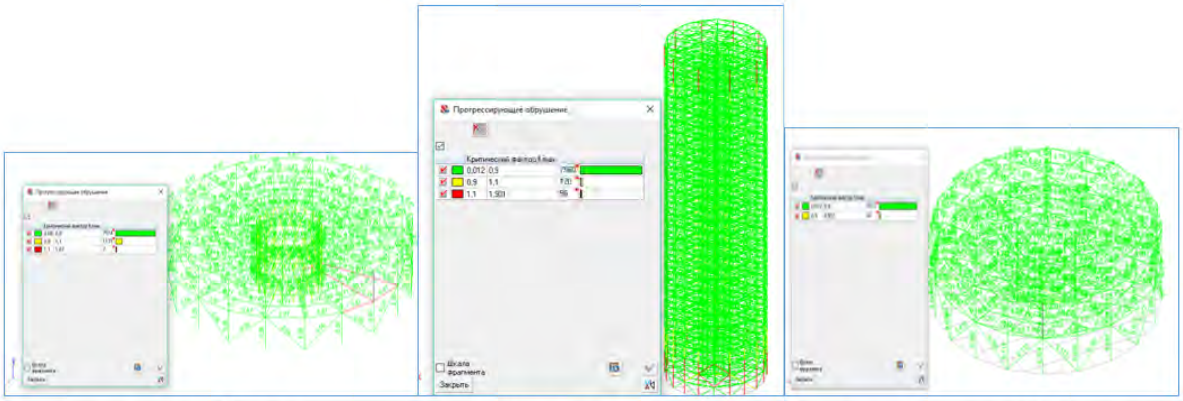


Рис. 6. Удаление колонны 2 этажа

Самыми опасным сценарием для всех конструктивных исполнений здания является удаление колонны 1 этажа, так как при данном сценарии наблюдается наибольшее количество неустойчивых к прогрессирующему обрушению элементов (см. диаграмму 1).

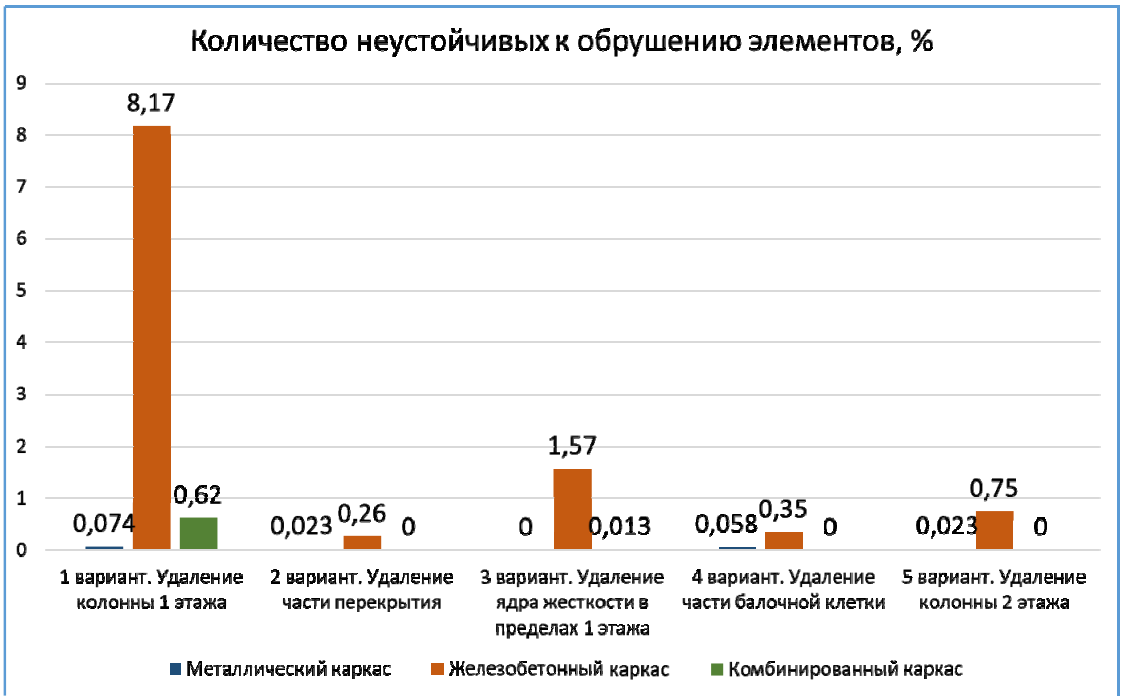


Диаграмма 1. Количество неустойчивых элементов к обрушению при сценариях 1–5,%

Максимальные перемещения всех рассмотренных конструктивных вариаций зданий от ветровой и сейсмической нагрузки не превышают допустимых. По результату расчета получили, что частота собственных форм колебаний при пульсационной ветровой нагрузке выше предельного значения собственной частоты f1=0.95 Гц по табл.11.5 [1] только для металлического и комбинированного каркаса, таким образом, в данном случае явление резонанса невозможно.

Рассмотрено 5 вариантов прогрессирующего обрушения с удалением наиболее нагруженных конструктивных элементов и определением самого опасного сценария. Произведен подбор необходимых сечений и оптимального армирования элементов при прогрессирующем обрушении.

Количество арматуры после расчета на прогрессирующее обрушение для железобетонного каркаса увеличилось на 57%, для комбинированного каркаса увеличилось на 59%.

Наиболее устойчивым к прогрессирующему обрушению является металлический каркас, так как количество неустойчивых к обрушению элементов меньше, чем для железобетонного и комбинированного каркаса.

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Электронный ресурс]: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 3 декабря 2016 г. N 891/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г. // Техэксперт: инф.-справ. Система / Консорциум «Кодекс».

2. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 февраля 2014 г. N 60/пр и введен в действие с 1 июня 2014 г. // Техэксперт: инф.-справ. Система / Консорциум «Кодекс».

3. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 августа 2017 г. N 1105/пр и введен в действие с 4 февраля 2018 г. // Техэксперт: инф.-справ. Система / Консорциум «Кодекс».

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ХОЛОДНЫХ КРОВЕЛЬ

А.Н. Насоновская
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, доцент, канд. техн. наук.*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На данном этапе современного строительства при возведении зданий и сооружении лидирующую позицию в применении занимают металлические конструкции. Легкие несущие металлические панели, используемые при возведении ограждающих покрытий производственных и сельскохозяйственных зданий, дают возможность снизить затраты на строительные работы и сократить строки монтажных работ. Такие панели могут заменить как прогонное поэлементное покрытие, так и часто применяемые тяжелые железобетонные плиты. Применение более легких панелей покрытия позволяет снизить общую нагрузку на весь каркас здания или сооружения, а также на его фундамент.

Цель работы заключается в разработке конструктивного решения шпренгельной плиты покрытия с предварительным напряжением длинной 6, 9 и 12 м для промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений.

Задачи исследования:

- патентный поиск и анализ информации касающейся данной темы;
- конструирование шпренгельной плиты покрытия;
- сбор нагрузки на плиту покрытия по СП 20.13330.2017 [1];
- расчет предлагаемой конструкции [2];
- оценка эффективности от применения рассматриваемой конструкции.

При выполнении патентного поиска были выявлены шпренгельные панели покрытия. За аналог при разработке исследуемой конструкции плиты покрытия принята конструкция, предлагаемая в патенте RU 2 488 668 [3].

В исследовательской работе предлагается новый вариант шпренгельной панели покрытия. Панель представляет собой профилированный лист, подкрепленный шпренгельной конструкцией, имеющей талреп в затяжке.

В работе рассмотрены несколько вариантов конструкции панелей в зависимости от длины панели и конструкции шпренгеля (рис. 1, 2).

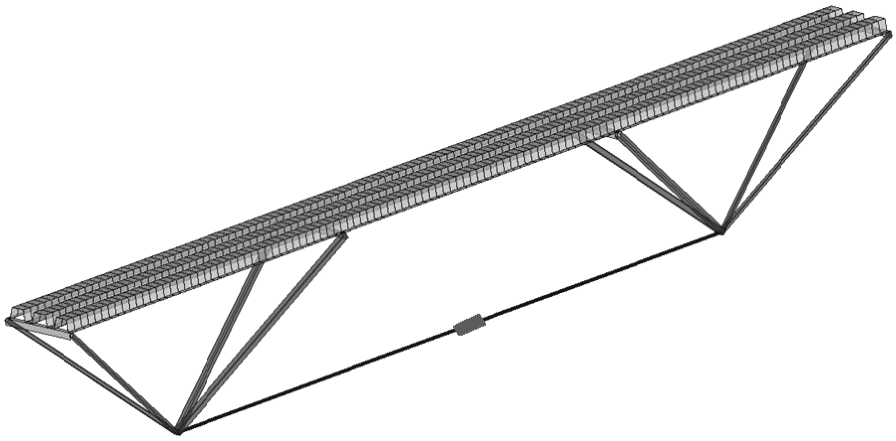


Рис. 1. 1-й вариант шпренгеля

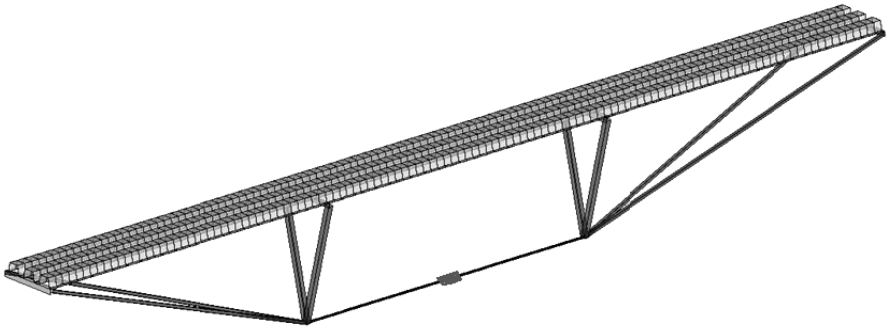


Рис. 2. 2-й вариант шпренгеля

Для каждой плиты определены нормативные и расчетные нагрузки. Расчет внутренних усилий выполнен в программном обеспечении SCAD office.

Подбор оптимального сечения происходил за счет вариаций следующих параметров:

- тип профилированного листа;
- высоты шпренгельной конструкции;
- диаметр шпренгельной затяжки;
- усилие преднапряжения.

Методика расчета:

1. Каждая панель рассчитывалась в программном комплексе SCAD office на нагрузку от собственного веса, веса снегового покрова и усилие предварительного напряжения.

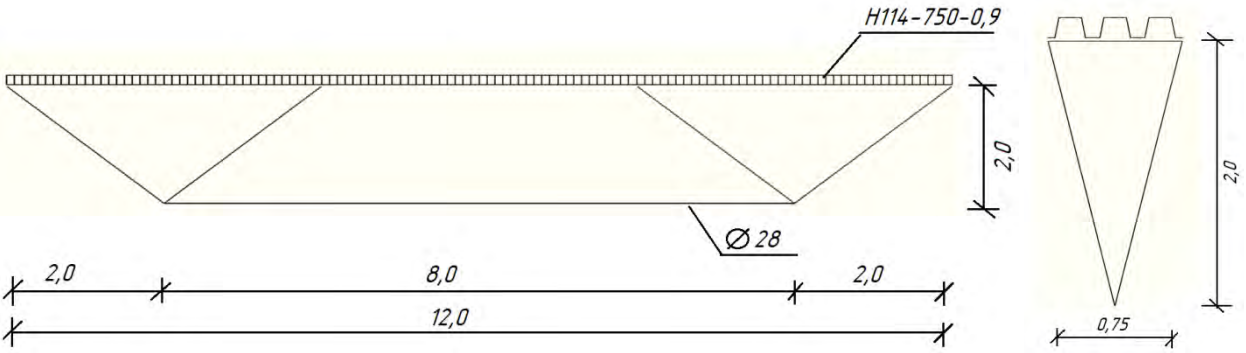


Рис. 3. Геометрические размеры плиты покрытия длинной 12 м (1 вариант)

2. Методом подбора определялся требуемый профнастил и стержень затяжки в зависимости от допустимого прогиба и выгиба.

3. Подбор наклонных стержней шпренгельной конструкции происходил в зависимости от возникающих усилий растяжения и сжатия, а также была произведена проверка по предельной гибкости.

4. Для всех элементов панели была проведена проверка прочности по первой группе предельных состояний.

Аналогичный расчет был произведен для всех вариантов плит, представленных в таблице 1.

5. Произведено сравнение по металлоемкости полученных вариантов панелей и выбрано оптимальное (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная таблица результатов исследования

Вариант плиты покрытия	Параметры	Усилие предна-пряжения	Площадь панели	Масса		Макси-мальный прогиб (выгиб)	Напряже-ние
				кг/шт	кг/м^2	мм	МПа
1 вариант L=12	Н114-750-0,9 ∅28 $H_{зат}$=2,0	$N_{пред}$=50кН	9,0 м^2	226,44	25,16	5,0 (4,31)	101,63

Окончание табл. 1

Вариант плиты покрытия	Параметры	Усилие предна-пряжения	Площадь панели	Масса		Макси-мальный прогиб (выгиб)	Напряже-ние
				кг/шт	кг/м^2	мм	МПа
2 вариант L=12	Н114-750-1,0 Ø25 $H_{зат}$=1,5	$N_{пред}$=80кН	9,0 м^2	192,68	21,41	4,94 (4,57)	54,77
1 вариант L=9	Н75-750-0,8 Ø22 $H_{зат}$=1,0	$N_{пред}$=30кН	6,75м^2	109,15	16,17	5,0 (3,78)	128,1
2 вариант L=9	Н75-750-0,9 Ø22 $H_{зат}$=1,0	$N_{пред}$=50кН	6,75 м^2	106,75	15,81	5,0 (2,95)	64,01
1 вариант L=6	Н60-845-0,8 ■25x3,0 $H_{зат}$=0,5	-	5,07 м^2	65,52	12,92	5,0	74.06
2 вариант L=6	Н75-750-0,7 ■25x2,5 $H_{зат}$=0,5	-	4,5 м^2	49,79	11,06	4,91	61,4

Вывод: В ходе исследования были выявлены оптимальные сечения и геометрические параметры для шпренгельных плит покрытия. Плиты длиной 6 м в обоих вариантах удовлетворяют требуемые условия прочности и прогиба без предварительного напряжения. На основании представленных сравнений в таблице 1 можно сделать вывод, что наиболее выгодным по металлоемкости являются панели при использовании 2 варианта шпренгеля.

1. СП 20.13330.2017. Свод правил. Нагрузки и воздействия: актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*: утв. Минрегион РФ 27.12.2010 №787. – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО ЦПП, 2011. – 96 с.

2.СП 16.13330.2017. Свод правил. Стальные конструкции: актуализированная редакция СНиП II-23-81*: утв. Минрегион РФ 27.12.2010 №791. – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО ЦПП, 2011. – 340 с.

3. Пат.2488668 Российская Федерация, МПК E04B7/20 Плита покрытия / Хасимов Р.И, Башаров Ф.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет" КазГАСУ – заявл.18.03.2011; опубл. 27.07.2013. – [Б. и.], 2013.

РАСЧЕТ БУРОНАБИВНЫХ ВИСЯЧИХ СВАЙ С УШИРЕНИЯМИ

Е.В. Соболева
Научный руководитель ***В.С. Уткин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В последнее время широкое использование в Российской Федерации и за рубежом имеют буронабивные висячие сваи. Благодаря устройству уширений они обладают способностью воспринимать и передавать на грунт основания значительные нагрузки. Безопасность и надежность во время эксплуатации различных сооружений обеспечивается выполнением расчетов свайных оснований согласно нормативным документам по несущей способности материала сваи и по несущей способности грунта основания [1].

Хорошо известны буронабивные сваи с устройством уширений поперечного сечения на нижнем конце сваи, представленные на рис. 1*б*. Существуют разнообразные методы исполнения уширения для буронабивной сваи: разбуривание грунта, использование электрических разрядов и раскатывание (вдавливание) грунта. Увеличение площади пяты буронабивной сваи также достигается в результате взрыва с использованием заряда или при помощи трамбования жесткой бетонной смеси в забое скважины.

Достоинством таких свай является возрастание несущей способности свай за счет уширения, которое увеличило площадь опирания сваи на грунт, т.к. согласно СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» (далее СП), действующему на территории РФ, при определении несущей способности сваи по формуле $F_d = \gamma_c(\gamma_{c,R}RA + u\sum_{i=1}^{n}\gamma_{c,f}\,f_i h_i$, увеличивается значение площади опирания нижнего конца сваи A, как показано на рис. 1*б*; u – периметр поперечного сечения сваи.

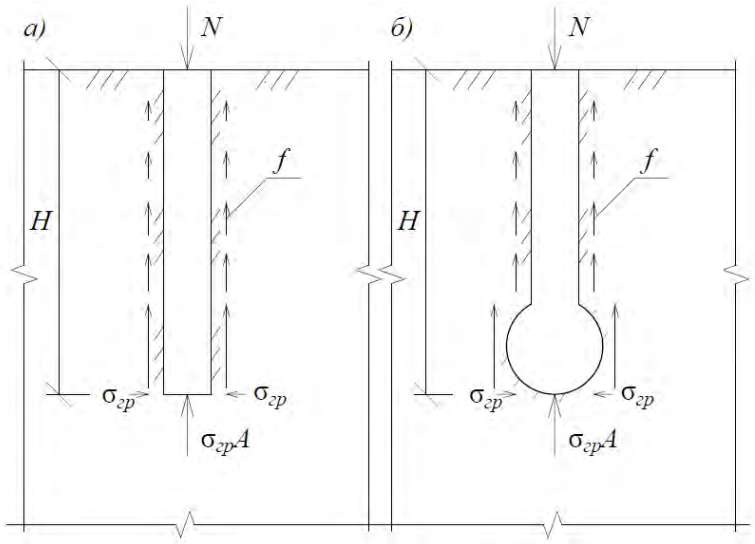


Рис. 1. Варианты устройства висячей железобетонной набивной сваи без уширения (а) и с уширением (б)

В работе предложена модель работы висячей сваи в грунте основания (рис. 2), исходя из которой видно, что продольная расчетная сжимающая сила *N*, приложенная к свае, также, как и в СП, воспринимается силами трения–сцепления и реакцией грунта на нижнем конце сваи. Но силы трения–сцепления, возникающие на поверхности сваи в результате микроперемещений (деформаций) материала сваи, имеют максимальное значение в средней части длины сваи, а не на нижнем конце сваи, как принято в СП, и постепенно уменьшаются до нулевого значения на определенной глубине *h*. Ниже этой глубины материал сваи не участвует в уравновешивании нагрузки *N*, и если суммарная сила трения–сцепления *f(x)* будет меньше значения *N*, то под нижним концом сваи появится реакция от грунта, равная $\sigma_{гр} \cdot A$, и соответственно отрицательная сила трения–сцепления.

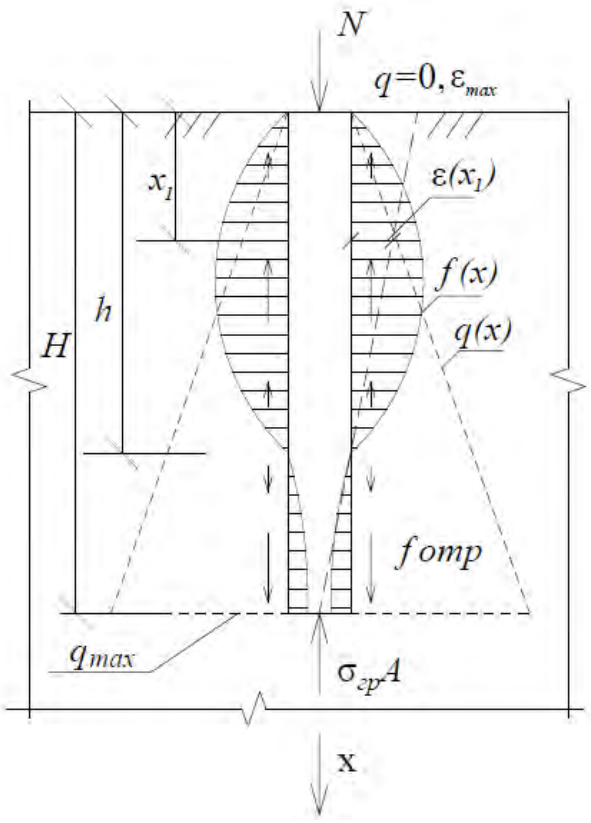


Рис. 2. Расчетная схема работы висячей сваи с отрицательными силами трения–сцепления $f_{отр}$ на нижнем конце сваи в грунте основания (Природа происхождения $f_{отр}$ отличается от $f_{отр}$, приведенных в СП)

Учитывая такую работу сваи, в грунте основания для более результативного противодействия нагрузке *N* нижним концом сваи в виде реакции $\sigma_{гр}A$ и для повышения несущей способности висячей железобетонной сваи по грунту основания используют по [2] устройства в виде уширения на нижнем конце сваи (см. рис. 3*г*).

При равных значениях нагрузки *N* на одинаковые по работе в основании грунта сваи, в зависимости от длины сваи, уширение в нижней ее части может

оказаться лишним. На рис. 3 показаны варианты эффективности работы буронабивных свай с уширением.

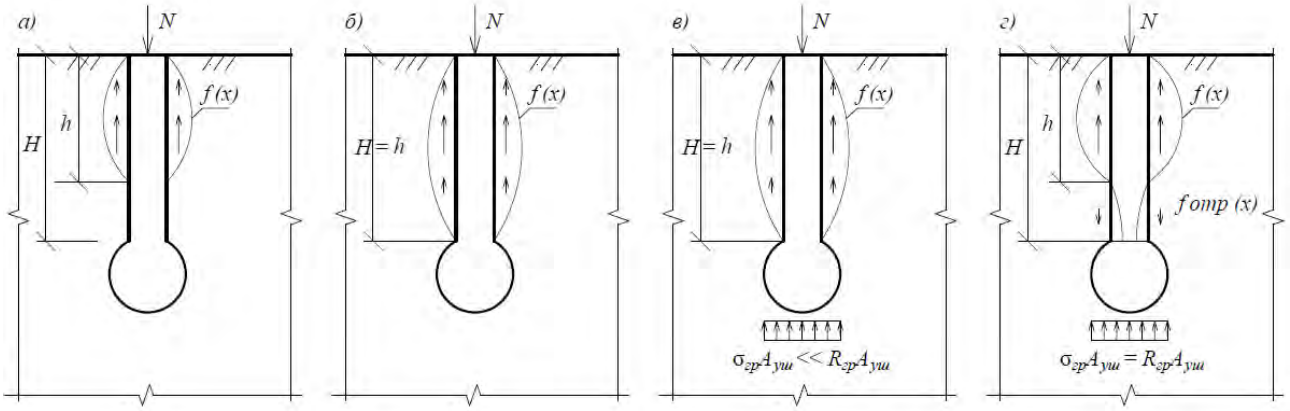


Рис. 3. Варианты устройства и работы свай с уширением в буронабивных сваях

Значение *h* во всех приведенных вариантах работы сваи определяется по результатам испытаний пробных свай по рис. 3*а*. По вариантам *а)* и *б)* расчетная нагрузка *N* полностью воспринимается силами трения–сцепления *f(x)* в верхней части сваи, где имеют место микроперемещения (деформации) материала сваи в грунте основания и уширение на конце сваи не включается в работу. В этом случае уширение сваи бесполезное и не должно устраиваться. Для того, чтобы оно стало работающим в вариантах свай *а)* и *б)* нужно уменьшить длину и толщину сваи и доводить ее до работы по вариантам *в)* и *г)*. При сохранении значения нагрузок *N* эффективность использования уширения сваи мала по варианту *в)*. Для повышения эффективности работы уширения сваи, длину сваи уменьшают, доводя до работы сваи по варианту *г)*. Для расчета несущей способности буронабивной сваи с уширением на нижнем конце по схеме рис. 3*г* можно записать формулу $F_d = R_{гр}A_{уш} + u\int_0^h f(x)dx - u\int_h^H f_{отр}(x)dx$. С учетом того что $f(x) = \varepsilon(x)q(x)\varphi_0$, где $\varepsilon(x)$ – относительная деформация материала сваи; $q(x)$ – боковое давление грунта, $q(x) = \gamma\xi_0 x$, где γ – объемный вес грунта, ξ_0 – коэффициент Пуассона, $\xi_0 = \frac{\mu_0}{1-\mu_0}$, φ_0 – коэффициент, зависящий от вида грунта, качества поверхности сваи и т.д. и определяется по результатам испытаний пробных свай [3,4]. Придем к виду $F_d = R_{гр}A_{уш} + u\int_0^h \varepsilon(x)q(x)\varphi_0 dx - u\int_h^H \varepsilon_{отр}(x)q(x)\varphi_0 dx$. Для облегчения расчетов и сокращения числа испытаний примем $\varepsilon(x)$, изменяющейся по прямой, проходящей через точки (0; ε_{max}) и (h; 0), как показано на рис. 2. При принятом

значении x_1 (см. рис. 2) имеем $\frac{h}{h-x_1}=\frac{\varepsilon_{\max}}{\varepsilon(x_1)}$, отсюда $h=\frac{\varepsilon_{\max}\cdot x_1}{\varepsilon_{\max}-\varepsilon(x_1)}$, где $\varepsilon_{\max}=\frac{N}{A\cdot E}$, x_1 – глубина, которой задаются, $\varepsilon(x_1)$ – относительная деформация материала на заданной глубине x_1.

Однако в варианте *г)* в нижнем конце сваи возникают отрицательные силы трения–сцепления $f_{omp}(x)$, которые снижают роль сил трения–сцепления $f(x)$ в верхней части сваи. Для уменьшения отрицательного влияния сил $f_{omp}(x)$ на эффективность работы сваи с уширением рекомендуется уменьшить сцепление сваи с грунтом на длине сваи, равной H-h. Чем больше будет диаметр уширения при сохранении значения напряжения в грунте $\sigma_{гр}$ близкому к его расчетному сопротивлению R, тем больше будут силы $f_{omp}(x)$. Поэтому вместо устройства одного уширения может оказаться более целесообразным устройство нескольких уширений по высоте сваи [2]. Для выявления этих вопросов необходимо проведение испытаний свай или их моделей.

Выводы:

1. Приведена уточненная расчетная схема работы висячих буронабивных свай с уширением в грунте основания.

2. Предложена расчетная формула для нахождения несущей способности сваи с устройством уширения.

3. Работа ориентирована на эффективное применение свай с уширениями.

1. Уткин, В.С. Испытания и расчет железобетонных висячих свай по несущей способности сваи и грунта основания / В.С. Уткин // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13. – Вып. 8 (119). – С. 952-958.

2. Соколов, Н.С. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями / Н.С. Соколов, В.М. Рябинов // Геотехника. – 2014. – № 3. – С.60-64.

3. Цытович, Н.А. Механика грунтов (краткий курс): учебник для вузов / Н.А. Цытович. – 3-е изд.– Москва: Высшая школа, 1979. – 272 с.

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.

КОНСТРУКЦИЯ ПОКРЫТИЯ ТЕННИСНОГО КОРТА

Е.А. Сысоева
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Спортивные сооружения играют очень важную роль в архитектурном облике города и нередко прямым образом отражаются на популярности и посещаемости спортивных соревнований. В связи с этим проектированию и сооружению спортивных объектов уделяется значительное внимание.

Возможность круглогодичного проведения соревнований в таких сооружениях приводит к рентабельности самого сооружения в связи с большей загрузкой объекта в году. Зависимость этого параметра от климатических условий заставляет проектировщиков всего мира все чаще обращать внимание на необходимость создания крытых всепогодных спортивных сооружений.

Практика проектирования и строительства последних лет показала, что перекрытия и покрытия из ортогональных систем перекрестных стальных конструкций отличаются повышенными ресурсами надежности, устойчивости к прогрессирующим обрушениям и весьма востребованы применительно к различным зданиям и сооружениям как при реконструкции существующих строений, так и при возведении новых.

Целью данной работы является анализ металлических покрытий спортивных сооружений (на примере крытого теннисного корта), а также поиск самого экономически выгодного варианта по металлоемкости и стоимости.

Объектом исследования является конструкция покрытия теннисного корта в виде решетчатых ферм с разными сечениями в виде равнополочных уголков, прямошовных труб и гнутых профилей квадратного сечения (рис. 1, рис. 2).

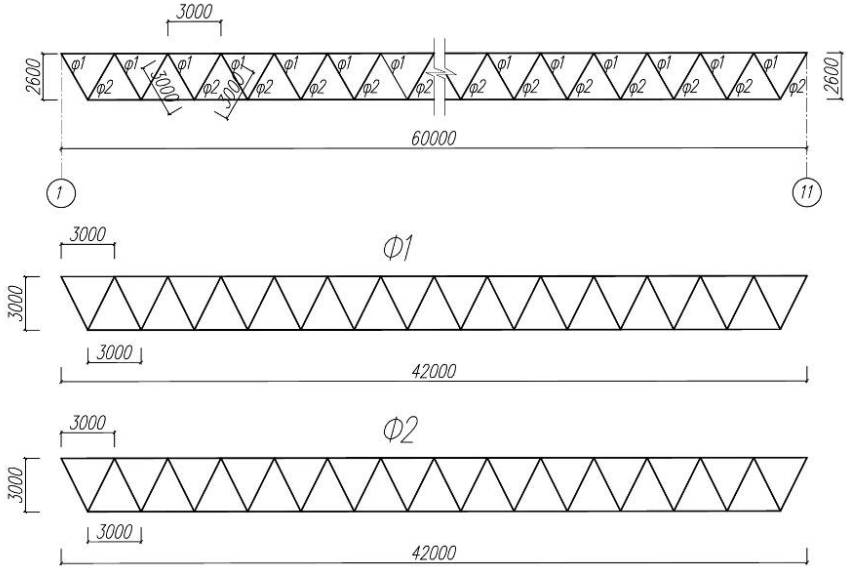


Рис. 1. Вид спереди и перекрестные фермы Ф1 и Ф2

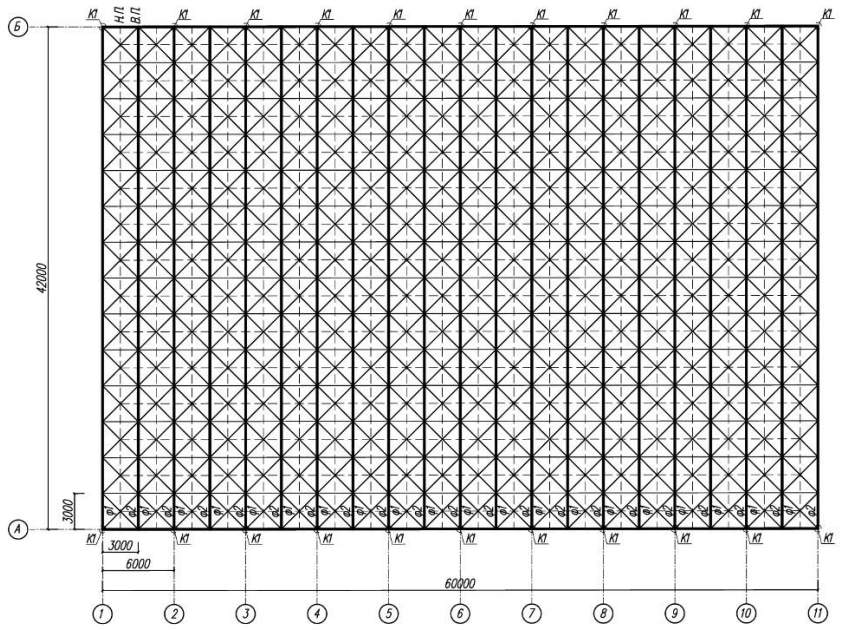


Рис. 2. Расположение перекрестных ферм на плане

Перекрестные фермы в разных направлениях представляют собой – стальную решетчатую конструкцию покрытия, включающую плоские стальные фермы с поясами из одиночных уголков, установленные под наклоном и объединенные между собой в решетчатую конструкцию, отличающуюся тем, что одиночные уголки поясов ферм в узлах имеют продольные прорези, в которые установлены листовые фасонки, прикрепленные к одиночным уголкам смежных ферм и объединяющие их в крестовое сечение, при этом к фасонкам прикреплены доборные стержни, образующие ферму в другом направлении [1].

Проанализированы три варианта сечения поясов и решетки металлических ферм на металлоемкость и стоимость [2] (рис. 3):

1) равнополочные уголки;
2) гнутые профили квадратного сечения;
3) стальные трубы.

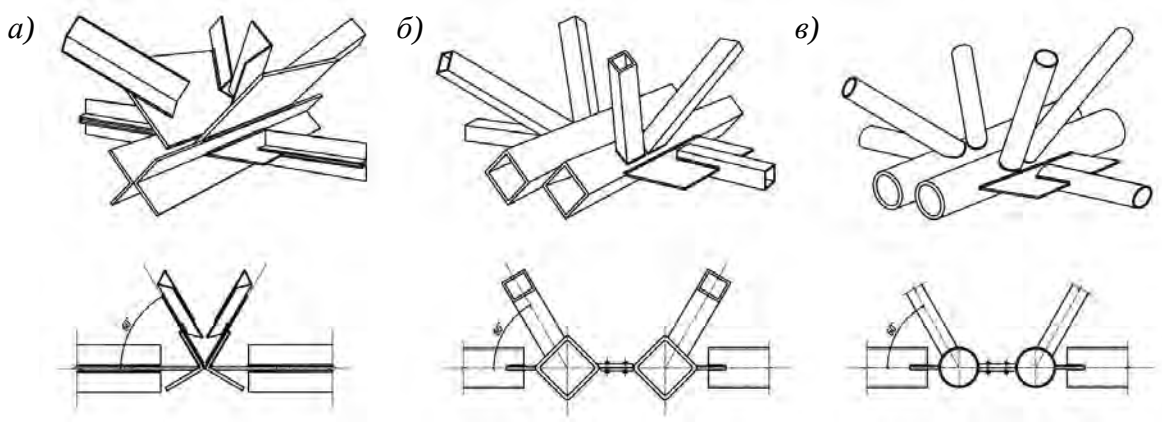


Рис. 3. Узлы перекрестных ферм: а) из равнополочных уголков, б) из гнутых профилей квадратного сечения, в) из стальных труб.

Таблица

Решетчатая ферма	Конструктивное решение покрытия		Расход стали, т	Стоимость, руб.
1. Из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93	верхние пояса:	220х16 мм	231,5	11575798,4
	нижние пояса:	200х16 мм		
	решетка:	140х12 мм		
2. Из гнутые профилей квадратного сечения по ГОСТ 30245-2012	верхние пояса:	250х7 мм	214,5	10924227,6
	нижние пояса:	200х7 мм		
	решетка:	140х7 мм		
3. Из стальных бесшовных труб по ГОСТ 10704-91	верхние пояса:	Ø 273 8 мм	229,4	13576694,7
	нижние пояса:	Ø 273 6 мм		
	решетка:	Ø 180 4 мм		

В результате проведенных исследований конструктивных решений покрытия теннисного корта установлено:

1. Расход стали марки С 325 у решетчатых ферм из гнутых профилей квадратного сечения меньше на 7,3%, чем из равнополочных уголков.

2. Расход стали марки С 325 у решетчатых ферм из гнутых профилей квадратного сечения меньше на 6,5%, чем из стальных труб.

3. Стоимость покрытия из гнутых профилей квадратного сечения дешевле на 5,6%, чем из равнополочных уголков и на 19,5%, чем из стальных труб.

4. Решетчатые фермы из гнутых профилей квадратного сечения наиболее экономичны по использованию материала и выгодны по стоимости.

1. Патент РФ № 2010100515/03, 11.01.2010. Агафонкин В. С., Ефимов О. И., Исаева Л. А., Дымолазов М. А., Моисеев М. В. Стальная решетчатая конструкция покрытия // Патент России № 2422597. 2011. Бюль. № 18.

2. Казакова, И.С. Пространственные металлические конструкции покрытий зданий: учебное пособие / И.С. Казакова. – Вологда: ВоГУ, 2017. – 120 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ АРБОЛИТА

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

В связи с постоянным ростом объемов капитального строительства, особенно малоэтажного индивидуального домостроения, в последние годы предложено и введено в эксплуатацию строительства много новых строительных материалов на основе имеющихся в промышленности и сельском хозяйстве отходов. К таким строительным материалам относится арболит, изготовленный из подобранной смеси цемента, органических заполнителей, воды и химических добавок. Из этого эффективного строительного материала изготавливают стеновые панели и блоки, перегородочные и теплоизоляционные плиты.

К настоящему времени из арболита построены тысячи жилых домов, школ, административных зданий, гаражей, зданий производственного и другого назначения.

На сегодняшний день существует множество производств (от мелких до крупных заводов), выпускающих продукцию арболит с разными потребительскими свойствами (не всегда качественными).

Таким образом, улучшение технологии создания конкурентоспособного строительного материала такого типа с повышенными потребительскими свойствами является актуальной задачей на сегодняшний день.

Для повышения прочности арболита были проведены исследования по введению различных добавок, а также применению активированного вяжущего.

В качестве полимерных добавок были использованы недефицитные поливинилацетатная эмульсия и смола М – 60.

Исследование влияния указанных добавок на сроки схватывания цементного раствора показали, что сроки начала и конца схватывания вяжущего при увеличении расхода полимерных добавок и водоцементного отношения удлиняются. Чем больше расход отвердителя, тем менее значительно возрастают сроки схватывания.

Результаты исследований по влиянию добавки смолы на прочность арболита приведены в таблице 1.

Таблица 1

Предел прочности при сжатии арболита в 14-суточном возрасте в зависимости от количества смолы М – 60 и способа введения

Способ введения	Количество смолы в % от массы цемента	Предел прочности при сжатии
В раствор вяжущего	0.5 1,0 2,5 5,0	1,9 2.4 2,1 1,8
Контрольный образец	-	1,6
На дробленку	1,0 1,5 5,0	2,0 1,9 1,6
Контрольный образец	-	1,5

Расход отвердителя составил 1% (массы смолы). Отношение массы основной дробленки к массе портландцемента составило 1:1,5. Как видно из таблицы 1, способ введения полимера в цементный раствор дает более высокие результаты, чем непосредственное нанесение на дробленку. Наибольшая прочность арболита получена при введении смолы в количестве 1%. В этом случае прочность возрастала по сравнению с контрольными образцами: при введении смолы в цементный раствор – на половину и при нанесении на дробленку – на одну треть. Характерно, что в этом случаи полимерцементное отношение (П/Ц) составило всего лишь 0,01. Это во много раз меньше, чем в практике получение полимерцементов и полимербетонов. Обработка дробленки поливинилацетатной эмульсией (в количестве 2% массы портландцемента) обеспечило не значительный прирост прочности, на 12%.

Было предложено и проверенно применение активированного вяжущего для повышения прочности арболита, процесс домола вяжущих является несложной и недорогой операцией.

Использовали как альтернативную технологию домола цемента при производстве бетонных растворов.

Таблица 2

Влияние удельной поверхности цемента на прочность раствора при нормальных условиях твердения

Удельная поверхность в $см^2/г$	Прочность на сжатие в % от не домолотого цемента, через сутки		
	1 сутки	3 суток	28 суток
без домола	100	100	100
домол до 3500 см2/г	225	225	190
домол до 4000 см2/г	283	250	200

Окончание табл. 2

Удельная поверхность в $см^2/г$	Прочность на сжатие в % от не домолотого цемента, через сутки		
	1 сутки	3 суток	28 суток
домол до 4500 см2/г	300	267	205
домол до 5000 см2/г	333	275	214
домол до 6000 см2/г	367	300	218
домол до 7000 см2/г	383	308	223
домол до 8000 см2/г	416	317	227

Примечание: Таблица была переведена из графических зависимостей с точностью +/- 1 $кг/см^2$.

Из таблицы видно, что с уменьшением В/Ц повышается как темп набора прочности, так и её конечные, 28-суточные показатели. Причем становится возможным получить бетон прочностью даже выше чем марка цемента.

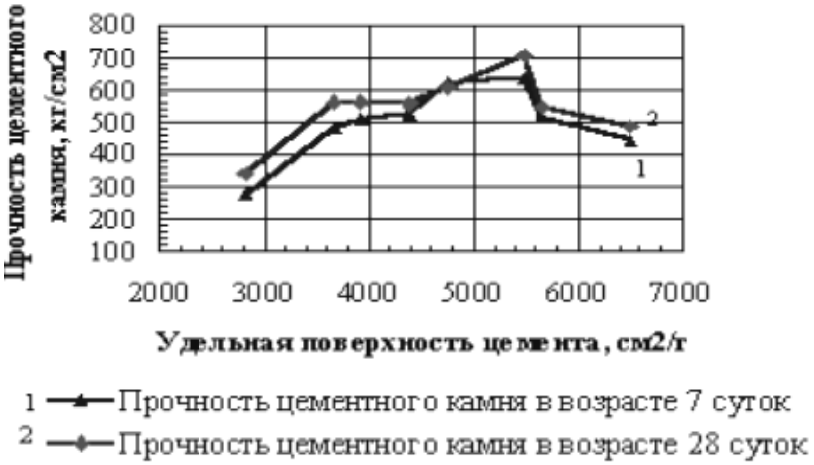


Рис. 1. График зависимости.



Рис. 2. Оборудование для активации цемента

Принцип работы оборудования изображен на рисунке 3.

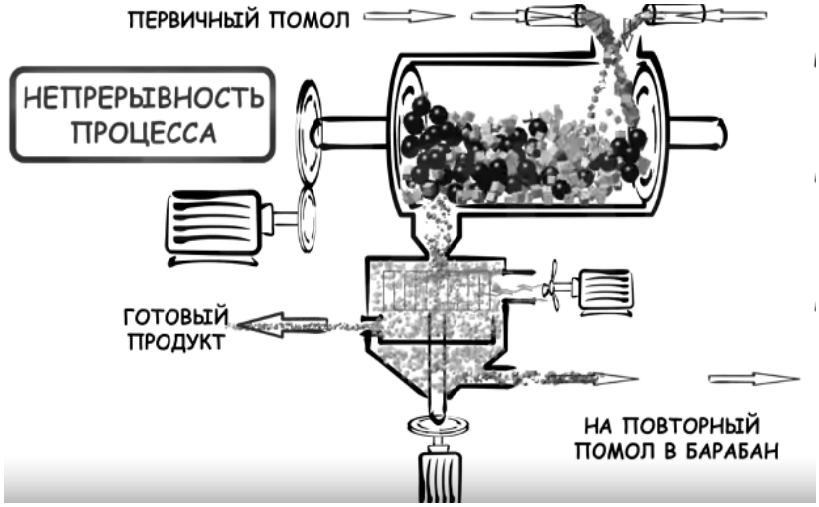


Рис. 3. Принцип работы мельницы

Использование активированных вяжущих в производстве древесно-цементных материалов, в том числе и арболита, дает возможность сократить сроки твердения вяжущих, а следовательно, и время отрицательного влияния на них водорастворимых веществ древесины. Повышение удельной поверхности вяжущих улучшает обволакивание ими древестных частиц и увеличивает адгезию. Экспериментальную проверку рассмотренных предпосылок увеличения прочности проводили на арболите, полученном целиком на активированном вяжущем при использовании его на первой стадии обработки древесных частиц.

В опытах использовался портландцемент марки 400 с удельной поверхностью 2500 $см^2$/г. Путем домола удельная поверхность его была увеличена до 5000 $см^2$/г., что соответствует марки 35 ГОСТ 19222 – 84 [1]. Дробленку изготавливали из дровяной древесины для технологических нужд.

Исследования показали, что арболит на активированном портландцементе и сосновой дробленке в 14- и 28-суточном возрасте достиг прочности при сжатии соответственно 4,5 и 6,2 МПа, то есть прочность арболита значительно возросла.

1. ГОСТ 19222 – 84. Арболит и изделия из него. Общие технические требования [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 19222 – 73; введ. 01.01.1985 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

РАСЧЕТ РЕБРИСТОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ РЕБРАМИ ВНИЗ

Т.Н. Чекулаева
Научный руководитель ***И.А. Волкодав****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Расчет ребристой фундаментной плиты ребрами вниз произведен с целью сравнения полученных параметров (объемов бетона и арматуры) с результатами, представленными в предыдущих работах [1], и выявления оптимального варианта с точки зрения экономии строительных материалов.

Для достижения поставленной цели в рамках исследования решены следующие задачи:

– произведен расчет ребристой фундаментной плиты ребрами вниз с толщиной плитной части 500 мм в расчетном комплексе SCAD Office;

– получены необходимые характеристики и произведено их сопоставление с ранее рассмотренными вариантами;

– анализ полученных данных и выдача рекомендаций.

Вопрос о материалоемкости и стоимости строительных конструкций всегда остается актуальным, поэтому данные, полученные в ходе работы, необходимы для пополнения статистических данных.

Расчетные параметры фундаментной плиты приняты на основании реального объекта и имеют размеры в плане 39×18 м. Высота ребер, равная 1000 мм, и толщина плитной части 500 мм приняты согласно данным предыдущих работ. Класс прочности бетона конструкции фундаментной плиты принят В25, продольная арматура – класс А400 согласно [2], [3] и [4]. Нагрузка передается через колонны на пересечение ребер фундаментной плиты. Расчеты произведены в соответствии с требованиями нормативных документов РФ в программном комплексе SCAD Office, и в программе «Фундамент».

Для сравнения вариантов конструкций определено продольное нижнее и верхнее армирование ребер и плитной части (в двух направлениях).

На основании расчетов, произведенных в программе «Фундамент», выяснено, что вариант опирания плиты только на ребра сложен для оценки в связи с тем, что давление по площади контакта ребер и грунтового основания превышает расчетное сопротивление грунта основания, что приведет к возникновению пластических деформаций грунта и включению в работу плоских участков плиты с определенным вкладом. Распределение давления под плитной и ребристой частями плиты будет носить нелинейный характер и в настоящей работе не рассматривалось. В связи с этим принято решение рассматривать опирание плиты аналогично опиранию плоской плиты, с подбором коэффициентов постели согласно характеру нагружения и с контролем реакций грунтового основания относительно значений расчетного сопротивления грунта.

Результаты расчетов представлены в таблице. Согласно объемам материалов произведена оценка стоимости. Стоимость материалов учтена на III квартал 2018 г.

Таблица

Результаты расчетов фундаментной плиты

Фундаментная плита	Объем бетона, $м^3$	Общая масса арматуры плиты, т	Общая масса арматуры ребер, т	Суммарная масса арматуры, т	Стоимость учтенных материалов, тыс. руб.
Плоская плита H=0,8м	561,6	26,6	-	26,6	4439,94
Ребристый фундамент H=1,5м с плитой h=0,5м (ребра вверх)	485	18,99	5,39	24,38	3899,08
Ребристый фундамент H=1,5м с плитой h=0,4м (ребра вверх)	428,2	19,99	5,35	25,35	3618,31
Ребристый фундамент H=1,5м с плитой h=0,3м (ребра вверх)	371,4	26,1	5,33	31,43	3572,465
Ребристый фундамент H=1,5м с плитой h=0,5м (ребра вниз)	485	13,49	5,99	19,48	3673,81

Стоимость бетона класса B25 для фундаментной плиты ребрами вниз составляет:

$$C = 2778{,}234 \text{ тыс. руб},$$

и определена по формуле:

$$a \times b \times V \times d = C,$$

где a=8,02 – расчетный индекс стоимости строительных материалов по отношению к базовым ценам на 01.01.2000 года по состоянию на III квартал 2018 года (без учета НДС);

b=0,6053 – сметная цена тяжелого бетона B25, принятая по территориальному сборнику сметных цен для Вологодской области, тыс. руб./$м^3$;

V=485 – объем бетона, $м^3$;

d=1,18 – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость (НДС) в размере 18%.

Стоимость арматурной стали для фундаментной плиты составляет:

$$C = 895{,}58 \text{ тыс. руб},$$

и определена по формуле:

$$a \times b \times m \times d = C,$$

где a=4,858 – сметная цена арматурной стали А400, принятая по территориальному сборнику сметных цен для Вологодской области, тыс. руб./т;

b=8,02 – расчетный индекс стоимости строительных материалов по отношению к базовым ценам на 01.01.2000 года по состоянию на III квартал 2018 года (без учета НДС);

m=19,48 – масса арматурной стали, т;

d=1,18 – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость (НДС) в размере 18%.

Согласно данным таблицы, при неизменных нагрузках и грунтовых условиях рассмотренный вариант фундамента ребрами вниз при принятых параметрах не является оптимальным по стоимости. Но при сравнении с аналогичным вариантом, но с ребрами вверх, рассмотренный вариант является наиболее выгодным.

Экономия материалов рассматриваемого варианта заключается в снижении объемов арматуры плитной части (армирование конструктивное), это связано с тем, что нагрузка передается непосредственно на ребра, а прогибы плитной части компенсируются отпором грунта.

В будущих исследованиях планируется рассмотрение вариантов ребристой фундаментной плиты ребрами вниз с уменьшенной толщиной плитной части и переменным сечением ребер.

1. Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 17 апреля 2018 г.): в 3 т. / М-во образ. и науки РФ, Правительство Вологодской области [и др.]; [отв. ред. А. А. Синицын]. – Вологда: ВоГУ, 2018. – Т. 1. – 584 с. : ил.

2. СП 52-103-2007. Свод правил. Железобетонные монолитные конструкции зданий: утв. приказом и.о. ген. директора ФГУП «НИЦ «Строительство» от 12.07.2007 № 123. – Введ. 2007-07-12. – Москва: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007. – 22 с.

3. Тихонов, И.Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий: пособие по проектированию / И.Н. Тихонов. – Москва: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007. – 168 с.

4. СП 63.13330.2012 Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения: утв. приказом Минрегион России от 29.12.2011 г. N 635/8. – Введ. 2013-01-01 – Москва: ФГУП «НИЦ «Строительство». – 152 с.

5. СП 22.13330.2016 Свод правил. Основания зданий и сооружений: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.12.2016 г. N 970/пр. – Введ. 2017-06-17. – Москва: ФГУП «НИЦ «Строительство». – 220 с.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ ПО ДЛИНЕ ТРЕЩИНЫ ВОЗМОЖНОСТНЫМ МЕТОДОМ

Л.С. Шевцов
Научный руководитель ***С.А. Соловьев****, преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Расчет железобетонных конструкций, в частности железобетонных балок и балочных плит, в РФ регулируется сводом правил СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции». Данный свод правил разработан под реализацию требований Федерального Закона РФ № 384-ФЗ в области обеспечения механической безопасности несущих элементов конструкций, в том числе на стадии их эксплуатации.

В основу метода расчета железобетонных конструкций по СП 63 положен метод предельных состояний. Однако пунктом 4.6 свод правил предусматривается расчет железобетонных конструкций по заданному уровню надежности с использованием полного вероятностного расчета при наличии достаточной информации об изменчивости случайных величин, входящих в расчетные зависимости. Использование положений теории надежности при расчетах строительных конструкций остается актуальной научной задачей в настоящее время [1, 2 и др.].

Однако в практических расчетах надежности несущих элементов конструкций зачастую не удается получить достаточную информацию об изменчивости случайных величин ввиду целого ряда причин: высокой стоимости отдельных испытаний, труднодоступности определения некоторых параметров, входящих в расчетные зависимости, ограниченности времени на проведения испытаний и других причин.

В связи с этим за последние годы были разработаны методы расчетов надежности несущих элементов конструкций с учетом ограниченности статистической информации на основе относительно новых математических теорий: теории возможностей и теории нечетких множеств [2], теории случайных множеств (или теории свидетельств Демпстера–Шефера) [3], методы расчетов надежности с использованием неравенства Чебышева [4] и др. В данной работе будут рассмотрены возможностные методы, т.к. они получили наибольшее распространение в научном сообществе.

В СП 63.13330.2012 отсутствует критерий длины трещины. Однако в последнее время появляется все больше научных работ [5, 6 и др.], которые призывают использовать в расчетах железобетонных конструкций положения механики разрушения. Одним из ключевых параметров в механике разрушения является длина трещины и ее критическое значение, при достижении которого происходит ее мгновенный рост и возможное разрушение конструкции.

В связи с этим целью исследования был анализ надежности железобетонной балки по критерию длины трещины на основе теории возможностей, а также анализ подходов к ограничению длины (глубины) трещины в бетоне балки.

В работе [1] разработан метод расчета надежности железобетонной балки по критерию длины трещины возможностным методом, который можно принять за основу исследования. Математическая модель предельного состояния по [1] для расчета надежности имеет вид: $\tilde{l}_{crc} \le l_{crc,ult}$, где $\tilde{l}_{crc}$ – измеряемая длина трещины (случайная величина); $l_{crc,ult}$ – предельная длина трещины (детерминированная величина).

В качестве предельной длины трещины в [1], в соответствии с исследованиями Ю.В. Зайцева, предлагается использовать значение $l_{crc,ult} = 0{,}3h_0$, где h_0 – рабочая высота сечения балки. Рассмотрим другие подходы к ограничению длины трещины в бетоне балки. Для удобства сведем их в табличную форму (см. табл. 1).

Таблица 1

Предельные значения длины (глубины) трещины по различным подходам

Предельное значение длины трещины $l_{crc,ult}$	Источник
$0{,}3h_0$, где h_0 – рабочая высота сечения балки.	Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. 1991. М.: Высшая школа. 287 с.
$0{,}5h$, где h – высота сечения балки.	Гвоздев А.А. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций. М.: Стройиздат. 1978. 208 с.
$0{,}75h$, где h – высота сечения балки.	Добромыслов А.Н. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам. М.: Стройиздат, 1988.
$0{,}7h$ в середине пролета; $0{,}65h$ в трети пролета; $0{,}3h$ у опоры, где h – высота сечения балки.	Carpinteri A., Carmona J.R., Ventura G. Propagondation of flexural and shear cracks through RC beams by the bridged crack model // Magazine of concrete research. 2007. No. 10.

Как видно из таблицы 1, единого подхода к ограничению длины (глубины) трещины не существует. Также приведенные в таблице подходы рациональны лишь для визуального обследования и оперативного расчета надежности железобетонной балки. При детальном инструментальном обследовании следует выявлять другие характеристики силового сопротивления трещине, например, коэффициент интенсивности напряжений K_I и его критическое значение K_{IC}.

Возможность отказа Q при расчете надежности железобетонной балки по [1] определяется по формуле:

$$Q = \exp\left\{-\left[\frac{l_{crc,ult} - a_{l,crc}}{b_{l,crc}}\right]^2\right\}, \quad (1)$$

где $a_{l,crc} = 0{,}5\left(l_{crc,\max} + l_{crc,\min}\right)$ – условная «средняя» длина трещины; $b_{l,crc} = \frac{\left(l_{crc,\max} - l_{crc,\min}\right)}{2\sqrt{-\ln \alpha}}$ – мера рассеяния (изменчивости) длины трещины, где α – уровень среза (риска), значением которого при расчете надежности задаются.

В целях исследования был разработан алгоритм (см. рис. 2) на базе MathCAD для автоматического расчета возможности отказа балки по длине трещины при генерации длины трещины как нечеткой переменной.

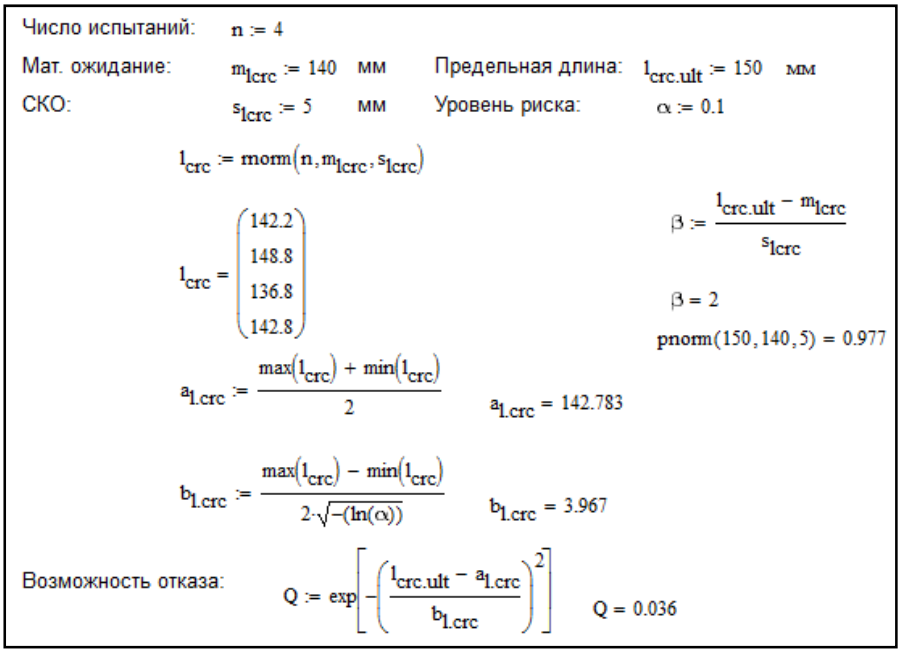


Рисунок 1. Алгоритм автоматического расчета возможности отказа Q железобетонной балки по длине трещины на базе MathCAD

Было произведено 10 генераций случайной величины (нечеткой переменной) и получено 10 интервалов надежности (см. табл. 2).

Таблица 2

Результаты испытаний по расчету надежности

№ испытания	Надежность	№ испытания	Надежность	Вероятностный подход
1	[0,964; 1]	6	[0,968; 1]	0,977
2	[0,871; 1]	7	[0,999; 1]	
3	[0,974; 1]	8	[0,821; 1]	
4	[0,955; 1]	9	[0,941; 1]	
5	[0,775; 1]	10	[0,964; 1]	

Генерация длины трещины проводилась по нормальному закону распределения случайной величины с параметрами математического ожидания: $m_{l,crc} = 140$ мм, и СКО: $s_{l,crc} = 5$ мм. Предельная длина трещины принята $l_{crc} = 150$ мм. При полной статистической информации с использованием вероятностно-статистического метода расчета надежности получим вероятность безотказной работы 0,977. Затем генерировалось на основе этой информации 4 случайные значения длины трещины, характеризующие неполноту статистической информации и на основе метода расчета [1] по формуле (1) рассчитывалась надежность.

Как видно из таблицы 2, в большинстве случаев интервальное значение надежности по теории возможностей покрывает дискретное значение надежности, полученное вероятностным методом. Однако существует необходимость совершенствования методов расчета надежности возможностным методом, в частности совершенствование рекомендаций по назначению уровня среза.

1. Utkin, V.S. Reliability analysis of reinforced concrete elements with normal cracks (on RC beam example) / V.S. Utkin, S.A. Solovyev // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2018. – №. 3. – Pp. 150-160.

2. Zhang, Z. A response surface approach for structure reliability analysis using evidence theory / Z. Zhang, C. Jiang, X. Han, Hu. Dean, S. Yu // Advanced in Engineering Software. – 2014. – Pp. 37-45.

3. Уткин, В.С. Определение несущей способности и надежности стальной балки на стадии эксплуатации с использованием теории свидетельств Демпстера–Шефера / В.С. Уткин, С.А. Соловьев // Деформация и разрушение материалов. – 2015. – № 7. – С. 10-15.

4. Уткин, В.С. Определение остаточной несущей способности и надежности железобетонных балок по критерию ширины раскрытия трещин / В.С. Уткин, С.А. Соловьев // Бетон и железобетон. – 2016. – № 1. – С. 20-25.

5. Пирадов, К.А. Механика разрушения и теория железобетона / К.А. Пирадов, Н.В. Савицкий // Бетон и железобетон. – 2014. – № 4. – С. 23-25.

6. Зайцев, Ю.В. Механика разрушения для строителей / Ю.В. Зайцев. – Москва: Высшая школа, 2016. – 216 с.

Секция «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

К РАЗРАБОТКЕ НОВОГО ГОРЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА

Л.С. Березина
Научный руководитель ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
Вологда

Актуальность проблемы повышения эффективности работы источников теплоты является бесспорным аргументом при разработке новых огнетехнических устройств и при модернизации уже существующих [1]. Перспективным в этом плане является разработка и конструирование новых перспективных аппаратов и систем, обеспечивающих наиболее полное сгорание топлива, а также снижение выбросов вредных веществ в атмосферный воздух.

Целью исследования является анализ газовых горелочных устройств, применяемых в настоящее время, выявление их достоинств и недостатков, а также проектирование горелочного устройства, сочетающего в себе наиболее перспективные и энергоэффективные решения.

Принцип работы всех газовых горелочных устройств приблизительно одинаков и основан на трех этапах. На первом этапе происходит подготовка топлива и воздуха с приданием им необходимых характеристик. Затем наступает этап смешения двух сред с образованием горючей смеси и, наконец, на третьем этапе горючая смесь воспламеняется с помощью специальных устройств и происходит ее горение.

Многоотраслевой характер применения газовых горелок и стабильный спрос на рынке обусловили многообразие конструкций в настоящее время. Газовые горелки можно классифицировать по различным признакам, одним из которых является способ подвода воздуха для горения. Разработана классификация горелочных устройств (см. рис. 1).

Анализ показал, что наиболее простыми по конструкции являются диффузионные горелки, в которых газ и воздух смешиваются в топке вследствие взаимной диффузии. Преимуществами данного типа горелок являются простота конструкции, устойчивость к проскоку пламени, безопасность и широкие пределы регулирования тепловой мощности горелки. Недостатками диффузионных горелок являются высокая степень загрязнения атмосферы продуктами от неполного сгорания газа и необходимость повышения коэффициента избытка воздуха по сравнению с горелками, работающими по принципу кинетического горения.

В дутьевых горелках необходимый для горения воздух подается вентилятором. К основным достоинствам данных горелок относятся сжигание большого количества газа, возможность подогрева газа и воздуха. К недостаткам – высокая шумность работы, габаритность, постоянное обслуживание и замена изнашиваемых элементов.

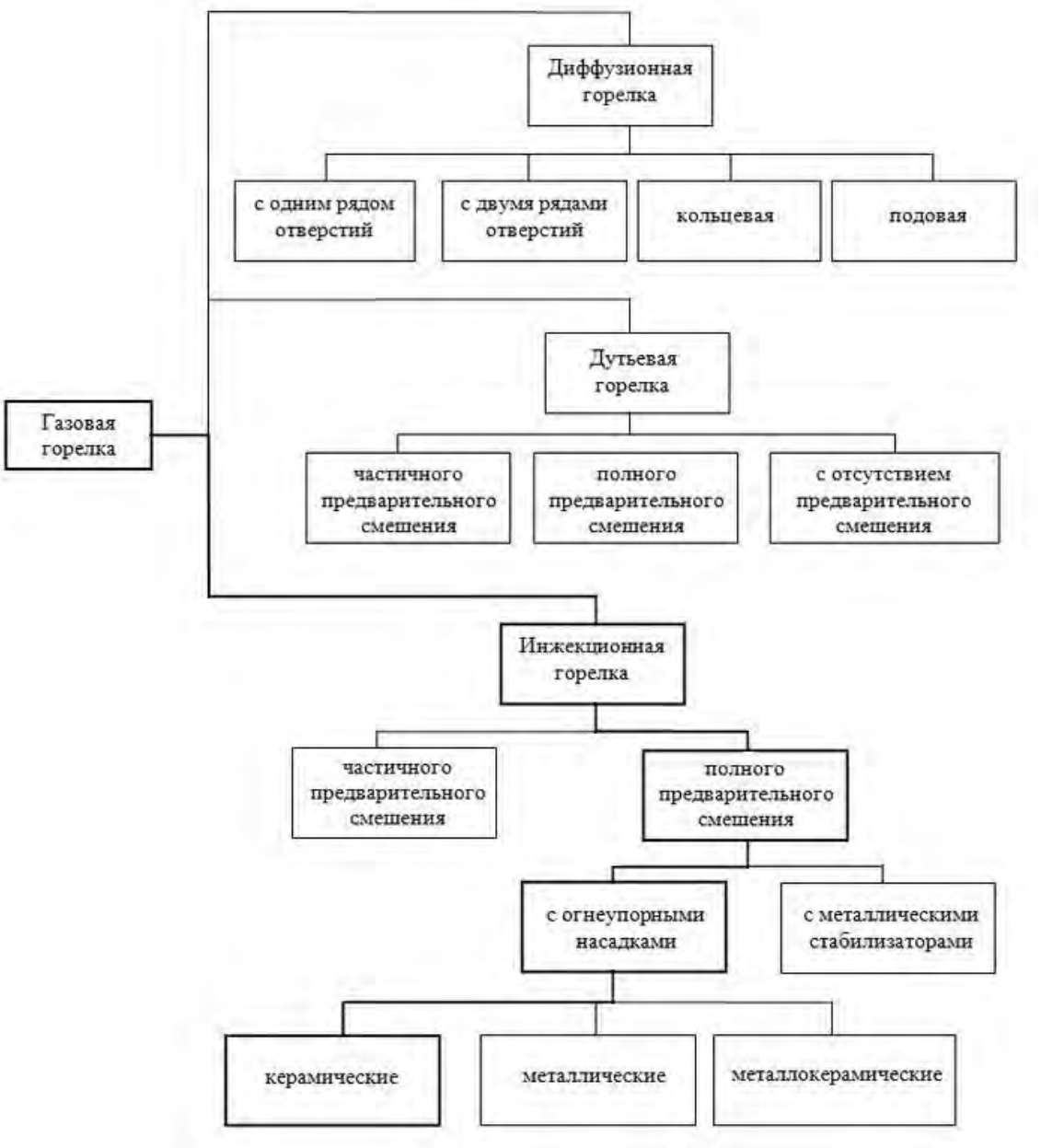


Рис. 1. Классификация газовых горелок
(усиленными линиями выделено наиболее перспективное направление исследования)

Инжекционные горелки – это горелки, в которых необходимый для процесса горения воздух инжектируется в корпус горелки газовой струей. В зависимости от этого они подразделяются на горелки частичного предварительного смешения, чаще всего их называют атмосферными, и горелки полного предварительного смешения, когда в топку подается уже готовая для горения

смесь газа и воздуха. Последние горелки требуют установки металлических стабилизаторов или огнеупорных насадок для предупреждения отрыва и проскока пламени.

Металлический стабилизатор представляет собой стальные пластины, стянутые стержнями, которые создают зону обратных токов горячих продуктов сгорания и непрерывно поджигают газовоздушную смесь.

В горелках с огнеупорными насадками газ сгорает с образованием малосветящегося пламени, под действием которого насадка нагревается и создает мощное тепловое излучение, нагревая при этом окружающие предметы. Преимуществами горелок с огнеупорными насадками являются полное сгорание топлива, возможность сжигания газа с небольшими избытками воздуха, возможность достижения высоких температур горения, передача значительного количества теплоты инфракрасными лучами. Но также у них есть свои недостатки, а именно отсутствие тепловой изоляции и невысокая прочность насадки.

На основании проведенного обзора и патентного поиска авторами предложено горелочное устройство на основе инжекционно-радиационного способа сжигания газообразного топлива, относящегося к газовым беспламенным инжекционным горелкам с огнеупорными насадками.

Цель данной разработки – снижение потерь тепловой энергии через конструкцию устройства, повышение стойкости пористого насадка к меняющимся тепловым нагрузкам, более полное сжигание топлива за счет комбинации способов сжигания и дожигания топливно-воздушной смеси, а также увеличение надежности горения путем применения отказоустойчивых материалов огнеупорной насадки.

Цель достигается использованием в горелочном устройстве зернистонасыпного насадка из жаростойкой керамики или металлокерамики, включая стабилизатор горения (конструкция уточняется). Корпус горелки будет представлять из себя стандартный вариант инжекционной горелки с надстройкой комплексной насадки для дожигания топлива.

В результате математического и компьютерного моделирования конструкции предлагаемой горелки в соответствии с методикой, изложенной в работе [2], будут получены новые эксплуатационные свойства, обеспечивающие эффективное сжигание газообразного топлива и отвечающие экологическим стандартам и требованиям.

1. Синицын, А.А. Современные проблемы изучения горения / А.А. Синицын // Вузовская наука – региону: Материалы четвертой Всероссийской конференции: в 2 томах; ответственный редактор В.А. Шорин. – Вологда, 2006. С. 117-120.

2. Синицын, А.А. Моделирование процессов в теплогенераторе на основе пульсирующего горения / А.А. Синицын // Электронный научный журнал «Исследовано в России». – 2006. – Т. 9. – С. 1129-1136.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

А.А. Ванюшин, А.А. Макаров
Научный руководитель ***Н.Г. Баширов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В природе постоянно осуществляются только необратимые процессы, так как все идеальные (обратимые) процессы не могут в природе происходить. В каждом реальном процессе постоянно изменяются параметры состояния тела, так называемые функции состояния. Т.е. всегда происходит изменения каких-либо параметров состояния этой системы во времени (температура, давление и т.д.).

Как показывает действительность, оценка степени эффективности отопления помещения, другими словами КПД отопления помещений, нельзя определить с помощью общепринятого коэффициента полезного действия. На том основании, что КПД кого-либо процесса всегда должен учитывать отношение полезной энергии (работы) к суммарно затраченной энергии (работе), а при отоплении нельзя определить с помощью понятий энергии и работы (т.е. с помощью первого закона термодинамики) количество полезной работы, идущей на нагрев помещений из всей затраченной теплоты. Дело в том, что при отоплении помещения вся подводимая теплота от радиатора необратимо и полностью уходит (диссипирует) в окружающую среду.

Теплопроводность также представляет собой необратимый процесс, т.к. тепло самопроизвольно всегда передаётся только в одном направлении. Эти процессы описывает второй закон термодинамики с помощью понятия энтропии. Согласно второму закону термодинамики, мы можем использовать известную функцию состояния энтропию S, которая всегда возрастающая при необратимых процессах. Поэтому необратимый процесс переноса теплоты всегда происходит с увеличением энтропии. Это объясняется тем, что при необратимых процессах часть энергии системы диссипирует (например, при трении или теплопроводности) и эта энергия всегда в конце концов превращается в теплоту, а как известно, положительная теплота по второму закону термодинамики увеличивает энтропию системы $dS = \frac{dQ}{T}$.

Поэтому главным понятием для оценки эффективности отопления помещений является понятие производство энтропии, т.е. степень диссипации энергии при отоплении.

Как известно, мощность переданного теплового потока через стенку из одной среды в другую описывается общепринятым уравнением [1]:

$$Q = k \cdot (T_1 - T_2) = \frac{1}{R}(T_1 - T_2),$$

где R– коэффициент термосопротивления теплопередачи всей стены [$\frac{^0K}{Bm}$],

k – коэффициент теплопередачи $\frac{^0K}{Bm}$.

Для учета эффективности и отопления найдем количество рассеянной диссипированной теплоты, т.е. производство энтропии. Как известно, уравнение мощности производства энтропии (рассеяния энергии) по Онзагеру формулируется через обобщенную плотность потока теплоты Q и обобщенную термодинамическую силу X формулой $\sigma = \sum Q \cdot X$.

В общем виде развернутая формула $\sigma = \sum Q \cdot X$ производства энтропии при теплопередаче теплоты через стену, имеющую ненулевое термическое сопротивление, имеет вид:

$$\sigma = \frac{d_i S}{d\tau} = \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \cdot Q = \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \cdot \frac{1}{R} \cdot \left(T_1 - T_2\right), \qquad (1)$$

где $Q = \frac{1}{R} \cdot \left(T_1 - T_2\right)$ – тепловой поток, $X = \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}$ – термодинамическая сила.

Перепишем уравнение производства энтропии тепловым потоком, введя параметр отношение температур сред: $X = \frac{T_2}{T_1}$. Тогда уравнение производство энтропии (1) примет вид:

$$\sigma = \frac{d_i S}{d\tau} = \frac{(1 - X)^2}{X} \quad . \qquad (2)$$

Использование отношений температур дает возможность избежать величины произведения температур, т.к. произведение температур на практике не имеет физического смысла [1].

Максимальная диссипация энергии (рассеяние теплоты) достигается при полной передаче высокотемпературной энергии в окружающую среду с низкой температурой, например при отсутствии стены. Как известно, диссипация энергии будет меньше, если в процессе теплопередачи часть тепловой энергии каким-то способом можно будет использовать в виде механической или химической энергии. Например, в двигателе внутреннего сгорания для получения механической работы в процессе передачи теплоты от нагревателя к холодильнику часть теплоты превращается в работу. Но при отоплении помещения такой явной полезной работы как будто не происходит. Однако термодинамический анализ показывает, что при отоплении работа совершается: при непрерывном процессе рассеивания энергии в окружающую среду «попутно» происходит непрерывный процесс поддержания температуры (внутренней энергии) воздуха в помещении в высоком состоянии, чем в окружающей среде. В

такой технологии рассеивания энергии часть теплоты идет на повышение температуры стены, которая попутно повышает температуру комнаты. Это, как известно, в термодинамике характеризуется понятием увеличения негэнтропии процесса передачи теплоты, которая растолковывается как обратная по смыслу величина рассеяния энергии, т.е. полезная работа. Отсюда разность величин максимально возможного рассеяния энергии в окружающую среду и частичного рассеяния энергии в данной конкретной системе отоплении здания можно отождествить с совершением полезной работы при отоплении помещения dA:

$$dA = d_i S_{\max} - d_i S \,. \tag{3}$$

Пользуясь введенным понятием эффективности теплофизического процесса как отношение изменения полезной работы к максимально возможному изменению энтропии, находим величину полезного отопления:

$$\eta = \frac{dA}{d_i S_{\max}} = 1 - \frac{dA}{d_i S_{\max}} \,. \tag{4}$$

Произвели несколько расчетов по данным формулам. За основу взята обычная комната, радиатор и стена.

Приводим графики производства энтропии при теплопередаче:

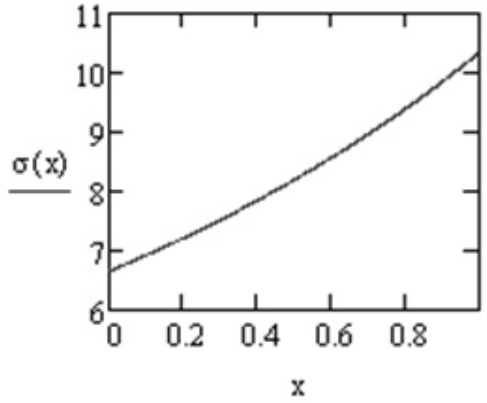


Рис. 1. Расчет производства энтропии

И диссипированной энергии через стенку:

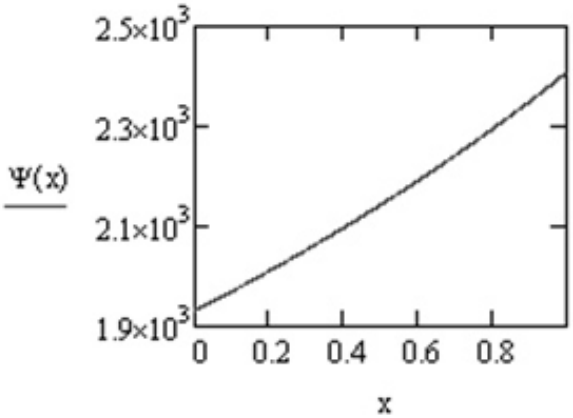


Рис. 2. Расчет диссипации

Данные формулы и полученные расчеты смогут определить КПД отопления различных помещений и получить приблизительные числовые значения.

В дальнейшем будем рассматривать механизм процесса негэнтропии и как именно она связана возникающим производством энтропии при теплопередаче через стенку зданий.

1.Требунских, С.А. Энтропийная эффективность теплопотребляющих объектов / С.А. Требунских, А.Г. Батухтин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – № 2 (123). – 2011. – С. 91-99.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРА УТИЛИЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОДОГРЕВА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

А.А. Евстафьева
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На металлургических предприятиях летом очень часто утилизационные установки – котлы-утилизаторы, установки сухого тушения кокса, системы испарительного охлаждения и др. – дают много лишнего пара, вследствие чего его приходится сбрасывать в атмосферу или отключать некоторые установки, например котлы-утилизаторы.

Обычно питательную воду подогревают за счет пара из регенеративных отборов паровых турбин при высоком давлении, из-за чего происходит недовыработка электроэнергии этим паром. Регенерация позволяет экономить топливо, сжигамое в котле, но снижает выработку электроэнергии. Но если есть бесплатный пар от утилизационных установок, который летом не используется, то можно подогревать этим паром питательную воду на электростанции, а высвобожденный пар регенеративных отборов будет работать в турбине до конечного давления в конденсаторе, повышая электрическую мощность турбины. При этом расход топлива в котлах ТЭЦ не изменится [1].

Питательная вода – это вода, которую подают питательные насосы в паровой котел, чтобы возместить убыли воды, ушедшие в виде пара [2].

В данной статье рассматривается метод развития электроснабжения на металлургических предприятиях, в состав которых входит ТЭЦ-ПВС. Предлагается установить дополнительное оборудование, чтобы подогревать питательную воду. Питательную воду можно подогревать теплотой уходящих газов газотурбинной установки на ТЭЦ-ПВС.

Газотурбинная установка (ГТУ) – это энергетическая установка, состоящая из газовой турбины, электрогенератора, газовоздушного тракта и вспомо-

гательный устройств, в нашем случае это котел-утилизатор. Газотурбинная установка состоит из двух частей в общем корпусе, это силовая турбина и электрический генератор. С помощью потока газа высокой температуры в силовой турбине создается крутящий момент. Если использовать газотурбинную установку совместно с котлом-утилизатором, то КПД установки увеличивается. Газотурбинная установка может работать на жидком и на газообразном топливе. Есть 2 режима: рабочий и аварийный. Газотурбинная установка в энергетике работает как в базовом режиме, так и в пиковые нагрузки. Оптимальным режимом для газотурбинной установки является комбинированный режим, когда идет выработка тепловой и электрической энергии.

Экономический эффект нового оборудования достигается за счет дополнительного производства электроэнергии и пара. ТЭЦ-ПВС является составной частью предприятия, которая производит иную продукцию, издержками производства является электроэнергия.

Экономический эффект метода рассчитан на отказе предприятия от закупки электроэнергии на стороне, количество которой соответствует дополнительной энергии от газотурбинной установки, установленной на ТЭЦ-ПВС, и от количества пара, полученного на котлах-утилизаторах.

Возьмем для примера ТЭЦ с установленными мощностями:

- электрической – 300 МВт,
- тепловой паровых котлов – 5162 кДж/ч,
- в том числе тепловая мощность турбоагрегатов 2405 кДж/ч,
- тепловая мощность водогрейных котлов – 2262,6 кДж/ч.

Для развития системы электроснабжения на металлургическом производстве, в состав которого входит ТЭЦ-ПВС, предлагается установить газотурбинную установку мощностью 16 МВт, работающую на природном газе.

В результате рассмотрения стоимостных и технических характеристик газотурбинных установок, которые выпускают отечественные производители, к установке на предприятии предлагается энергетический газотурбинный агрегат ГТЭ-16 ЗАО «Уральский турбинный завод».

При выборе данного типа турбины повлияли показатели:

- ГТЭ-16 экономична;
- проста по конструкции, сервисное обслуживание производится на месте, не нужно демонтировать и отправлять на предприятие изготовитель;
- надежна в использовании, автоматизирована системой управления технологическими процессами, благодаря этому обеспечивается нормальная работа без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

За ГТУ устанавливается паровой котел-утилизатор. Котел-утилизатор – это агрегат использующий теплоту уходящих газов различных технологический установок, таких как мартеновские печи, газотурбинные установки обжиговых и сушильных барабанных печей, вращающихся и туннельных технологических печей, установок крекинга. Котлы-утилизаторы не имеют всех

элементов, которые есть в топливосжигающих котлах. Воздухоподогреватель и топка в КУ отсутствуют, так как газы, используемые в котле-утилизаторе, идут от газотурбинной установки. Пар, получаемый от котла-утилизатора, имеет невысокие параметры: температура до 400ºС и давление до 50 атмосфер. Котлы-утилизаторы применяются в химической, металлургической промышленности, нефтяной, пищевой, текстильной, производстве строительных материалов и иных отраслях промышленности.

При рассмотрении вариантов данного оборудования выбирается котел-утилизатор паропроизводительностью 50т/ч, $P_{раб}$=18кгс/см^2. Выработка дополнительной электроэнергии происходит за счет перераспределения паровой нагрузки станции.

Котел-утилизатор предназначен для совместной работы с ГТУ.

Котел предназначен для утилизации теплоуходящих газов ГТ и может работать в следующих режимах:

- в автономном – выработка пара за счет сжигания природного газа;
- утилизационном – выработка пара за счет использования тепла уходящих газов ГТУ;
- в комбинированном – выработка пара за счет утилизации тепла выхлопных газов и дополнительного сжигания природного газа с использованием имеющегося в выхлопных газах избытка воздуха в качестве окислителя.

Таким образом, при установке ГТУ на ТЭЦ с электрической мощностью 300 МВт возможна выработка дополнительной электроэнергии, что хорошо скажется на экономике любого предприятия. На основании технико-экономических расчетов, данное оборудование окупится, благодаря ГТУ, примерно за 1 год. Учитывая, что средний срок окупаемости для предприятий 5 лет, данный проект является экономически эффективным и рекомендуется к использованию.

1. Гичёв, Ю.А. Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий / Ю.А. Гичёв. – Днепропетровск: НМетАУ, 2012. – 63 с.

2. Ривкин, С.Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С.Л. Ривкин, А.А. Александров. – Москва: Энергия, 1980. – 424 с.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОСЕТЕЙ

Е.Д. Казакова
Научный руководитель ***Е.А. Бирюзова****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

В настоящее время с каждым годом возрастают тарифы на теплоснабжение, что связано, кроме всего прочего, с потерями тепла при транспортировании его от производителя до потребителя. По оценкам специалистов около 70% тепла не доходит до потребителя, из них 40% теряется в теплосетях. Проблема снижения теплопотерь в теплосетях может быть решена путем масштабного внедрения современных теплоизолирующих конструкций на основе высокоэффективных теплоизоляционных материалов [1, 2, 3].

Целью анализа, проведенного в работе, является определение лучшего теплоизоляционного материала, который соответствует всем основным требованиям, предъявляемым к теплоизоляционным материалам.

Основными требованиями, предъявляемыми к теплоизоляционным материалам и конструкциям, являются:

– теплоизоляционная эффективность;

– эксплуатационная надежность и долговечность;

– пожарная и экологическая безопасность.

Показателями, которые характеризуют технические и эксплуатационные свойства теплоизоляционных материалов, являются: плотность, теплопроводность, температуростойкость, прочность на сжатие при 10% деформации (для жестких и полужестких материалов), горючесть, водостойкость.

Долговечность теплоизоляционных конструкций зависит от конструктивных особенностей и условий эксплуатации, включающих местонахождение изолируемой конструкции, режим работы оборудования, степень агрессивности окружающей среды и интенсивность механических воздействий. Срок службы теплоизоляционного материала в большей степени определяется качеством защитного покрытия.

В практике утепления трубопроводов широкое распространение получила тепловая изоляция на основе каменной ваты, как наиболее полно соответствующая перечисленным выше требованиям. Главным преимуществом этого утеплителя является то, что это экологически чистый материал, так как сделан он из расплавленных пород габбро-базальта. Кроме того, имеет стойкость к огню, высокой температуре и не боится агрессивного воздействия кислот.

Не менее популярна теплоизоляция из ППЭ. Полиэтиленовая пена имеет пористую структуру с закрытыми ячейками, что исключает насыщение мате-

риала водой и прохождение через него водяного пара. Имеет низкую плотность.

Эффективным материалом является изоляция из вспененного синтетического каучука. Изделия производятся в виде цилиндров (трубок) или эластичных листов и плит. Материалы из вспененного каучука имеют пористую структуру с закрытыми ячейками и температуру применения от -70 до +110°С. Характеризуются хорошей гибкостью, долговечностью, влагостойкостью, а также устойчивостью к воздействию плесени и атмосферных явлений.

Не так давно появилась тенденция к переходу на предизолированные трубопроводы с ППУ-изоляцией. К преимуществу таких трубопроводов относится низкий коэффициент теплопроводности материала ППУ (0,033 Вт/(м·°С). Однако изоляция из ППУ имеет низкую температурную стойкость – до 130°С (при кратковременном воздействии до 150°С) и механическую прочность.

Пенополимерминерал (ППМ) более 20 лет применяется в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов диаметром до 500 мм. Имеет сложную структуру, которая совмещает в себе функции теплоизоляционного материала и гидроизоляционного покрытия. Имеет температуру применения до 150°С, коэффициент теплопроводности 0,035–0,041 Вт/(м·°С).

Для изоляции трубопроводов также применяются пеностекло – формованный материал (плиты, сегменты) с закрытыми порами, негорючий, с температурой применения от -260 до 500°С. Имеет высокую стоимость и низкую ударную прочность.

Жидкое керамическое покрытие, так называемая теплая краска, сочетает в себе практически все необходимые качества: легкость нанесения, высокие защитные свойства. Преимуществом жидкой теплоизоляции Re-Therm является низкий коэффициент теплопроводности – 0,001 Вт/(м·°С) (ниже теплопроводности воздуха) и температурный режим эксплуатации от -60 до +250°С. Преимуществом жидкой теплоизоляции ТТМ-В является негорючесть и отсутствие токсичности.

Сравнение технических характеристик всех рассмотренных теплоизоляционных материалов приведено в таблице.

Таблица

Технические характеристики теплоизоляционных материалов

Характеристика	Камен. вата	ППЭ	ППУ	Вспен. каучук	Пено-стекло	ППМ	Re-therm	ТТМ-В
Плотность, кг/м³	40–210	30	60	50–70	80–200	270	509	200–310
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,038 – 0,045	0,042	0,03	0,038 – 0,043	0,065	0,035 – 0,041	0,001	0,054

Продолжение таблицы

Характеристика	Камен. вата	ППЭ	ППУ	Вспен. каучук	Пено-стекло	ППМ	Re-therm	ТТМ-В
Водопоглощение по объему, %	12–30	0,6	1–3	1–3	5	0,5	3	15–50
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,25 – 0,3	0,001	0,02 – 0,05	0,02 – 0,07	0	0,17	0,012	0,012
Прочность на сжатие, МПа	4–60	0,2	0,2	1	0,3–2	1,2	2	2–5
Группа горючести	НГ, Г1	Г1	Г3–Г4	Г1	НГ	Г4	Г1	НГ
Группа воспламеняемости	В1	В2	В3	В2	–	В2	В1	–
Группа дымообразующей способности	Д1	Д3	Д3	Д3	–	Д2	Д1	–
Температурный режим эксплуатации, °С	от-60 до +400	от-80 до +150	от 70 до +150	от-50 до +110	от-80 до +100	до +150	от-60 до +250	от-20 до +250
Токсичность	Т1	Т2	Т3	Т2	–	Т3	Т1	–
Долговечность	50 лет	50 лет	30 лет	25 лет	100 лет	30 лет	15 лет	15 лет
Цена, руб./п.м	199	732	604	696	1620	696	287	849

Показателю низкой теплопроводности соответствуют теплоизоляционные материалы ППУ и Re-Therm. По долговечности теплоизоляция ППУ превосходит Re-Therm, но по группе горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности и токсичности отстает. Кроме того, жидкая изоляция имеет температурный режим эксплуатации намного выше, чем ППУ. По экономическому показателю теплоизоляция Re-Therm превосходит теплоизоляцию ППУв два раза.

В результате проведенного анализа и учета основных предъявляемых требований к теплоизоляционным материалам наиболее эффективной теплоизоляцией является Re-Therm.

1. Бирюзова, Е.А. Методы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения [Электронный ресурс] / Е.А. Бирюзова // Известия юго-западного государственного университета. – 2011. – № 5–2 (38). – С. 389–392. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id =17263924

2. Бирюзова Е.А. Повышение энергоэффективности современных систем теплоснабжения [Электронный ресурс] / Е.А. Бирюзова. // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: сборник статей XIV Международной научно-технической конференции / под редакцией Н.Н. Ласькова. – Пенза: Издательство: Автономная некоммерческая научно-образовательная

организация «Приволжский Дом знаний». 2014. – С. 23–26. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id= 23544805

3. Бирюзова Е.А. Повышение энергоэффективности тепловых сетей за счет применения современных теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс] / Е.А. Бирюзова. // Региональная архитектура и строительство. №1. – Пенза: Изд-во: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. 2013. – С. 62–66. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=18778211

4. ГОСТ 9573-2012 Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия. – Введ. 01.07.2013. – Москва. – 10 с.

5. ТУ 2244-069-04696843-00 Энергофлекс. Изделия из пенополиэтилена. Технические условия. – Введ. 28.07.2000. – Москва. – 11 с.

6. ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия. – Введ. 01.01.2008. – Москва. – 48 с.

7. ТУ 5768-001-55258056-04 Изделия теплоизоляционные из эластомерных материалов на основе вспененных синтетических каучуков. – Введ. 01.12.2004. – Москва. – 25 с.

8. ГОСТ 33949-2016 Изделия из пеностекла теплоизоляционные для зданий и сооружений. Технические условия. – Введ. 01.07.2017. – Москва – 15 с.

9. ГОСТ Р 56227-2014 Трубы и фасонные изделия стальные в пенополимерминеральной изоляции. Технические условия. – Введ. 09.01.2015. – Москва. – 24 с.

10. ТУ 2316-112-00209600-2009. Теплозащитное покрытие RE-THERM. Технические условия.

11. ТУ 2257-001-50906007-2015. Трудногорючий теплоизоляционный материал «ТТМ-В». Технические условия. – Введ. 20.01.2015. – Санкт-Петербург. – 11 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРОЦЕССОВ

В.А. Куницкий, Е.Ю. Кузнецова, О.С. Юхтарова
Научный руководитель ***Н.Г. Баширов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время в учебных программах высших учебных заведений курс термодинамики преподаётся и объясняется на примере идеальных, равновесных и обратимых процессов. В ходе такого обучения студенты получают базовое представление о природе физических процессов, которое не отражает в полной мере процессы, протекающие в реальном мире. Эффективность практического применения полученных студентами знаний напрямую зависит от того, насколько точно эти знания отражают физические системы в реальном мире.

В связи с этим возникла проблема исследования устройства реальных физических неравновесных необратимых процессов с дальнейшей переработкой информации для предложения к ознакомлению студентами разных ступеней подготовки (бакалавриат и магистратура).

Исследование предлагается начать знакомством с уже существующей информационной базой по тематике равновесных и неравновесных процессов. Дадим определение объектам нашего исследования.

Неравновесный процесс – физический процесс, характеризующийся сменой неравновесных состояний, т.е. неоднородностью по величине и распределению параметров (температуры, давления, плотности, концентрации вещества).

Необратимый процесс – это процесс, который невозможно провести в обратном направлении через все те же промежуточные состояния. Все реальные процессы необратимы.

Для конкретного описания неравновесных процессов попробуем выделить ряд основных свойств, характерных для всех реальных процессов. Глобально выделим два типа изменений:

- принудительное (вынужденное), происходящее под действием каких-либо сил (например, нагрев тела внешним источником теплоты);
- самопроизвольное, происходящее за счет внутренних собственных сил (например, остывание тела после выключения источника теплоты).

Природа процесса изменений может быть характеризована рядом свойств:

- все реальные процессы идут в сторону установления равновесия;
- при протекании процесса обязательно происходит диссипация энергии (энергия рассеивается в виде теплоты или бесполезной работы);
- при протекании процесса изменений также параллельно в этой же системе протекает обратный процесс к диссипации энергии – структуризация

системы (данное явление было открыто Ильёй Пригожиным и относится к теме изучаемых им «диссипативных структур);

Для точного описания неравновесных процессов необходимо ввести функции состояния системы при изменениях параметров внутри неё.

В научном сообществе есть ряд мнений, указывающий на то, что одной из таких функций может выступить функция термодинамического времени. Данная функция представляет собой временно-подобное свойство самой системы, характеризующее протекание самопроизвольного процесса. Также она является носителем информации, определяющей ход самопроизвольного процесса.

Обратимся к уже совершённым открытиям в области описания равновесных физических процессов для более ясного представления о возникновении новых функций. Таким открытием является введение функции энтропии для описания состояния равновесной системы, совершённое и обосновывающееся на основе принципа адиабатной недостижимости Каратеодори, а именно: около каждого состояния термически однородной системы существуют такие состояния, которые недостижимы из него адиабатным равновесным путём.

Физический смысл принципа адиабатной недостижимости состоит в следующих утверждениях:

• утверждении, что у всякой системы существует новая функция состояния, которая при равновесных адиабатных процессах не изменятся (энтропия);

• элементарное количество теплоты имеет общий интегрирующий множитель λ. Другими словами $\delta Q = \lambda dS$. Следовательно, можно показать, что среди интегрирующих множителей имеются множители, зависящие только от температуры – $\lambda = f(t)$. Функцию энтропии можно принять за меру температуры.

Детально разберём различия между равновесным и неравновесным процессами.

Равновесный процесс, т.е. переход в другое состояние с другими параметрами-функциями состояния мы представляем, что происходит мгновенно или бесконечно долго, т.е. без учета времени. В каждой точке тела в любой момент времени успевает установиться одинаковый параметр состояния – одна температура, одно давление и т.д. В равновесном процессе – переходе нет понятия времени, оно лишнее.

Любой неравновесный процесс самобытен, т.е. каждый неравновесный переход в новое состояние в природе уникален. Это означает, что процесс происходит специфично для каждого случая неравновесного перехода в зависимости от внешних и внутренних обстоятельств: с различными скоростями, при различных условиях и т.д.

Неравновесные же процессы происходят в реальном мире, поэтому не могут рассматриваться вне пространства и времени. Необходимо определить и описать каждое неравновесное состояние, которое принимает система во время изменения-перехода.

При неравновесных процессах необходимо определить и описать процесс диссипации энергии, так как он является ключевым при протекании реального физического процесса и даёт полную картину распределения энергии и совершения работы системой.

Таким образом, мы выделили несколько направлений исследования неравновесных процессов: временная характеристика процесса и энергетическое распределение внутри неравновесной системы.

1. Пригожин, И.Р. Введение в термодинамику необратимых процессов: монография / И.Р. Пригожин. – Москва: ИЛ, 1960. – 150 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ АММИАКОМ

А.Д. Трапатанов
Научный руководитель ***К.В. Аксенчик****, канд. техн. наук*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Физико-химические процессы в производстве фосфатов аммония во многом зависят от стадии нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком. Стадия нейтрализации оказывает влияние на состав и свойства получаемого продукта, энергоемкость и производительность технологического процесса [1].

Нейтрализация чистой фосфорной кислоты приводит к образованию фосфатов аммония (реакции 1, 2). При содержании в кислоте примесей процесс претерпевает изменения в зависимости от состава фосфорной кислоты. Состав пульпы определяется протеканием реакций [2]:

$$NH_3 + H_3PO_4 = NH_4H_2PO_4\ , \quad (1)$$

$$2NH_3 + H_3PO_4 = (NH_4)_2HPO_4\ , \quad (2)$$

$$MgO + H_3PO_4 + 2H_2O = MgHPO_4 \cdot 3H_2O\ , \quad (3)$$

$$CaO + H_3PO_4 + H_2O = CaHPO_4 \cdot 2H_2O\ , \quad (4)$$

$$Al_2O_3 + 2H_3PO_4 = 2AlPO_4 + 3H_2O\ , \quad (5)$$

$$Fe_2O_3 + 2H_3PO_4 = 2FePO_4 + 3H_2O\ , \quad (6)$$

$$2NH_3 + H_2SiF_4 = (NH_4)_2SiF_6\ , \quad (7)$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4\ . \quad (8)$$

В производстве фосфатов аммония, помимо экстракционной фосфорной кислоты, применяются технологические растворы, имеющие различное содержание P_2O_5, поэтому для обеспечения оптимального технологического режима необходим четкий контроль состава кислоты, реализация которого упрощается при применении ЭВМ и математической модели.

Структура математической модели процесса нейтрализации представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структура математической модели процесса нейтрализации

Математическое описание химико-технологического процесса в общем виде представлено системой уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m} G_i = 0 \\ \sum_{k=1}^{n} Q_k = 0 \\ G_l = f(Q_j) \end{cases}. \quad (9)$$

Первое уравнение выражает материальный баланс, второе – тепловой баланс, а третье – взаимосвязь их статей.

Для процесса нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком третье уравнение системы (9) представляет собой зависимость количества испаряемой влаги, а значит и влажности получаемой пульпы, от избытка выделяющейся теплоты. Таким образом, модель описывается системой уравнений

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{8} G_i = 0 \\ \sum_{i=1}^{6} Q_i = 0 \\ G_{H2O}^{ост} = G_8 - \frac{Q_6}{r} \end{cases}. \quad (10)$$

Здесь Q_6 – избыток теплоты, расходуемый на испарение влаги, кДж/ч, r – теплота испарения воды, кДж/кг.

Зависимость количества испаряемой влаги от избытка теплоты определяется в основном протеканием реакций (1, 2), содержанием P_2O_5 в кислоте и мольным отношением NH_3:H_3PO_4.

Для каждого состава кислоты и мольного отношения существует интервал концентраций P_2O_5, при которых нейтрализация кислоты аммиаком целесообразна. Этот интервал ограничен, с одной стороны, необходимостью поддержания вязкости и текучести пульпы для дальнейшей подачи на гранулирование, и, с другой стороны, необходимостью минимизировать энергозатраты на сушку [1]. При некоторой концентрации C_0 возможно полное испарение воды из пульпы.

Зависимости теплоты, необходимой для испарения влаги, и фактического избытка теплоты от содержания P_2O_5 для чистой фосфорной кислоты при

мольном отношении 1,5 представлены на рис. 2. Расчеты были проведены по методикам [2].

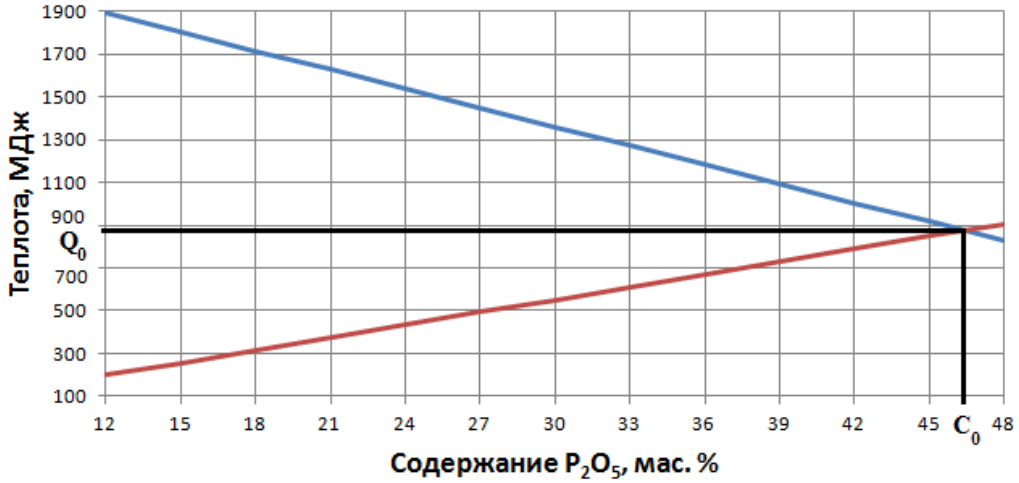


Рис. 2. Зависимость теплоты, необходимой для испарения влаги (1), и фактического избытка теплоты (2) от содержания P_2O_5 в кислоте при мольном отношении 1,5

Для кислоты, содержащей примеси, ход процесса несколько меняется. Например, протекание реакций (2, 3) приводит к образованию кристаллогидратов, что связано с удалением из пульпы части воды. При выделении примесей в твердую фазу пульпа становится более густой и хуже поглощает аммиак. Поэтому концентрация исходной фосфорной кислоты не должна быть слишком высокой. Чем больше в кислоте примесей, тем ее концентрация должна быть ниже для того, чтобы компенсировать убыль воды, переходящей в твердую фазу с осадками, образующимися из примесей [3].

Оптимизация процесса нейтрализации достигается несколькими путями:

- проведением процесса при повышенном давлении. Применение данной технологии основано на зависимости теплофизических параметров воды, таких как температура кипения и теплота испарения, от давления. Повышенное давление способствует удержанию части влаги в пульпе и сохранению текучести, а также дает возможность применения более концентрированных растворов фосфорной кислоты [1] (рис. 3);

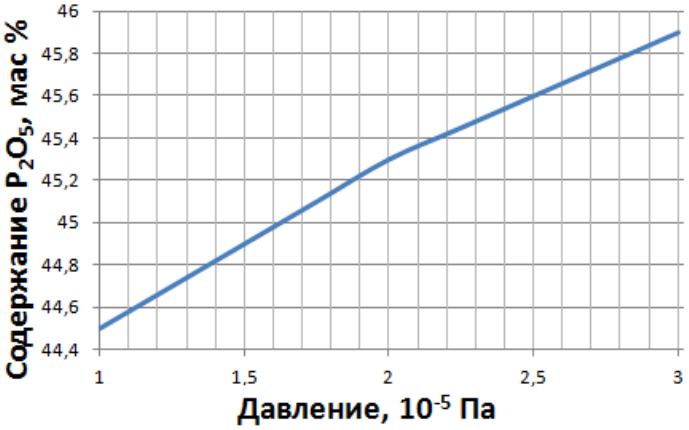


Рис. 3. Зависимость максимального содержания P_2O_5 в фосфорной кислоте от давления из расчета упаривания пульпы до 5% влажности при мольном отношении 1,5

- подачей на нейтрализацию смеси фосфорной кислоты и технологических растворов необходимого состава [1], [3]. Оптимальное содержание P_2O_5 определяется на основе теплового баланса процесса. Схема модели состава смеси кислот представлена на рис. 4.

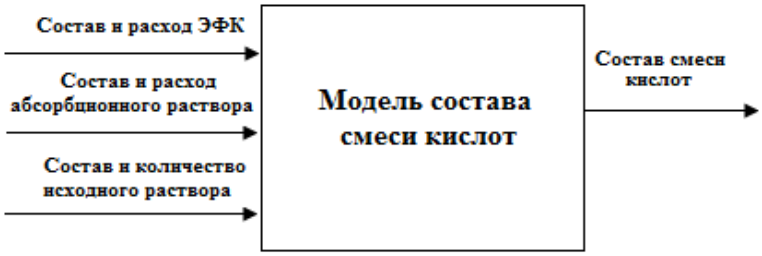


Рис. 4. Схема модели состава смеси кислот

Зная содержание компонентов и расходы по входящим потокам, содержание P_2O_5 и примесей в смеси кислот можно оценить соотношением:

$$C_{см} = \sum_{i=0}^{n} \frac{G_i \cdot C_i}{\sum G_i}, \qquad (11)$$

где $C_{см}$ – содержание компонента в смеси, мас. %, G_i – расход i-го потока, кг/ч,

C_i – содержание компонента в i-м потоке, мас. %, n – количество потоков. 0-й поток соответствует исходному раствору фосфорной кислоты;

- проведением процесса нейтрализации в две стадии. Сначала раствор кислоты аммонизируется до мольных отношений NH_3:H_3PO_4 < 1 в емкостных нейтрализаторах или скоростных аммонизаторах-испарителях (САИ), а затем происходит его донейтрализация до более высоких мольных отношений в аммонизаторах-грануляторах (АГ). Это способствует оптимальному распределению материальных и тепловых потоков [3]. Принципиальная схема двухступенчатой нейтрализации представлена на рис. 5.

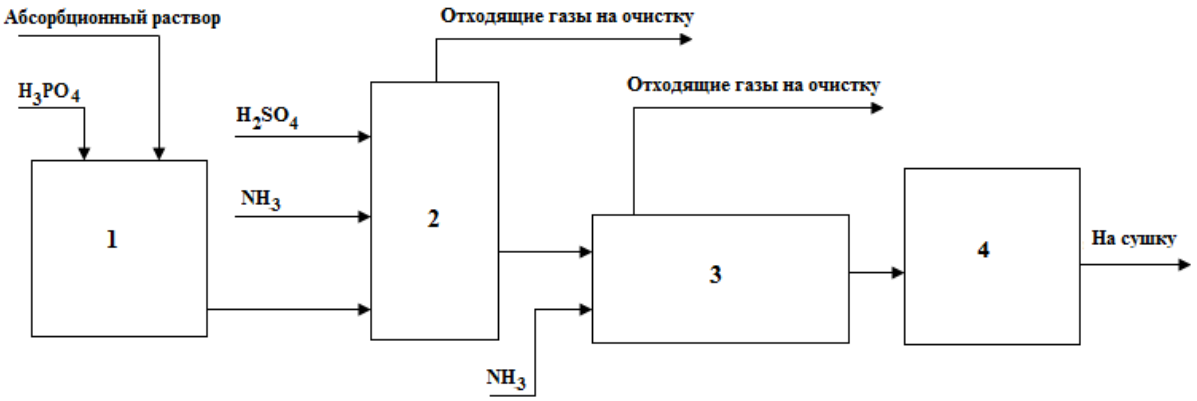


Рис. 5. Принципиальная схема двухступенчатой нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком: 1 – сборник кислоты; 2 – САИ; 3 – АГ; 4 – сборник пульпы

Описание химико-технологического процесса в данном случае состоит из систем уравнений, аналогичных (9), а расчет проводится в 2 этапа. Структура модели для второй стадии нейтрализации представлена на рис. 6.

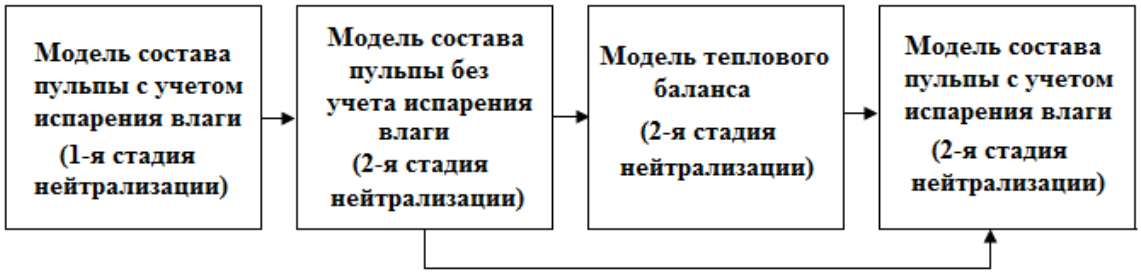


Рис. 6. Структура модели второй стадии нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком

Таким образом, нейтрализация фосфорной кислоты аммиаком является важнейшей стадией производства фосфатов аммония и определяет эффективность производства в целом. Для оптимизации процесса могут применяться различные мероприятия. Целесообразность мероприятий оценивается путем моделирования и технологических расчетов.

1. Кононов, А.В. Основы технологии комплексных удобрений / А.В. Кононов, В.Н. Стерлин, Л.И. Евдокимова. – Москва: Химия, 1988. – 320 с.
2. Расчеты по технологии неорганических веществ / под ред. М.Е. Позина. – Ленинград: Химия, 1977. – 496 с.
3. Технология фосфорных и комплексных удобрений / под ред. С.Д. Эвенчика, А.А. Бродского. – Москва: Химия, 1987. – 464 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Л.В. Чистяков
Научный руководитель ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В сентябре 2017 года была принята новая редакция Программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», в которой срок исполнения увеличен на 5 лет, приоритетными задачами которой являются: разработка континентального шельфа с помощью новых технологий и привлечение бизнесменов к решению основных вопросов реализации Программы.

Одним из основных направлений программы развития стратегических планов и задач является внедрение инновационных технологий при освоении аркти-

ческих богатств и улучшение качества жизни людей, находящихся долгий период времени на открытом воздухе в зимнее время (аварийно-спасательные службы, работники нефтегазодобычи и коммунальных объектов).

Энергосберегающим устройством, применяемым в различных сферах промтеплоэнергетики, является стационарный регенеративный канальный теплоутилизатор (СРКТ).

При моделировании СРКТ существует ряд проблем, определяющих отсутствие зависимости коэффициента теплоотдачи от температуры и длины канала в инженерной методике оценки эффективности подобных устройств при конструкторском и поверочном расчетах.

Актуальность исследований СКРТ и их практическую значимость определяют по упрощенной методике расчета, которая требует дальнейшей доработки.

Объектом данного исследования является средство защиты органов дыхания в условиях пониженных температур – тканевая маска с регенеративным теплообменником, которая позволяет уменьшить теплопотери организма через дыхание и избежать переохлаждения.

Данная работа является продолжением исследований эффективности подобных устройств по аналогии с работой [1]. Расчетно-экспериментальные исследования показали, что регенеративный теплообмен малых форм позволяет за короткий срок подогревать холодный вдыхаемый воздух за счет теплоты, саккумулированной в теплообменном устройстве, однако работы выполнялись в режиме покоя человека. Вопрос применения регенеративной тепловой маски актуален для людей, ведущих активный образ жизни, и здесь должны рассматриваться повышенная интенсивность вдоха-выдоха и скорость движения воздуха. Оценить это влияние на эффективность разработанного устройства позволят следующие расчетно-экспериментальные исследования.

Разработанная ранее математическая модель, описывающая процесс тепломассообмена и учитывающая температуру насадки как функцию от времени, носит явный периодический характер, и ее изменение зависит от начальной температуры насадки, коэффициентов теплоотдачи и температуры воздуха внутренней и наружной среды [2].

С помощью измерительного прибора CENTER 306 удалось проследить изменения температуры во времени при разных формах активности человека. Проводились многократные испытания в состоянии покоя, ходьбы и бега. Прибор регистрировал показания с дискретностью в 1 секунду в период эксперимента продолжительностью 5 минут.

С учетом полученных данных были построены зависимости температуры от времени при разных активностях. На рис. 1 показаны примеры для состояния покоя и бега.

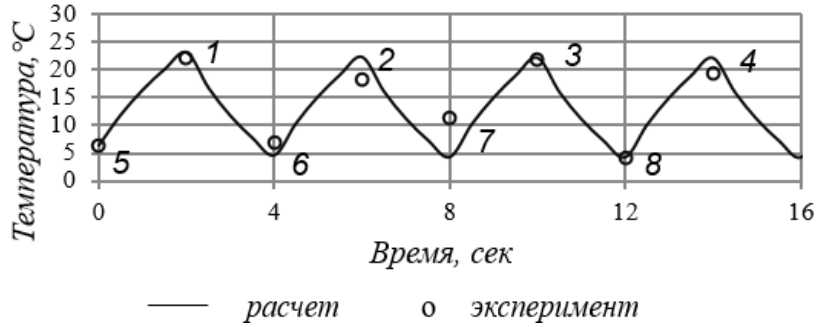
Приведем пример расчетно-экспериментальных исследований при -7°C.

А) состояние покоя



Время проведения испытания: 22:30-23:00
Влажность воздуха: 87%
Скорость ветра: 3м/с

Б) состояние бега



Время проведения испытания: 23:00-23:30
Влажность воздуха: 87%
Скорость ветра: 3м/с

Рис. 1. Пример расчетно-экспериментальных исследований при -7°С

Показательной является температура -7ºС: при переходе из состояния покоя в состояние бега амплитуда колебания температуры нагреваемого воздуха на входе в органы дыхания человека уменьшается, что определяется учащением дыхания без глубоких вдохов и выдохов. Испытания при различных температурах наружного воздуха показали, что при ее понижении амплитуда колебания температуры вдыхаемого подогретого воздуха уменьшается в состоянии покоя, а в состоянии бега – наоборот увеличивается. Однако данные испытаний коррелируют с расчетными данными, что говорит об адекватности построенной математической модели и эффективности устройства.

1. Сизанова, А.С. Особенности разработки новой продукции в рамках деятельности малых инновационных предприятий при вузе / А.А. Синицын, К.Й. Левринц, А.С. Сизанова // Научно-технический прогресс в черной металлургии: материалы трудов II Международной научно-технической конференции. – Череповец. – С. 334-336.

2. 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.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ НЕРАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ (МЕРА НЕРАВНОВЕСНОСТИ СИСТЕМЫ)

О.С. Юхтарова, В.А. Куницкий, П.А. Виноградов
Научный руководитель ***Н.Г. Баширов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В нашем вузе студенты специальностей направления «Теплоэнергетика» изучают только термодинамику равновесных процессов, так называемую термостатику. Чтобы использовать законы термодинамики в своей практической деятельности, необходимо, чтобы она адекватно описывала тепловые процессы. Классическая термодинамика, которая изучает только равновесные системы и квазистатические процессы (переходы) из одного состояния в другое, неприменима к неравновесным процессам.

Процессы, происходящие в равновесных процессах – это абстракция, т.к. в самом деле в реальности переход из одного равновесного состояния в другое равновесное состояние должен осуществляться изменением параметров – функций состояния системы с какой-то быстротой по времени. А классическая термодинамика предполагает этот переход мгновенно, абстрактно – без включения фактора времени. Таким образом, в меру переходных равновесных процессов не включен фактор времени.

В реальных работающих тепловых машинах (макросистемах), во-первых, нельзя установить равновесное состояние, например посредине процесса, и нельзя осуществить квазистатический (долгий по времени) переход хотя бы мысленно, т.к. для каждой установки этот переход свой.

Во-вторых, всем известно, что процесс (переход) из одного состояния к другому происходит непрерывно и без использования равновесных состояний и с какой-то скоростью, т.е. в системе устанавливается равновесное состояние только в конце процесса.

В-третьих, в реальности отклонения состояния от равновесия различных работающих тепловых установок бывают разными по величине, т.е. каждая работающая установка имеет свою произвольную степень неравновесности. Отсюда известные параметры состояния системы (функции состояния системы), использующиеся в классической термодинамике, нельзя применить для неравновесной термодинамики. Укажем причины.

Во-первых, параметры – функции состояния, использующие равновесной термодинамикой, такие как температура, энтропия, химический потенциал, определены только для равновесного состояния. Например, температура – это есть мера средней кинетической энергии движения молекул, и она имеет одну величину-температуру для данного равновесного состояния. А, как известно, в неравновесных переходах разные части установки имеют разные значения

температур. Как в данном случае определить, какая температура тела в данный момент времени?

Во-вторых, при значительном отклонении состояния системы от равновесия эти параметры невозможно определить.

Исследователи отмечают, что до сих пор не удается найти ни одну функцию состояния для описания неравновесного состояния и количественной характеристики процесса перехода из одного состояния в другое.

Перечислим некоторые попытки описания неравновесного состояния и степени неравновесности системы другими исследователями (на основе анализов Маслова).

К.А. Путилов в работе «Термодинамика» [2] показал, что неравновесное состояние и степень неравновесности системы можно определить на основе введения понятия **полного термодинамического потенциала**. Для этого неравновесный переход он сравнивает с равновесным переходом от начального состояния в конечное состояние системы. Полный термодинамический потенциал он понимает энергетически – через совершенную работу в двух сравниваемых процессах: равновесном и неравновесном переходе. Полный термодинамический потенциал предлагается ввести на основе сравнения максимальной работы равновесного (квазистатического процесса) $A_{\max}$ и фактически производимой неравновесной системой работой $A_{факт}$ при переходе от начального состояния в конечное состояние системы. Таким образом, он определяет убыль полного термодинамического потенциала $\Delta\varphi$ через сравнение величин совершенных работ в этих двух процессах:

$$\Delta\varphi = A_{\max} - A_{факт}.$$

При этом он использовал следующие ограничения на данный процесс: полный термодинамический потенциал зависит только от начального и конечного состояний системы и не зависит от пути перехода. Хотя полный термодинамический потенциал в данном случае является функцией состояния неравновесной системы, но, во-первых, автором не учитывается сам процесс фактического производства работы между началом и концом перехода. Во-вторых, К.А. Путилов использовал предложенный им подход для описания процессов, где одновременно совершается несколько видов работы, например тепловая, химическая, электрическая и осмотическая. В самом деле, на практике происходят так называемые перекрестные процессы: так, градиент электрического потенциала вызывает сопряженный с ним поток электрических зарядов, например ионов. Но, поскольку ионы имеют материальный носитель – массу, то одновременно также переносится поток массы. Можно напомнить и другие перекрестные процессы, как эффект Зеебека, эффект Пельтье, эффект Томсона, термодиффузия, электрофорез и др.

Поэтому, учитывая только один вид работы в своей формуле, другие виды работы он перечисляет к неиспользованным видам работы. Таким образом,

понятие неравновесности системы автор отождествляет с неиспользованием каких-то видов работы. В-третьих, им не рассматривались процессы, протекающие с конечными скоростями. В-четвертых, его уравнение не описывает самопроизвольный процесс в изолированной системе, когда $A_{факт} = 0$.

Для того чтобы соотношения Онзагера можно было использовать и в нелинейной области процессов, доктор технических наук Эткин В.А. в своих работах предлагает использовать потенциальную функцию состояния тела – эксергию. Тогда E, убыль которой определяется суммой технической L_T и диссипативной работ L_D, совершающихся в неравновесной системе, вычисляется по формуле:

$$E = L_T + L_D .$$

По Эткину совершаемая системой работа равняется максимальной работе при переходе системы от данного состояния до положения равновесия, т.к. эксэргия является функцией состояния системы. Однако автором не исследуется функция состояния, минимизация функционала которой приводит к минимальной диссипации энергии системой. Также не рассматривается протекание неравновесного процесса, который зависел бы от времени.

Необходимо найти функции состояния при неравновесных процессах, которые позволили бы адекватно описывать формулами фактически протекающие явления в тепловых установках.

1. Пригожин, И.Р. Введение в термодинамику необратимых процессов: монография / И.Р. Пригожин. – Москва: ИЛ, 1960. – 150 с.

2. Путилов, К.А. Термодинамика / К.А. Путилов. – Москва: Наука, 1971. – 376 с.

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

А.С. Абрамов
Научный руководитель ***Е.А. Мезенева****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

С каждым годом увеличивается население планеты в совокупности с возрастающими объемами водопотребления для хозяйственно-бытовых и производственных нужд, что в свою очередь приводит к глобальной проблеме нехватки воды питьевого качества. В небольших поселениях водоснабжение осуществляется в большинстве случаев из подземных источников, это объясняется тем, что вблизи таких поселений нет рек и озер, и, как правило, данные воды считаются более чистыми и безопасными для питьевых нужд.

Актуальность данной темы заключается в том, что подземные воды имеют химические загрязнения, в преимущественно железо и используются без предварительной очистки, что в свою очередь неблагоприятно сказывается на здоровье человека.

Цель работы: провести анализ по методу каталитического обезжелезивания подземных вод.

Основные каталитические материалы, используемые для очистки воды, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные каталитические материалы

Наименование материала	Характеристика
Birm	Фильтрующий материал, состоящий из легкого кремниевого ядра со специальным покрытием, содержащим диоксида марганца
MTM	Гранулированный фильтрующий материал с нанесенным на него диоксидом марганца
Greensand	Песок с поверхностью, покрытой диоксидом марганца
PYROLOX	Гранулированный материал, который создают из горных пород, содержащих диоксид марганца в форме минералов
МЖФ	В качестве сырья для производства используется порода осадочного происхождения, в результате механохимической и термохимической обработки и последующей химической модификации получается гранулированный, пористый материал с развитой удельной поверхностью

На данный момент для водоснабжения небольших поселений и предприятий применяется метод каталитического обезжелезивания. Принцип работы заключается в том, что вода с концентрацией железа до 1 мг/л поступает в фильтровальную колонну, где находится каталитическая загрузка, которая окисляет и осаждает растворенное железо. Осадок отфильтровывается гранулами и удаляется обратной промывкой. Выбор загрузки определяется качеством исходной воды и скоростью фильтрации. Пористость является основным свойством этих материалов, что обуславливает характеристику к удержанию железа в загрузке и реакции окисления. При условиях концентрации данного загрязняющего вещества более 1 мг/л, следует применять перед фильтрацией колонну аэрации.

Ниже представлена таблица 2 сравнительных характеристик каталитических материалов и таблица 3 влияние каталитических технологий на качество очистки питьевой воды.

Таблица 2

Сравнительная характеристика катализаторов

Наименование	Тип катализаторов				
	BIRM	MTM	GREEN SAND	PYROLOX	МЖФ
Миним. температура воды, °С	5	5	5	5	5
Макс. температура воды, °С	35	35	25	35	60
Диапазон pH для удаления железа	6,8-8,0	6,5-8,5	6,2-8,5	6,5-9,0	5,5-9,0
Макс. содержание железа, мг/л	5,0	15,0	15,0	5,0	50,0
Макс. объемная скорость фильтрации, м/ч	20-25	20-25	20-25	20-25	15
Цвет загрузки	Черный	Темно-коричневый	Черный	Черный	Коричнево-бурый
Плотность гранул, кг/м^3	2000-2200	2000-2200	2300-2500	3000-3200	2450-2550

Таблица 3

Влияние каталитических технологий на качество очистки питьевой воды

Основные загрязнения	Концентрация после очистки		ПДК питьевая вода СанПиН 2.1.4.1074-01, мг/дм^3
	с использованием классической технологии, мг/дм^3	с использованием каталитических технологий, мг/дм^3	
Железо	1,00-1,50	0,10-1,50	0,30
Марганец	0,80-1,00	0,03-0,05	0,10
Жесткость общ., мг-экв/дм^3	7,00-10,00	3,00-5,00	7,00

Ниже на рисунках представлены примеры загрузки каталитических материалов.



Рис. 1. Пример загрузки BIRM



Рис. 2. Пример загрузки МЖФ

В качестве вывода по работе хочется отметить, что при больших превышениях предельно-допустимых концентраций (ПДК) метод каталитического обезжелезивания следует использовать в комплексе. К тому же следует отбирать пробы из источника, чтобы отчетливо понимать состав химических загрязнений и уже по ним проводить последовательную водоподготовку.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

А.В. Батова
Научный руководитель ***С.В. Колобова****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На сегодняшний день неудовлетворительное качество воды, подаваемой потребителям, является одной из важнейших проблем в системе водоснабжения многих населенных пунктов России. Особенно остро эта проблема стоит для небольших объектов, расположенных в сельской местности.

В связи с ухудшением общей экологической ситуации, загрязнением водных объектов и источников водоснабжения эта проблема становиться особенно актуальной. Безопасность питьевого водоснабжения становиться одной из составляющих общей экологической безопасности населения России [1].

Для систем хозяйственно-питьевого назначения малых населенных пунктов Вологодской области проблема обеспечения потребителей водой нормативного качества является одной из основных.

Согласно данных Роспотребнадзора, Вологодская область по степени обеспеченности населения питьевой водой соответствующего качества занимает последние места в списке регионов России. Для сравнения, показатели обеспеченности качественной питьевой водой для жителей Москвы и Санкт-Петербурга составляют 91,5%.

Доля обеспеченности населения области питьевой водой по годам представлена в таблице 1.

Таблица 1

Год	2015	2016	2017	2018 (январь-май)
Доля обеспеченности населения питьевой водой	38,5	42,9	45	45,4

Хотя за последний год наблюдается тенденция повышения процентного показателя качества подаваемой воды, но этого пока не достаточно, чтобы исправить ситуацию.

Целью данной работы является исследование причин неудовлетворительного качества воды в системе водоснабжения малых населённых пунктов Вологодской области и разработка рекомендаций по улучшению работы системы водоснабжения в целом.

Анализируя данные по состоянию систем хозяйственно-питьевого водоснабжения сельской местности, во многих населённых пунктах Вологодской области можно выделить ряд проблем, которые необходимо решать в первую очередь. К таким проблемам можно отнести:

- неудовлетворительное качество подаваемой воды потребителям, как следствие отсутствия очистных сооружений, либо неэффективной их работы;

- значительный износ насосного оборудования большинства водозаборных сооружений;

- высокий процент изношенности водопроводных сетей;

- недостаточное количество сетей для обеспечения надежной работы системы водоснабжения объекта;

- наличие несвязанных локальных систем на территории одного объекта;

- фактор вторичного загрязнения транспортируемой водыв связи с высокой степенью изношенности и значительного срока службы водопроводных сетей;

- нехватка средств для выполнения реконструкции и строительства новых сооружений с использованием новых технологий, которые могли бы помочь усовершенствовать систему водоснабжения и обеспечить необходимые требования по качеству подаваемой воды.

Так, например, около 85% водопроводных сетей в сельской местности были проложены в 70-х годах 20 века. Процент износа водопроводных сетей составляет в ряде населенных пунктов 100% (например, для жителей с. Мегра Вытегорского района, с. Никольский Торжок Кирилловского района, п. Айга Тарногского района). Для большинства населенных пунктов этот процент составляет 60–80%. Наличие ветхих сетей ведет не только к снижению степени обеспеченности подачи воды потребителям в связи с частыми авариями и прорывами, а также наблюдается тенденция вторичного загрязнения воды при ее транспортировании в самих водопроводных сетях. Данная проблема характерна для многих населенных пунктов Вологодской области (г. Тарнога, п. Чагода, г. Вытегра и т.д.).

Источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских населенных пунктов Вологодской области, как правило, являются подземные воды, в качестве водозаборных сооружений используются артезианские скважины, колодцы и ключи. Для эксплуатируемых артезианских скважин не разработаны и, соответственно, не выполняются зоны санитарной охраны.

Качество забираемой воды во многих случаях не соответствуют требованиям СанПиН [3].Основными загрязнителями подаваемой воды являются вещества природного и техногенного происхождения: бор, фтор, железо, мышьяк, хлороформ, алюминий. Процент наличия установок водоподготовки при подаче воды потребителю крайне низкий.

Таким образом, проанализировав современное состояние и проблемы систем водоснабжения сельских населенных пунктов, предлагаются рекомендации, способствующие их решению:

- паспортизация источников водоснабжения;

- отказ от использования источников, подверженных антропогенному воздействию, с наличием вредных и опасных для здоровья людей загрязнений. По возможности, использование альтернативных источников с более высоким качеством воды;

- внедрение локальных очистных установок на объектах повышенной социальной значимости – детских садов, школ, больниц, предприятий общественного питания;

- в целях исключения вторичного загрязнения транспортируемой воды и аварийных ситуаций на сетях предусмотреть замену стальных трубопроводов на пластмассовые, биметаллические с антикоррозионным покрытием;

- организация служб по обслуживанию и эксплуатации систем водоснабжения с квалифицированным, подготовленным персоналом;

- для проведения контроля качества подаваемой потребителю воды обеспечить районные службы приборами контроля для проведения экспресс-анализа;

- строительство и реконструкция очистных сооружений.

Реализация данных мероприятий приведет в сравнительно короткие сроки не только к существенному улучшению качества подаваемой потребителю воды, но и работы системы водоснабжения в целом.

На сегодняшний день только системный, комплексный подход к решению проблем позволит решить задачу обеспечения населения водой соответствующего качества в необходимом объеме и будет способствовать обеспечению благоприятных условий для сельских жителей.

1. О водоснабжении и водоотведении [Электронный ресурс]: федер. закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 29.07.2017) // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

2. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс]: федер. закон № 52 от 30.03.1999 (с изменениями от 03.08.2018) // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс]: введ. 26.09.2001 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БИОРЕАКТОРА В ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А.Ю. Брыгин
Научный руководитель ***А.А. Кулаков****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время в Вологодской области активно развивается частное домостроение. Строятся отдельные дома, посёлки и небольшие предприятия в районах, где центральная канализация либо просто отсутствует, либо присоединение к ней нерентабельно. Как следствие, возникает необходимость в проектировании и постройке автономных, малых и средних по производительности канализационных очистных сооружений (далее КОС), задачей которых является удаление загрязнений, содержащихся в бытовых или промышленных сточных водах.

Эффективность работы данных сооружений зависит от грамотного подбора узлов очистки: механической, биологической, обработки и утилизации осадка, с учётом расхода и состава сточных вод.

Не менее важным для дальнейшей успешной эксплуатации КОС является расчёт нагрузки на каждый из элементов системы очистки. Ошибка в данном аспекте проектирования может привести либо к снижению качества очистки сточных вод, или же к не обоснованным затратам на строительство, без которых можно было обойтись [1].

Целью работы является исследование биологической очистки сточной жидкости в реакторе с биозагрузкой и оценка окислительной мощности сооружений.

Загрузки, применяемые на стадии биологической очистки, можно изначально разделить на две группы – «Moving bed biological reactor» (MBBR) в случае с использованием подвижной загрузки и «Fixed bed biological reactor» (FBBR) в случае использования закреплённой загрузки [2]. В работе исследована жестко закрепленная загрузка, представляющая собой трубную основу с расположенной на ней волокнистой поверхностью. К ее преимуществам можно отнести возможность установки готовых модулей в уже работающие объекты, без необходимости устройства сооружений защиты от выноса загрузки вместе с очищенной жидкостью, и модернизации системы аэрации, необходимой для циркуляции плавающей загрузки. К недостаткам данного метода относится риск заиливания загрузки ввиду ее неподвижности.

Для достижения поставленной цели на территории КОС города Вологды смонтирована и запущена в работу экспериментальная установка, позволяющая моделировать различные процессы очистки сточных вод (рис. 1).

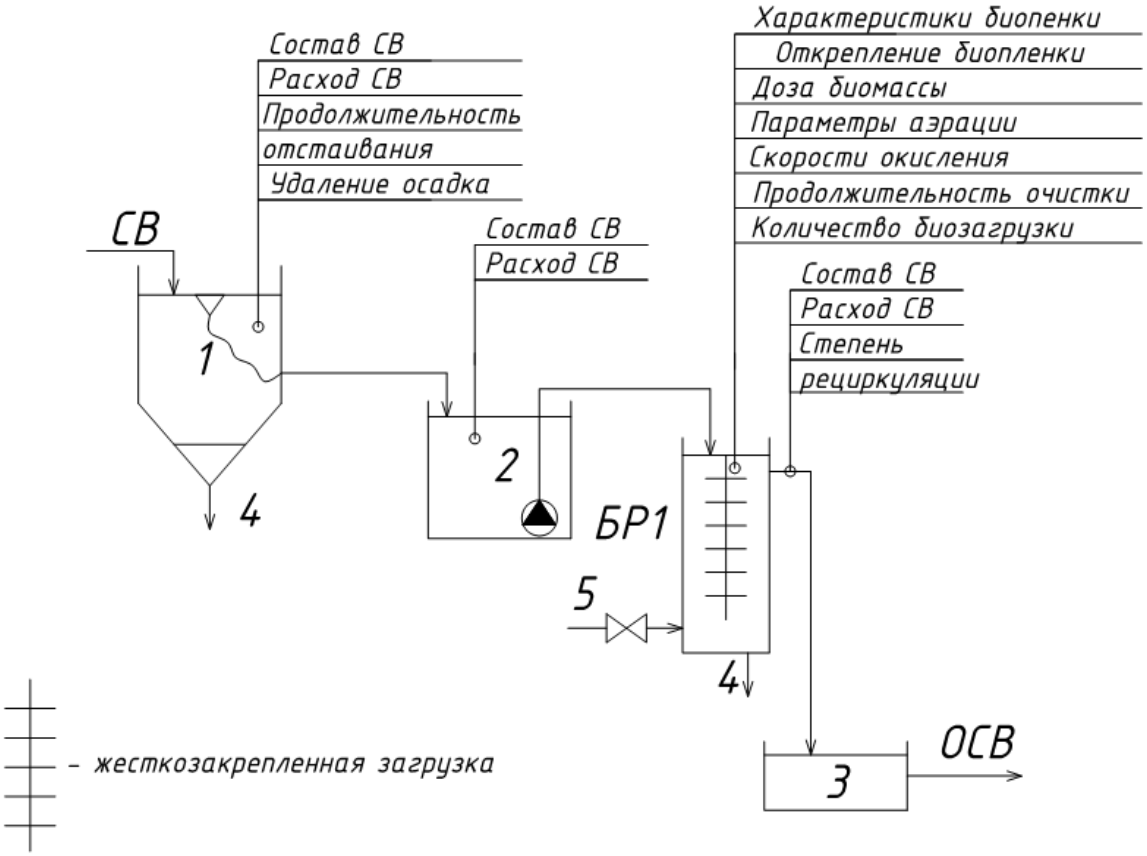


Рис. 1. Алгоритм моделирования биореактора: 1 – отстойник;
2 – приемная камера (усреднитель); 3 – емкость очищенной сточной воды;
4 – отвод осадка; 5 – аэрация;
БР1 – биореактор, СВ – сточная вода; ОСВ – очищенная сточная вода.

Сточная вода подается из канала (после решёток) насосом в отстойник, осветляется и постепенно за счет плавающего уровня поступает в регулирующий резервуар, далее для обеспечения равномерной и постоянной подачи насосом-помпой подается непосредственно в биореактор.

Данная установка позволяет моделировать процесс очистки сточных вод, отслеживать его эффективность, корректируя технологические параметры:

- расход сточной жидкости (регулируется плавающим уровнем и помпой);
- температура сточной жидкости (можно повышать за счет системы подогрева);
- возможность искусственно моделировать состав сточных вод, в т.ч. за счет предварительной стадии отстаивания, оценивать эффективность и скорость биологической очистки;
- тип и количество загрузки и биомассы в биореакторе;
- влияние интенсивности и типа аэрации на качество очистки (аэрационные патрубки съёмные, можно менять как размер пузырьков, так и интенсивность аэрации).

В ходе эксперимента, проходившего в два этапа, проводились исследования окислительной способности биозагрузки при различных концентрациях загрязнений и разным временем контакта со сточной жидкостью в биореакторе.

Применяемая загрузка представляет из себя полый цилиндр V=12л., с основанием из вспененного пластика на внутренней поверхности и ворсом (петлями) для закрепления биомассы с наружной стороны. Объём жидкости в реакторе перед началом эксперимента 85,5 литра. Рабочая глубина реактора H=1,44м, диаметр D=0,275м. Масса загрузки с биоплёнкой 3550 гр.

Анализ сточных вод проводился с помощью портативной лаборатории, а также в базовой лаборатории МУП ЖКХ Вологдагорводоканал. Определялись следующие параметры загрязнений: ХПК, $БПК_5$, $N\text{-}NH_4$.

Ход эксперимента можно представить в виде таблиц 1 и 2.

Таблица 1

Окисление загрязнений при высоких концентрациях

Т, ч	ХПК, мг/дм³	$БПК_5$, мг/дм³	$N\text{-}NH_4$, мг/л
0,0	282	136	41,8
0,5	252	145	44,6
1,0	244	106	42,8
1,5	220	71	25,8
2,0	190	48	26
2,5	176	34	24,4
3,0	148	-	-
3,5	132	-	-

Таблица 2

Окисление загрязнений при низких концентрациях

Т, ч	ХПК, мг/дм³	$БПК_5$, мг/дм³	$N\text{-}NH_4$, мг/л
0,0	116	35	10,4
1,0	75	17	9,9
2,0	62	8,2	9,1
3,0	66	3,6	8,7
4,0	44	7,7	7,4
5,0	46	8,8	6,4
6,0	63	8,2	4,3
7,0	56	4,2	3,75
8,0	43	2,9	3,12
9,0	-	-	2,28
10,0	-	-	1,11

В ходе анализа данных, полученных в ходе эксперимента, было установлено, что окислительная мощность одного элемента загрузки по массе составила по ХПК – 3,3 г/час, по азоту аммонийному – 0,07г/час.

Полученные данные могут быть использованы для расчёта применения изученной загрузки на сооружениях биологической очистки сточных вод, как уже работающих, так и вновь проектируемых.

Дальнейшие опыты на данной экспериментальной установке будут направлены на изучение работы стационарных биозагрузок с другими техническими характеристиками.

1. Кулаков, А.А. Оценка современного состояния малых коммунальных очистных сооружений канализации / А.А. Кулаков // Вода и экология: проблемы и решения. – 2015. – № 1 (61).

2. Rusten, B. Moving bed biofilm reactors and chemical precipitation for high efficiency treatment of wastewater from small communities / B. Rusten, O. Kolkin, H. Odegaard // Wat. Sci. Tech. – 1997. – V. 35. – № 6.

РАЗРАБОТКА РЕГЛАМЕНТА РАБОТЫ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТВКИ Г. ВОЛОГДЫ

А.П. Киценко

Научный руководитель ***Е.А. Мезенева****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Качество питьевой воды во многом зависит от правильной работы очистной станции водоподготовки (ОСВ). Эксплуатация сооружений и оборудования осуществляется на основе паспортов, технических описаний заводов-изготовителей и должностных инструкций персонала. В настоящее время регламент, контролирующий правильность эксплуатации ОСВ, отсутствует. В связи с этим данная работа является актуальной. Новизна работы заключается в обобщении, анализе работы отдельных сооружений и создании комплексной инструкции по эксплуатации существующих сооружений.

Водоисточником города Вологды является р. Вологда. Среднегодовая цветность и мутность воды представлена на рисунках 1 и 2.

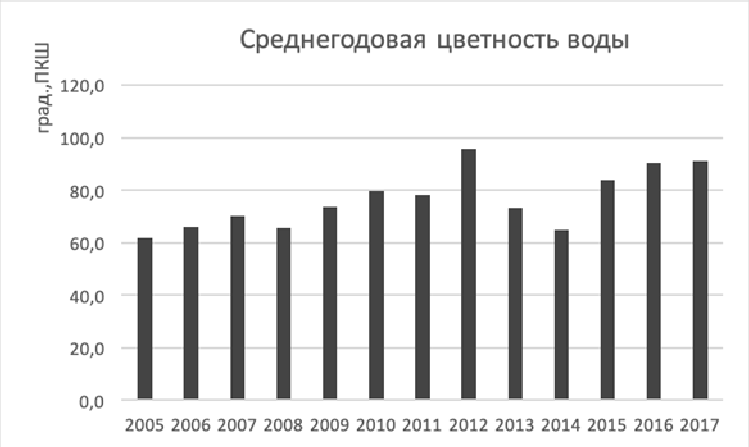


Рис. 1. Среднегодовая цветность

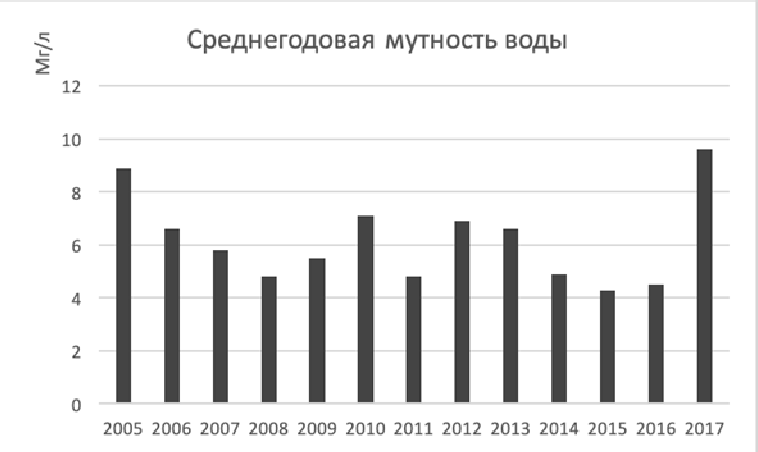


Рис. 2. Среднегодовая мутность

Как видно из рисунков, обрабатываемая вода является цветной и маломутной, для очистки необходимо применение химических реагентов.

Очистная станция водопровода состоит из трех блоков. Первый, проектной производительностью 30 тыс. м^3/сут., построен и введен в эксплуатацию в 1964 г. Второй, проектной производительностью 63 тыс. м^3/сут., построен в 1974 г. И третий блок производительностью 35 тыс. м^3/сут. введен в эксплуатацию в 1994 г.

Все три блока имеют двухступенчатую систему очистки воды. В состав первых двух блоков входят смесители, камеры хлопьеобразования, отстойники, скорые фильтры. Третий блок оснащен смесителем, контактным осветлителем со слоем взвешенного осадка и скорыми фильтрами.

Среднегодовая производительность блоков представлена на рисунке 3.

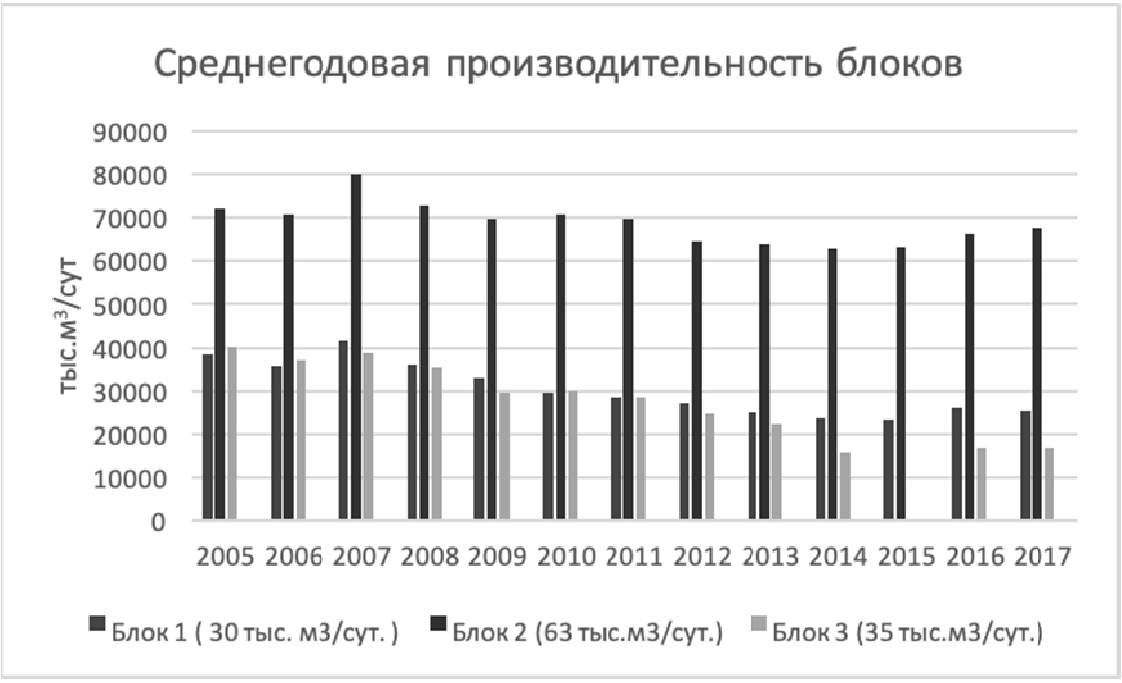


Рис. 3. Среднегодовая производительность

За все время эксплуатации трех блоков не было произведено какой-либо модернизации. Как видно из рисунка 3, все три блока очистной станции водоподготовки не соответствуют разработанным для них проектным расходам воды. В последние годы наблюдается тенденция к снижению расходов потребляемой воды, следовательно, к уменьшению фактической производительности ОСВ. Благодаря этому качество воды, подаваемой в город, соответствует требованиям стандарта[1].

Разрабатываемый регламент содержит в себе основные технические, технологические и организационные требования по ведению технической эксплуатации ОСВ. Также регламент предназначен для обеспечения очистки воды на очистной станции водоподготовки до установленных нормативных показателей качества питьевой воды, ознакомления персонала с назначением, характеристикой и технологической схемой работы всего комплекса очистных сооружений и отдельных его сооружений по очистке воды; ознакомления персонала с правилами ведения технологического контроля; методами устранения неполадок технологического процесса и взаимодействия с другими сооружениями и объектами, связанными с работой очистных сооружений.

Основой для разработки регламента по эксплуатации очистной станции служат следующие правовые и нормативно-технические акты:

- ПОТ РМ-025-2002 Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства;
- ГОСТ 2761-84 Государственный стандарт союза ССР. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора;
- ГОСТ 31861-2012 Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб;
- ГОСТ 31942-2012 Межгосударственный стандарт. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа;
- 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;
- Р-634 Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест

Написание регламента планируется на основе выполнения анализа работы всех сооружений, находящихся на водоочистной станции. Это позволит определить фактическое время нахождения воды в сооружениях, равномерность распределения воды на каждое сооружение, установить оптимальные режимы работы смесителей, отстойников, осветлителей, фильтров, реагентного хозяйства, хлораторных установок, насосных станций.

Разрабатываемый регламент является документом, которым необходимо руководствоваться при выполнении работ персоналу водоочистных сооружений водопровода города Вологда.

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.

2. ПОТ РМ-025-2002 Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

О.Н. Краева
Научный руководитель ***М.М. Медиоланская****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Локальные очистные сооружения необходимы для очистки сточных вод производственных предприятий. При этом количественные показатели параметров качества очищенной воды варьируются в зависимости от её утилизации после очистки. Развитие производства приводит к изменению количественных и качественных характеристик сточных вод. Кроме этого, существенно меняется законодательство в сторону ужесточения требований к качеству очищенной воды. Поэтому актуальной на сегодняшний день является проблема снижения эффективности локальных очистных сооружений.

Устаревшие очистные сооружения требуют увеличения расходов на их эксплуатацию, не могут обеспечить требуемое качество очистки воды. Как следствие – рост экологических штрафов за превышение нормативов сброса. Непривлекательный внешний вид и низкая эффективность устаревших очистных сооружений негативно сказываются на экологическом имидже предприятия. При попытке модернизации очистных сооружений предприятия сталкиваются с дефицитом и высокой стоимостью земельных ресурсов.

В статье 28.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [1] установлена необходимость реализации комплекса мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий и переход на принципы наилучших доступных технологий (НДТ) во всех сферах хозяйственной и иной деятельности. В первую очередь это относится к объектам негативного воздействия (ОНВ), т.е. оказывающим негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). Очистные сооружения суточной производитель-

ностью более 20 000 куб. м отнесены к I категории, менее 20000 куб. м – к объектам II категории НВОС [2].

С 1 января 2019 года объекты I категории опасности будут в обязательном порядке получать комплексное экологическое разрешение (КЭР). Для этого объект должен соответствовать критериям НДТ. Для объектов II категории с 2019 года вводится новый вид отчетности – декларация о воздействии на окружающую среду. Форма и порядок заполнения Декларации, а также Перечень приложений к ней утверждены Приказом Минприроды России № 509 от 11.10.2018 г. Обязательными приложениями к Декларации являются расчет нормативов допустимых выбросов и расчет нормативов допустимых сбросов.

Учитывая, что ОНВ II категории также имеют право получить КЭР, они должны отвечать всем принципам НДТ, опубликованным в отраслевых информационно-технических справочниках по НДТ (ИТС НДТ), размещенных на сайте Росстандарта. В настоящее время ИТС НДТ должны стать основным критерием соответствия экологическому контролю того или иного производства. В области водоотведения и очистки сточных вод таким информационно-техническим справочником является ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов».

С целью выявления общих экологических проблем и разработки эффективных природоохранных мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия действующих очистных сооружений на водные объекты путем повышения качества очистки и обеззараживания сточных вод, проанализированы экспертные и санитарно-эпидемиологические заключения на проекты нормативов допустимых сбросов за 10-летний период [3].

Выявлено, что основными причинами отказа в выдаче положительного заключения на проект НДС объектов МУП ЖКХ (Водоканалы) и промышленных объектов, имеющих на балансе ОСК биологического типа, являются отсутствие дезинфекции или неудовлетворительная работа блока обеззараживания, а также неэффективное удаление биогенных элементов.

Причины сложившейся ситуации заключаются в следующем: изначально проектами очистных сооружений не была предусмотрена очистка от биогенных элементов и дезинфекция очищенной воды. В результате сброс недостаточно очищенной и необеззараженной воды в водные объекты вел их к бактериальному загрязнению.

Таким образом, для выполнения требований санитарных органов необходимо выполнение мероприятий, предусматривающих удаление биогенных элементов и эффективное обеззараживание стоков перед их сбросом.

Одной из современных технологий удаления биогенных элементов является технология FBAS (биомасса, прикрепленная на фиксированной загрузке). Она предполагает больший объем аэротенков, чем при использовании старых технологий, направленных только на окисление органических соединений. На

рис. 1 и 2 приведены схемы аэротенков, работающих по технологии окисления только органических соединений и по технологии окисления органических веществ, биологического удаления азота (нитриденитрификации) и химического осаждения фосфора [4].



Рис. 1. Схема очистки сточных вод от органических соединений:
1 – первичный отстойник, 2 – аэротенк, 3 – вторичный отстойник

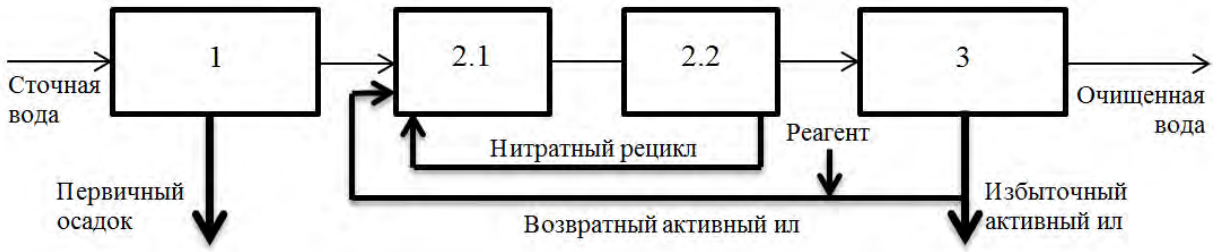


Рис. 2. Схема очистки сточных вод с предвключенной денитрификацией:
1 – первичный отстойник, 2.1 – аноксидная зона, 2.2 – аэробная зона,
3 – вторичный отстойник

Применение технологии FBAS позволяет в каждой зоне аэротенка культивировать сообщество микроорганизмов, оптимальное для сточной воды, находящейся в данной точке. Распределение микроорганизмов в соответствии с качеством сточной воды по длине сооружения приводит к существенному увеличению окислительной мощности сооружения в целом. Это позволяет отказаться от вторичных отстойников, уменьшить сооружения и повысить стабильность и качество очистки.

В ходе сравнения различных технологий обеззараживания выявлено, что с экологической точки зрения наиболее предпочтительным методом является технология ультрафиолетового обеззараживания очищенных сточных вод.

Нужно отметить, несмотря на всю очевидность проблемы, оптимизация работы ОСК идёт недостаточно быстрыми темпами. Это связано как с трудноразрешимыми в условиях нестабильной экономики финансовыми проблемами самих объектов, так и с механизмами регулирования природоохранной деятельности со стороны государства в условиях постоянно меняющегося природоохранного законодательства.

Так, все объекты, имеющие очистные сооружения, обязаны вносить в бюджет плату за НВОС: сбросы в водоемы загрязняющих веществ с очищенными сточными водами, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и т.п. При переходе на принципы НДТ объекты вправе рассчитывать на финансовую поддержку со стороны государства, представленную льготами, субсидиями и уменьшением платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Любое техническое перевооружение и оптимизация требуют немалых финансовых вложений. Решению насущных и актуальных экологических проблем способствует законодательно предусмотренное введение санкций: рост платежей за НВОС, сопоставимых с затратами на очистку сбросов в случае несоблюдения технологических нормативов за счет введения повышающих коэффициентов: в случае превышения ПДК k = 25 за временно разрешенное воздействие, k = 100 за воздействие, превышающее разрешенное. Судебная практика последних лет убедительно свидетельствует, что отсутствие финансирования не может являться уважительной причиной невыполнения природоохранного законодательства.

Учитывая всё вышесказанное, необходимость реконструкции, модернизации и оптимизации работы действующих очистных сооружений является актуальной, поскольку обусловлена правовыми, экологическими, технологическими и экономическими требованиями, а именно:

- современными нормативными требованиями к качеству очищенной воды;
- требованиями к эффективному обеззараживанию сточных вод перед выпуском в поверхностные водоёмы;
- необходимостью соответствия принципам НДТ;
- возможностью снижения платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Приоритетными с позиций экологии направлениями совершенствования технологии очистки и обеззараживания сточных вод являются:

- внедрение технологии удаления биогенных элементов (соединений азота и фосфора);
- ультрафиолетовое обеззараживание биологически очищенной сточной воды.

Экономически перспективным представляется анализ соотношения затрат на реализацию природоохранных мероприятий с текущими и будущими экологическими платежами и возможных путей их сокращения. Вычет из начисляемых экологических платежей затрат на реализацию природоохранных мероприятий имеет практическую значимость: разработка и реализация экономически обоснованных мероприятий по оптимизации работы биологических ОСК с целью достижения ПДК в результате внедрения НДТ на примере сооружений малой производительности одного из предприятий города Вологды является целью дальнейших исследований.

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: федер. закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 31.12.2017) // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

2. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: постановление Правительства РФот 28.09.2015 № 1029 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

3. Реестр санитарно-эпидемиологических заключений на проектную документацию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fp.crc.ru.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ю.В. Крылова
Научный руководитель ***А.А. Кулаков****, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Автомобильные дороги (далее – АД) предназначены для обеспечения удобного и безопасного движения автомобилей при любых погодных условиях. Автомобильные дороги являются территорией повышенной опасности для окружающей среды. Это источник техногенной нагрузки на природу и человека, шума, выброса загрязняющих веществ в атмосферу, в водные объекты, почву и т.д.

Ввиду ужесточения экологических нормативов еще на стадии проектирования необходимо обеспечить различные мероприятия по охране окружающей среды.

В соответствии с п. 15 ст. 65 «Водный кодекс Российской Федерации» сброс поверхностных, в том числе дренажных, вод в границах водоохранных зон запрещен.

Для предотвращения негативных воздействий стока с поверхности АД на окружающую среду необходим организованный сбор сточных вод и отвод на специальные очистные сооружения. Тип водоотвода и дальнейшей очистки необходимо обосновывать в зависимости от объема дождевого стока, размера водосборного бассейна, интенсивности движения транспорта, технической категории дороги, типа дорожного покрытия, химического состава стоков, совокупности геологических, гидрологических и биологических характеристик территории.

Исходными данными для расчета оценки воздействия на окружающую среду являются концентрации загрязняющих веществ в ливневых стоках, которые поступают с дорожного покрытия.

Подбор очистных сооружений на проектной стадии осуществляется согласно нормативной документации. Концентрации загрязняющих веществ, образующиеся с АД, определяются согласно технической категории дороги в соответствии с [1] и приведены в таблице.

Условия отведения и очистки поверхностного стока определяются на основании оценки технической возможности реализации различных вариантов и сравнения их технико-экономических показателей [2].

Существует множество методов очистки поверхностных сточных вод, среди которых локальные очистные сооружения, гидроботанические площадки, пруды-отстойники, габионные фильтры и фильтрующие патроны. Для очистки сточных вод с автодорог разработаны и сконструированы компактные, экономичные и экологичные методы и сооружения.

Таблица

Концентрация загрязнений с покрытий автодорог

Категории дороги	Количество загрязнений с покрытий автодорог, мг/л		Количество загрязнений с покрытий автодорог, мг/л	
	Взвешенные вещества		Нефтепродукты	
	в дождевых водах	в талых водах	в дождевых водах	в талых водах
I категория	1300	2700	24	26
II категория	1040	2160	19.2	20.8
III категория	780	1620	14.1	15.6
IV категория	520	1080	9.6	10.4
V категория	390	810	7.2	7.8

Гидроботаническая площадка – комплексная система малых слабопроточных, естественных или искусственных водоемов, заросших высшей водной растительностью, с размещением природных сорбентов на дне или в фильтрующих кассетах [2]. Гидроботанические площадки зачастую применяются на АД III технической категорий и выше, если позволяет площадь для их расположения.

Данное технологическое решение реализовано на автомобильной дороге М-8 «Холмогоры» (обход города Вологды в водоохранной зоне реки Тошня).

Недостатками являются огромные площади для расположения гидроботанических площадок, что не всегда позволяет ширина полосы отвода АД, также сложны в устройстве и эксплуатации.

Очистные сооружения модульные сборные, подземного исполнения применяются для очистки ливневых поверхностных сточных вод до норм сброса

в водоемы рыбохозяйственного назначения и применяются на мостах и автомобильных дорогах I–IV технических категорий [2].

При невозможности расположения сооружений модульного типа зачастую применяют локальные очистные сооружения, где располагаются все ступени очистки в едином корпусе.

Главной особенностью таких очистных сооружений является простота монтажа и удобство эксплуатации и возможность проектирования нескольких параллельных линий очистки, в зависимости от объемов стока и концентрации загрязняющих веществ в сбрасываемых стоках.

Но также имеются недостатки, вынос сорбента при пиковых нагрузках, малый объем емкостей и малая отстойная часть.

Примером могут служить локальные очистные сооружения, расположенные в водоохранной зоне р. Тошня на ул. Клубова.

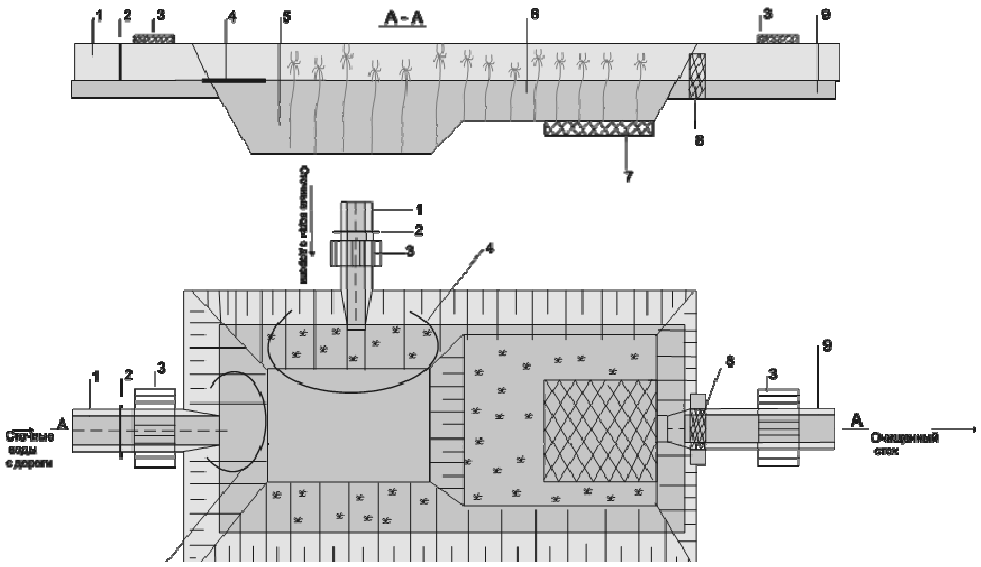


Рис. 1. Схема ГБП в составе одного пруда:
1 – подводящий лоток (канава); 2 – решетка для улавливания плавающего мусора;
3 – мостки; 4 – плавающий бон из сорбирующего нефтепродукты материала;
5 – приямок, для осаждения наиболее крупных фракций взвешенных веществ;
6 – часть водоема, засаженная высшей водной растительностью;
7 – площадка на дне пруда, выстланная слоем природных сорбентов;
8 – фильтрующая кассета с загрузкой сорбентом; 9 – отводящий лоток

Фильтрующий патрон применяется для очистки поверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения с мостов, а также АД при невозможности размещения очистного сооружения иного типа. Допускается применение на I–III технических категорий АД.

Эффективность очистки обуславливается габаритными размерами патрона. Главным недостатком является малая пропускная способность фильтра.

Габионные фильтрующие очистные сооружения предотвращают размыв почвы в районе выпуска на рельеф и осуществляют очистку поверхностного

стока с дороги. Состоят из фильтрующего слоя каменной наброски и сорбционной загрузки и допускаются на дорогах III технической категории и ниже.

Недостатком данной конструкции является невозможность контроля эффективности очистки.

Пруды-отстойники применяются на мостах и АД I–IV технических категорий, при возможности расположения данной технологии.

Данное технологическое решение реализовано на автомобильной дороге М-8 «Холмогоры» (обход города Вологды в водоохранной зоне реки Тошня).

Недостатками являются так же, как и гидроботанические площадки, огромные площади для расположения пруда-отстойника, что не всегда позволяет ширина полосы отвода АД, также сложны в устройстве и эксплуатации.

Схема пруда-отстойника приведена на рис. 2.

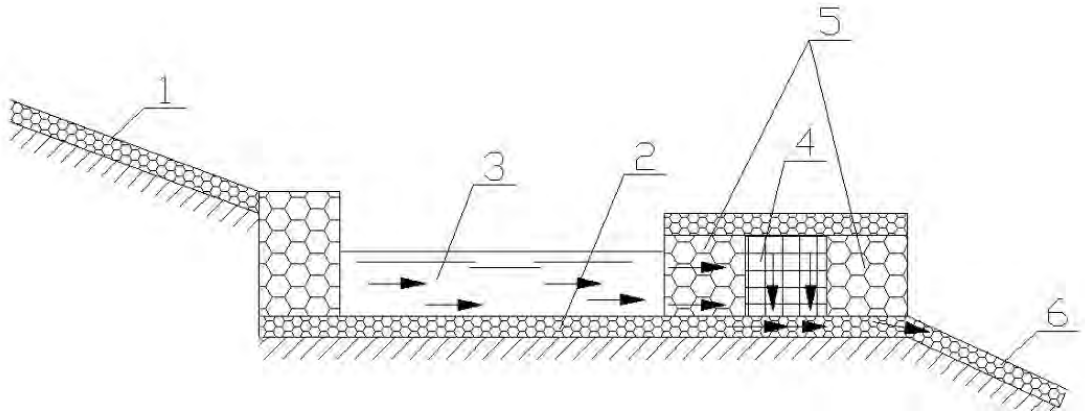


Рис. 2. Схема пруда-отстойника:
1 – водосточный коллектор; 2 – отстойная камера; 3 – секция грубой очистки;
4 – дополнительная фильтровальная камера;
5 – вертикальные стенки дополнительных фильтровальных камер;
6 – отводящий коллектор

Вывод: в ходе анализа технологий очистки поверхностных сточных вод, образующихся с территорий АД, чаще всего применяются локальные очистные установки в едином корпусе. Преимуществами данной системы очистки являются:

1) для устройства локальных очистных сооружений необходима небольшая площадь;

2) применимы на всех технических категориях дороги;

3) компактность, простота монтажа и удобство эксплуатации;

4) эффективность очистки соответствует необходимым требованиям сброса в водные объекты.

1. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. – Москва, 1995. – 119 с.

2. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по содержанию очистных сооружений на автомобильных дорогах. – Москва, 2014. – 102 с.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

В.А. Силинский
Научные руководители: ***С.В. Колобова****, ст. преподаватель,*
Е.А. Мезенева*, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Низкоконцентрированный раствор гипохлорита натрия (ГХН), полученный электролизом минерализованных вод на установке непроточного типа, доказал свою эффективность как в экономическом, так и в техническом плане [1]. В основу эффективности получения дезинфицирующего реагента заложены: исходная концентрация хлоридов и качество используемого раствора, анодная плотность тока, материал электродов, продолжительность протекания электролиза. Одним из наиболее значимых параметров, определяющих электрохимический, экономический и эксплуатационный регламент, является материал используемых электродов.

В лабораторных условиях при получении электролитического гипохлорита натрия использовали графитовые электроды. На основе изученных литературных данных был сделан вывод, что именно графит является наиболее доступным дешевым материалом, но при протекании электролиза поддается быстрому разрушению, так как аноды находятся под воздействием химически агрессивной среды [2]. Поэтому в работе рассматриваются мероприятия, способствующие эффективному росту активного хлора в готовом продукте, при которых процесс разрушения электродов происходил бы значительно медленнее.

Цель работы – разработка предложений по эффективному использованию графитовых электродов при получении гипохлорита натрия из раствора подземных хлоридных вод.

Проведение мероприятий при подготовке и в процессе электролиза с использованием подземных вод с высокой минерализацией ведет к повышению надежности и экономичности данного процесса, что определяет актуальность данных исследований.

При проведении электролиза минерализованных вод на электродах, в частности на поверхности катода, образовывался белый аморфный осадок, объем которого увеличивался при протекании электролиза. Обрастание катода белым налетом способствовало замедлению роста активного хлора в получаемом продукте. Образование осадка характеризуется нахождением в электролите солей кальция и магния.

Для проведения исследований использовали:

- минерализованную воду с исходной концентрацией хлоридов 200 г/л;

- минерализованную воду с исходной концентрацией хлоридов 200 г/л, разбавленную водопроводной водой до концентрации 20 г/л.

Исследования проводили на чистых графитовых электродах при постоянной силе тока 6 А. Через каждые 10 минут электролиза наглядно наблюдали увеличение отложений на катоде. Затем оценивалась эффективность проведения процесса электролиза.

В таблице 1 наглядно представлено нарастание катодных отложений на 40 и 90 минутах электролиза воды с исходными концентрациями хлоридов 200 и 20 г/л.

Таблица 1

Динамика образования катодных отложений

Вода с исходной концентрацией хлоридов 200 г/л			Вода с исходной концентрацией хлоридов 20 г/л		
					
0 мин	40 мин	90 мин	0 мин	40 мин	90 мин
Продолжительность электролиза, мин					

Наибольшее количество катодных отложений при проведении эксперимента образуется при электролизе минерализованной воды с исходной концентрацией 200 г/л, по завершению электролиза на 90-й минуте происходит образование плотного белого осадка, который полностью покрывает поверхность катода.

В таблице 2 представлены результаты роста активного хлора в процессе проведения электролиза минерализованной воды с исходными концентрациями хлоридов 200 г/л и 20 мг/л.

Таблица 2

Концентрация активного хлора относительно времени электролиза

Продолжительность электролиза, мин	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Концентрация активного хлора, г/л	Исходная вода с концентрацией хлоридов 200 г/л								
	1,5	3,0	5,5	6,3	8,1	8,4	8,7	8,9	9,1
Концентрация активного хлора, г/л	Исходная вода с концентрацией хлоридов 20 г/л								
	1,2	2,9	3,2	3,8	4,1	4,9	5,2	5,4	5,6

Анализируя полученные результаты, можно отметить значительный рост активного хлора в первые тридцать минут процесса. После 60-й минуты электролиза в обоих случаях наблюдается постепенное замедление роста активного вещества. Разница между максимальными концентрациями активного хлора в полученном продукте при проведении электролиза минерализованной воды с концентрациями 200 и 20 г/л на финальных минутах электролиза несущественна при значительной разнице объема осадка, образующегося на электродах.

Таким образом, рекомендуется в случае использования высокоминерализованных вод в качестве сырья для получения гипохлорита натрия разбавление их водопроводной водой до необходимой исходной концентрации хлоридов, что приведет к снижению концентраций солей кальция и магния и, соответственно, к увеличению срока службы электродов.

Также при проведении исследований оценивалось влияние смены полярности электродов (реверс тока) на эффективность проведения электролиза.

Исследования проводились на минерализованной воде с исходным содержанием хлоридов 20 г/л в тех же условиях, что и в первой части работы, но при этом производился реверс тока через каждые 20 минут процесса. В течение всего времени эксперимента (90 минут) наблюдался рост активного хлора в получаемом продукте. Однако максимальная концентрация активного вещества была достигнута уже на 40-й минуте процесса. При этом влияние реверса электрического тока показало эффективную очистку катода от образующегося налета. Сразу же после смены полюсов наблюдалось устранение налета, поверхность электрода становилась чистой.

Мероприятия по эффективности работы графитовых электродов показали, что наиболее быстрым методом удаления налета на катоде является смена полярности электродов.

Результаты эксперимента с использованием смены полярности тока на электродах представлены в таблице 3.

Таблица 3

Концентрация активного хлора относительно времени электролиза с использованием реверса тока

Продолжительность электролиза, мин	10	20	реверс	30	40	реверс	50	60	реверс	70	80	реверс	90
Концентрация активного хлора, г/л	1,3	3,0		4,1	5,6		5,0	5,2		5,0	5,4		5,6

По проведенным исследованиям следуют следующие выводы:

- количество катодных отложений напрямую зависит от качества исходной воды;

- электролиз разбавленной минерализованной воды до концентрации 20 г/л не приводит к существенному снижению концентрации активного хлора в готовом продукте;

- использование для проведения электролиза в качестве электролита высокоминерализованных подземных вод, разбавленных водопроводной водой, приведет к значительному снижению образующегося налета и повышению срока службы электродов;

- применение реверса тока во время электролиза позволит значительно ускорить получение максимальной концентрации активного хлора в готовом продукте за небольшой промежуток времени, что приведет к повышению надежности и экономичности данного процесса.

1. Мезенева, Е.А. Обоснование использования гипохлорита натрия в качестве дезифектанта воды в условиях Вологодской области / Е.А. Мезенева, С.В. Колобова // Вузовская наука – региону: материалы XIV Всероссийской научной конференции / Мин-во обр. и науки РФ, Вологод. гос. унт-т; Правительство Вологод. обл. – Вологда: ВоГУ, 2016. – С. 257–259.

2. Исследование коррозионных и электрохимических свойств оксидных покрытий анодов для производства низкоконцентрированного гипохлорита натрия [Электронный ресурс] / И.В. Пчельников [и др.]. // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 1. – Режим доступа (доступ свободный): http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2242.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

К.В. Смирнов
Научный руководитель ***С.В. Колобова****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Целлюлозно-бумажная промышленность является самой крупной отраслью лесопромышленного комплекса России, в которой генерируется до 50% всей его продукции (в стоимостном отношении). Модернизация производства носит стратегический характер, а иногда и необходимый. С большим количеством конкурентов на рынке, каждый хочет занять выгодную нишу. Но, к сожалению, на большинстве бумажных производств используют устарелые бумагоделательные машины. Замена их на новые несет за собой большие затраты с долгосрочной окупаемостью. Поэтому ведущие Российские производители бумаги стараются вкладывать деньги именно в модернизацию уже существующих машин.

Важными элементами бумагоделательной машины являются сетка сеточных столов и прессовочные сукна. Для предотвращения частого износа и за-

бивания механизма используют различные спрысковые системы. Их использование повышает эффективность производства и ведет к снижению расхода одежды и экономии тепла, необходимого для сушки бумаги. Одним из элементов спрысковой системы являются спрыски высоко давления, которые применяются для отделения загрязняющих частиц на первом этапе очистки сукна. При постоянной и периодической работе спрысков используемое давление воды в них составляет от 1,5 до 4 МПа. При этом расход воды на одно работающее сопло, диаметром 1,0 мм, равно 12 л/мин на метр ширины сукна.

Для промывки сукна на спрыски высокого давления подаётся техническая вода, но её не так часто подвергают специальной водоподготовке. Тенденция последних лет – ухудшение качества воды в поверхностных источниках водоснабжения, поэтому появляется необходимость в предварительной очистке подаваемой воды. При использовании неподготовленной воды на соплах появляется налет и система начинает зарастать слизью. В результате этого возможен несвойственный оттенок на выпускаемой продукции, а также быстрый износ спрысковой системы в целом.

Основной целью исследования является подбор эффективной схемы водоподготовки для устранения появления налета и образования слизи на спрысках высокого давления и в целом во всей спрысковой системе на предприятиях целлюлозно-бумажного производства Северо-Запада.

Для большинства предприятий целлюлозно-бумажной промышленности для спрысков высокого давления используют воду, не прошедшую специальную водоподготовку, прямо из поверхностного источника.

Для проведения исследований в качестве источника рассматривались поверхностные воды реки Сухоны. Основные показатели качества исследуемой воды приведены в таблице 1.

Таблица 1

Качество воды источника

Показатель качества воды	Значение
Мутность (мг/л)	9,95
Цветность (ПШК)	96,6
pH	7,1
Щелочность (ммоль/л)	1,55
Общее железо (мг/л)	0,32
Окисляемость ($мгO_2$/л)	19,2
Привкус, балл	2
Запах, балл	2
Общее микробное число, КОЕ в 1 мг	82 (превышение в 2 раза)
Общие колиформные бактерии, КОЕ в 100 мл	6,7 (не допускается)
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ в 100 мл	Не обнаружено

При анализе качества воды источника наблюдается превышение по общему микробному числу и недопустимое содержание общих колиформных бактерий. Также величина окисляемости указывает на наличие органических веществ в воде. Из этого можно сделать вывод, что необработанная вода идеально подходит для образования колонии микробов, в результате чего происходит появление слизи и налета в системе спрысков. Поэтому одним из этапов водоподготовки на предприятиях целлюлозно-бумажного производства предлагается производить обработку воды гипохлоритом натрия (ГХН).

Для сокращения расходов на доставку и закупку биоцида в качестве реагента предлагается использовать 16% ГХН, так как он задействован в процессе отбеливания бумаги и на другие нужды предприятий.

Для проведения исследований были установлены следующие дозы реагента: 4,9 мг/л; 8,5 мг/л; 12,8 мг/л; 17 мг/л. Исходную воду обрабатывали 16%-м гипохлоритом натрия в установленных дозах. После 30-минутного контакта воды с реагентом оценивались следующие показатели: общее микробное число, общее число колиформных бактерий, термотолерантные колиформные бактерии. Результаты проведенных экспериментов приведены в таблице 2.

По полученным результатам можно сделать вывод: оптимальная доза реагента, обеспечивающая эффективное функционирование спрысковой системы и спрысков высокого давления в частности, для обрабатываемой воды приведенного качества составляет 8,5 мг/л.

Таблица 2

Результаты проведенных исследований

Показатели	Ед. изм.	Исходные показатели исследуемой воды	Величина допустимого уровня	Результаты исследования при разных дозах			
				4,9 мг/л (0,025 мл/л)	8,5 мг/л (0,045 мл/л)	12,5 мг/л (0,065 мл/л)	17 мг/л (0,085 мл/л)
Общее микробное число	КОЕ в 1 мл	82	50	12	0	0	0
Общие колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	6,7	не допускается	1,2	0	0	0
Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	0	не допускается	0	0	0	0

В случае если система ни разу за время своей работы не использовала подготовленную воду, рекомендуемая первоначальная дозасоставит 12,8 мг/л. Увеличение расчетной дозы рекомендовано для того, чтобы вымыть образовавшуюся слизь и налет из спрысковой системы. Дальнейшую дозу гипохлорита натрия рекомендуется уменьшить до 8,5 мг/л. Эта дозировка не даст возможности для появления налета и слизи, что благоприятно скажется на производящей продукции и на спрысковой системе бумагоделательных машин.

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс]: введ. 26.09.2001 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

2. Иванов, С.Н. Технология бумаги: учеб. пособие / С.Н. Иванов. – 3-е изд. – Москва: Школа бумаги, 2006. – 696 с.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВЫТЕГРЫ

К.М. Стоюшко
Научный руководитель ***Е.А. Мезенева****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Неудовлетворительное качество воды, подаваемой потребителям, – одна из основных проблем системы водоснабжения города Вытегры, и решение этого вопроса на данный момент является актуальным.

Целью выполнения работы является сбор исходных данных, анализ состояния существующей системы водоснабжения и выявление причин неудовлетворительного качества воды.

Система хозяйственно-питьевого централизованного водоснабжения муниципального образования город Вытегра основывается на использовании подземных вод нижневоронежского и симилукско-бурегского водоносного горизонта верхнего девона, запасы которых в 2005 году были оценены: по водоносному нижневоронежскому горизонту – в количестве 2000 $м^3$/сут по Северо-Восточному участку и в количестве 1000 $м^3$/сут по Заречному участку (категория запасов С1), по семилукско-бурегскому водоносному горизонту – в количестве 5000 $м^3$/сут по категории В и 7000 $м^3$/сут по категории $С_1$ [1].

Единая централизованная система водоснабжения в городе Вытегра отсутствует. В различных частях города существуют автономные системы водоснабжения от артезианских скважин:

- в «районе промышленной зоны» (Промзона) водоснабжение осуществляется от артезианской скважины №11/92;
- в «заречном районе» (Шлюзе) водоснабжение осуществляется от артезианской скважины № 2;
- в «центральном районе» (Центр) водоснабжение осуществляется от артезианских скважин № 1, № 2/85, № 3/85, № 3101, № 43771, № 74027.

Качество воды в артезианских скважинах по результатам государственного санитарно-эпидемиологического надзора, выполненного в 2016 и 2017

году, не соответствует гигиеническим нормативам качества питьевой воды [2]. Подробные данные по показателям качества воды в скважинах за 2016 и 2017 года приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы, забираемая из подземных источников вода содержит повышенное количество бора, железа, сульфатов. Но стоит обратить внимание, что несоответствие наблюдается по отдельным показателям в отдельных скважинах и эпизодически.

Оборудование водозаборов не имеет установок водоподготовки, которые позволили бы обеспечить подачу воды в сеть соответствующего качества.

Таблица 1

Данные по показателям качества воды в скважинах за 2016 и 2017 года

Номер скважины	Год	Средняя концентрация загрязняющего вещества, мг/дм^3			
		Бор	Железо	Сульфаты	Хром (+6)
1	2016	0,280	0,307	10	-
	2017	0,086	**0,567**	10	-
2	2016	0,185	0,100	10	-
2/85	2017	**1,149**	0,100	10	-
2/2000	2017	0,050	0,080	10	-
3	2017	**1,152**	0,320	80	-
3/83	2016	0,101	0,100	10	-
3/85	2016	0,179	0,165	10	-
	2017	0,311	0,310	40	-
3-в	2016	0,475	0,260	10	-
	2017	**1,667**	**0,743**	80	-
4/83	2017	0,050	0,100	20	-
4/91	2016	0,179	0,110	10	-
4-в	2017	**0,620**	**1,715**	60	-
5/83	2016	0,211	0,110	10	-
10	2016	0,175	0,100	10	-
11/92	2016	**1,415**	0,096	60	-
	2017	-	**1,400**	10	-
11-к	2017	0,050	0,100	10	-
12-к	2016	0,197	0,292	20	-
	2017	0,361	0,335	15	-
13-к	2016	0,201	0,281	6	-
17-к	2016	0,201	0,283	21	-
18-к	2016	0,200	0,150	10	-
66	2016	0,167	0,140	10	-
75	2016	0,236	0,100	10	-
174	2016	0,211	0,100	10	-
186	2017	0,088	0,100	10	-
258	2017	**0,961**	0,293	-	-
259	2016	0,050	0,076	10	-
	2017	**0,637**	0,100	20	-
260	2016	0,050	0,120	10	-
	2017	0,050	0,100	20	-

Окончание табл. 1

Номер скважины	Год	Средняя концентрация загрязняющего вещества, мг/дм^3			
		Бор	Железо	Сульфаты	Хром (+6)
261	2016	0,102	0,096	10	-
	2017	**0,637**	0,100	15	-
262	2016	0,152	0,110	10	-
	2017	**0,637**	0,100	20	-
383	2017	0,050	0,100	10	-
400	2017	0,084	0,100	10	-
401	2017	0,050	0,100	20	-
602	2016	0,930	0,230	20	-
842	2016	0,252	**1,200**	10	-
1030	2016	**1,960**	0,100	20	-
	2017	**1,960**	0,100	20	-
1767	2016	0,202	0,250	20	-
	2017	**2,435**	0,100	20	-
1824	2016	0,156	0,100	20	-
2507	2016	0,145	0,100	10	-
3101	2016	**0,986**	0,155	40	-
8814	2016	0,050	0,270	10	-
	2017	**0,637**	0,100	15	-
39899	2016	0,164	0,046	10	-
	2017	0,061	0,100	10	-
43575	2017	0,050	0,350	10	-
43771	2016	0,170	0,280	20	-
67556	2016	0,108	0,165	10	-
67654	2016	**1,925**	0,260	25	**0,25**
	2017	0,559	0,214	22,222	-
67655	2016	0,201	0,280	10	-
	2017	0,106	0,180	10	-
67916	2016	0,154	0,270	10	-
74027	2017	**0,660**	**0,373**	10	-
74491	2017	**0,761**	0,330	**1191**	-
74492	2016а	0,141	0,100	10	-
	2016б	0,109	0,100	10	-
	2016в	0,151	0,250	10	-
	2016г	**0,873**	0,160	34	-

Качество воды снижается при её транспортировке по имеющим высокий процент изношенности, ветхим и загрязненным водопроводным сетям. При этом ухудшаются как химические, так и органолептические характеристики воды.

Следует отметить, что подаваемая населению вода по химическому составу не безвредна.

В процессе эксплуатации сетей выявлено наличие в трубопроводах твердых отложений, осевших на стенках труб. Они состоят из известкового налета (солей жесткости), соединений железа (ржавчины) и колоний железообра-

зующих бактерий. Со временем эти отложения могут привести, кроме ухудшения качества подаваемой воды, ещё и к уменьшению пропускной способности водопроводных труб и коррозии водопроводной арматуры. А это в будущем приведет к увеличению необходимого давления в сети, ненормативным потерям воды при транспортировке из-за утечек и аварийных прорывов, увеличению производительности водоочистных сооружений и повышению энергозатрат.

Проведя анализ работы системы водоснабжения города Вытегры, была выявлена необходимость осуществления реконструкции и модернизации водопроводного хозяйства, направленной на обеспечение населения качественной питьевой водой в требуемом количестве.

Пути решения проблемы обеспечения качества питьевой водой населения города Вытегры:

1. В качестве эксплуатируемой (рабочей) для снабжения водой заречной части города Вытегры (Шлюза) рекомендуется использовать скважину № 2. Вместо скважин № 4-в и № 842 забирать воду из скважины № 2, чтобы избежать превышения ПДК по железу и бору.

2. Скважину № 74491 перевести на забор воды из слабоводоносного валдайского озерно-ледникового надморенного горизонта (lg III vd), чтобы избежать превышения ПДК по сульфатам.

3. Необходима установка для снижения количества железа в воде, получаемой из скважины № 11/92 в Промзоне, потому что на данный момент в этом районе нет альтернативного варианта водоснабжения, а количество железа по ПДК превышается в несколько раз.

4. Обновить городскую сеть водоснабжения, заменить устаревшие трубы и оборудование более новыми.

Только комплексный подход позволит решить проблемы обеспечения населения города Вытегры качественной питьевой водой.

1. Отчет о результатах оценочных работ на питьевые подземные воды для водоснабжения г. Вытегры Вологодской области с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 31.03.05 г.: геолог. отчет / ЗАО «Архангельскгеолразведка»; Никаноров Н.П., Жукова Т.В., Терентьев Н.И. – Инв № 486208. – Новодвинск, 2005. – 303 с.

2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс]: введ. 26.09.2001 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМУТНИТЕЛЕЙ ПРИ КОАГУЛЯЦИИ ПРИМЕСЕЙ ВОДЫ

А.А. Яцкович
Научный руководитель ***Е.А Мезенева****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одной из основных проблем, возникающих при обработке цветных маломутных вод, является то, что в холодные периоды времени процесс коагуляции протекает недостаточно эффективно, поэтому обработка цветных маломутных вод является достаточно сложным процессом и повышение эффекта коагуляции примесей воды является актуальным. Перед специалистом стоят задачи, направленные на совершенствование реагентной обработки воды, интенсификации процессов коагуляции примесей воды.

Целью работы является исследование эффективности использования коагулянтов и флокулянтов совместно с различными замутнителями.

Одним из перспективных направлений повышения эффективности обработки воды поверхностных источников водоснабжения является введение в процессе коагуляции специальных замутнителей. Они становятся центрами коагуляции и способствуют сепарации образующегося шлама, что позволяет улучшить качество очистки воды. Замутнение резко усиливает флокулирующее действие полиэлектролитов. Одновременно с этим происходит утяжеление хлопьев коагулированной взвеси, увеличение их гидравлической крупности. В настоящее время имеется большое количество экспериментальных данных, выполненных различными исследователями [1].

Оптимальная доза коагулянта, флокулянта и выбор замутнителя в данной работе определялась на основании результатов пробного коагулирования примесей воды. Исследования проводились в лаборатории очистных сооружений водопровода г. Вологды на установке для пробного коагулирования примесей воды с механическими мешалками и литровыми стаканами. Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

Качество исследуемой воды приведено в таблице 1.

Таблица 1

Качество исходной воды

Источник	р. Вологда
Цветность, град. ПКШ	115
Мутность, ЕМФ	5,6
pH, единицы pH	7,66
Щелочность, ммоль/дм^3	2,5
Температура, ºС	9
Доза хлора, мг/дм^3	4
Окисляемость, мг/дм^3	22
Хлориды, мг/дм^3	9

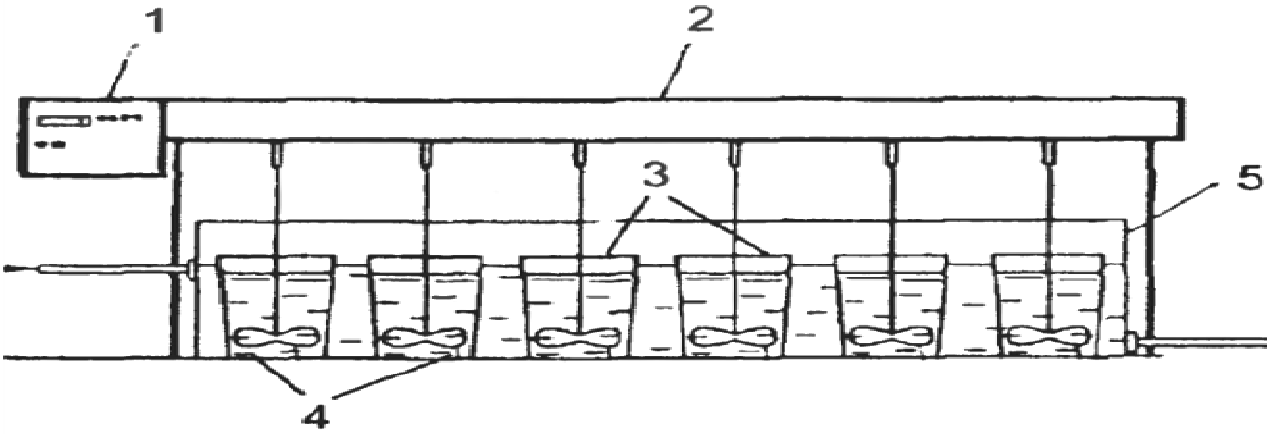


Рис. 1. Лабораторная установка для пробного коагулирования примесей воды:
1 – панель управления; 2 – корпус расположения редукторов;
3 – стаканы с исследуемой водой; 4 – лопасть мешалки

Результаты пробного коагулирования примесей воды с использованием различных доз коагулянта и флокулянта приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты пробногокоагулирования примесей воды

Показатели	Единицы измерения	Доза коагулянта $Al_2(SO_4)_3$/Доза флокулянта, мг/дм^3					
		50/0,2	55/0,2	60/0,2	50/0,3	55/0,3	60/0,3
Хлопье-образование		хлопья сразу мелкие, через 5 минут средние	хлопья сразу мелкие, через 1 мин крупные	хлопья сразу мелкие, через 1 мин крупные	хлопья сразу мелкие, через 2 мин очень крупные	хлопья сразу мелкие, через 2 мин крупные	хлопья сразу мелкие, через 2 мин средние
Осаждение		сразу	сразу	сразу	сразу	сразу	сразу
Полное осветление		нет	нет	1 час	нет	нет	1 час
Цветность	град. ПКШ	43	37	32	44	32	27
Мутность	ЕМФ	0,87	0,58	0,39	3,2	0,87	0,58
Остаточный алюминий	мг/дм^3	0,54	0,4	0,32	0,74	0,48	0,39
Перманганатная окисляемость	мг/дм^3	10,4	9,03	8,08	10,3	8	6,73
Щелочная разность	ммоль/дм^3	0,68	0,78	0,78	0,63	0,67	0,78

По результатам анализа пробного коагулирования примесей воды видно, что дозы, установленные в лаборатории при пробном коагулировании примесей воды в основном соответствуют дозам, применяемых на водопроводных очистных сооружениях. Исходя из результатов пробного коагулирования,

можно сделать следующий вывод, что дозы 60/0,2 и 60/0,3 показали себя лучше всего не только по химическим показателям, но и по осаждению взвеси при осветлении воды.

Для повышения эффективности протекания коагуляционных процессов в исследуемую воду добавляются различные замутнители. В данном случае использовался кварцевый песок мелкой фракции и обезвоженный осадок после фильтра-пресса станции повторного использования воды.

Коагулянт (сернокислый алюминий) с дозой 60 мг/дм^3 вводился одновременно во все стаканы при быстром перемешивании (170 об/мин), во второй стакан вводился мелкий песок в количестве 5 г/дм^3, в третий – обезвоженный осадок в количестве 3 г/дм^3, первый стакан являлся контрольным. Через 1 минуту вводился флокулянт (полиакриламид) с дозой 0,2 мг/дм^3. Затем интенсивность перемешивания уменьшалась до 35 об/мин, продолжительность медленного перемешивания составляла 10 минут. После 1 минуты медленного перемешивания хлопья имеются во всех стаканах, но во втором и третьем стаканах наблюдается начало процесса выпадения осадка. Через 2 минуты во втором стакане наблюдается осветление воды и увеличение объема осадка. После 3 минут в первом и третьем стаканах наблюдается укрупнение хлопьев, во втором стакане – осветление воды. Спустя 10 минут в первом стакане наблюдается начало выпадения осадка, во втором стакане наблюдается полное осветление воды, в третьем стакане заметно выпадение осадка. После окончания медленного перемешивания пробы воды оставались в покое для осаждения образовавшихся хлопьев. После 3 минут отстаивания в первом стакане отчетливо видны невыпавшие в осадок хлопья, в третьем стакане – небольшое количество невыпавших хлопьев. Спустя 10 минут отстаивания в первом стакане наблюдается конец выпадения осадка, во втором и третьем стаканах – осветленная вода.

Таким образом, по проведенным исследованиям можно сделать следующий вывод: применение в качестве замутнителя кварцевого песка мелкой фракции различных доз достаточно эффективно для интенсификации процесса коагуляции примесей воды, а обезвоженного осадка после фильтра-пресса станции повторного использования воды недостаточно эффективно, так как не была правильно подобрана доза и консистенция замутнителя.

В дальнейшей работе будут применены и исследованы другие замутнители.

1. Драгинский, В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод: научное издание / В.Л. Драгинский, Л.П Алексеева, С.В. Гетманцев. – Москва, 2005. – 576 с.

Секция «АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ»

ПОСЛОЙНЫЙ АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКОГО КВАРТАЛА В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

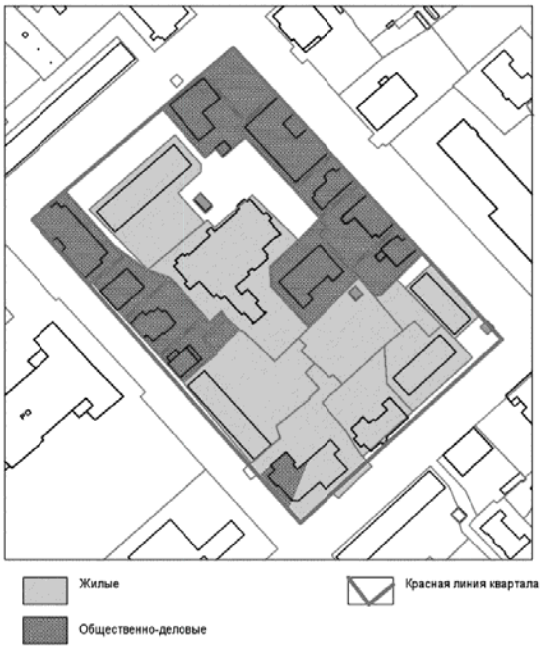
А.А. Альтапова
Научный руководитель ***Л.В. Анисимова****, канд. архитектуры, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время все развивающиеся города требуют расширения функций, увеличения их объема и площадей. Исторические зоны центра города – это деловой, культурный, торговый центр, который постепенно застраивается новыми зданиями и сооружениями. Современным общественным зданиям свойственны крупный масштаб, большие размеры, новые строительные материалы и технологии, которые разрушают дух, своеобразие, облик исторически сложившегося города. Происходит активное проникновение новой архитектуры в исторические городские кварталы, которые становятся безликими, теряют свою привлекательность [1].

Градостроителям приходится решать различные проблемы современного города. Одни из главных – сохранение исторической застройки в условиях урбанизации и обеспечение комфортных условий для жизни местного населения. Не обошли стороной эти проблемы и город Вологду. Целью исследования является комплексный анализ территории квартала в г. Вологда в границах улиц Галкинская, Ветошкина, Герцена и Зосимовская, с последующим выявлением проблемных ситуаций и составлением технического задания на регенерацию. В процессе выполнения работ будут использованы следующие методы исследования: предварительные работы (изучение картопланового материала), натурные исследования, фотофиксация, опрос местных жителей, составление послойных схем.

Территория квартала № 29 была частично освоена еще во второй половине 18 века (об этом свидетельствует первый регулярный план г. Вологды 1780 года, с нанесенной на него существующей на тот момент ситуацией). В настоящее время от исторической застройки квартала мало что осталось.

Южная и центральная часть квартала занята жилой функцией. Со стороны ул. Герцена и Ветошкина часть территории занята зданиями общественно-делового назначения (рис. 1). Свободные от застройки пространства заняты не санкционированными парковками. Озелененных территории крайне мало. Также был выявлен острый недостаток детских площадок (одна детская площадка на весь квартал), велосипедных дорожек, хозяйственных площадок и рекреационных зон.



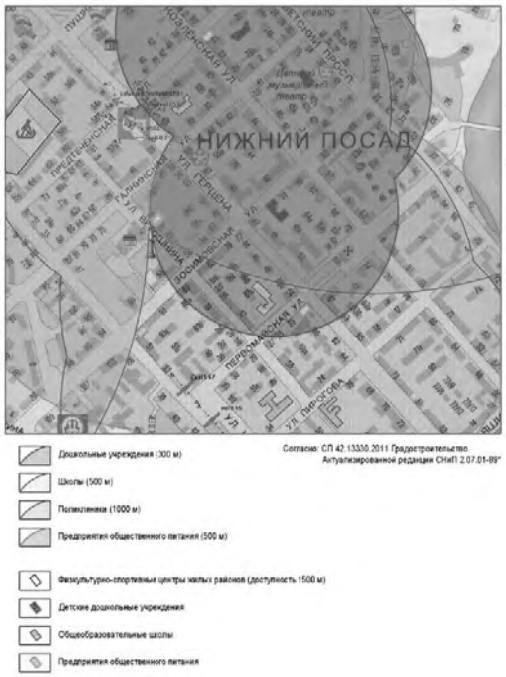


Рис. 1. Схема функционального зонирования

Рис. 2. Схема пешеходной доступности

Радиусы доступности обслуживающих учреждений соответствуют нормативам. Пешеходная доступность до дошкольных учреждений (таких как садики), среднеобразовательных школ, поликлиник, аптек, спортивных комплексов, мест общественного питания и остановок общественного транспорта обеспечена (рис. 2). Также было обнаружено новое строительство жилого дома в глубине квартала. Существующая инфраструктура квартала представлена в основном встроенными коммерческими помещениями в жилых зданиях, офисными зданиями, магазинами.

Одна из основных проблем квартала – парковки (рис. 3). Большие площади квартала отданы под стоянку автомобилей. Помимо специально отведенных мест автомобили зачастую располагаются на элементах озеленения и на тротуарах, отчего страдает комфорт и безопасность передвижения пешеходов.

Все это говорит о том, что парковочных мест на данный момент недостаточно даже при больших площадях уже имеющихся парковок [2].

Существующая ситуация требует изменения. Одним из приемов улучшения качества городской среды является комплексная регенерация. Тщательное исследование всех компонентов среды и выявление дефектных элементов позволит выявить наиболее проблемные ситуации, требующие реконструкции. Реконструкция города представляет собой непрерывный процесс преобразования и обновления планировки и застройки с целью создания комфортных условий для проживания населения и обеспечения эффективного функционирования всех его элементов. Среди них увеличение площади открытых общественных территорий детских площадок, развитие велосипедной и пешеходной инфраструктуры.

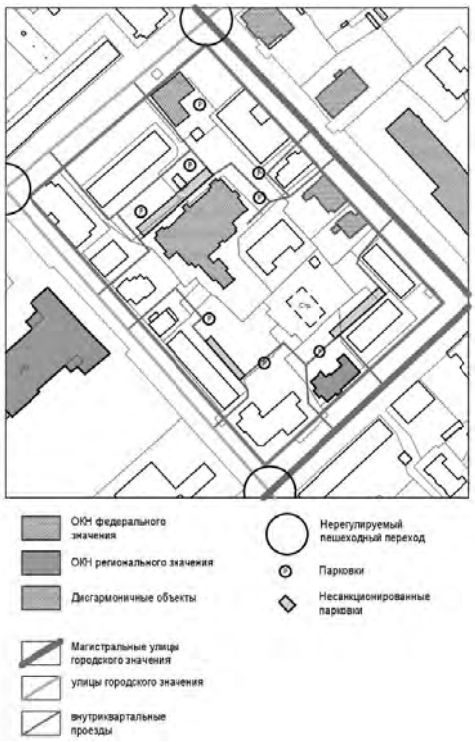


Рис. 3. Транспортная схема

При проектировании нужно предусмотреть следующее: 1) создание системы общественных пространств, формирующих пешеходные потоки; 2) частичное сохранение исторической парцелляции территории; 3) реконструкция (стилизация) фасадов нейтральных и дисгармоничных объектов; 4) сохранение на своих исторических местах средовых (фоновых) объектов архитектуры; 5) обогащение территории малыми архитектурными формами.

Город должен реагировать на меняющиеся условия, приспосабливаться к новому ритму жизни. При реконструкции следует уделить особое внимание сохранению масштаба и типологии застройки, декоративному убранству как зданий, так и малых архитектурных форм.

Для того чтобы проверить правильность принятого объемно-пространственного решения квартала, необходимо выполнить графическое построение панорам с характерных видовых точек как по периметру, так и внутри кварталов. Учитывая общегородскую структуру доминант, размещение объектов повышенной этажности на территории квартала не предлагается.

1. Анисимова, Л.В. Городской ландшафт. Социально-экологические аспекты проектирования / Л.В. Анисимова: учеб. пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 192 с.

2. Гейл, Я. Города для людей: пер. с англ. / Я. Гейл. – Москва: Альпина Паблишер, 2012. – 276 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЁМОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ФАБРИКИ «БЕЛЬФОР» В ГОРОДЕ ЯРОСЛАВЛЕ

С.Н. Вайнило
Научный руководитель ***Л.В. Анисимова****, канд. архитектуры, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Во многих зарубежных и отечественных городах существуют депрессивные территории, образовавшиеся в ходе деиндустриализации. Термин «серые зоны» наиболее точно характеризует городскую среду этих мест. Из группы «серых зон» следует выделить «красные зоны» [1]. К ним относятся бывшие промышленные территории, которые имеют в составе памятники архитектуры (ОКН) и расположены в центральной части города в многослойном историческом контексте, среда которого формировалась многими столетиями.

Положение таких территорий противоречиво. С одной стороны, существуют нормы, регулирующие деятельность на территории памятника (в основном ограничивают), с другой стороны, жители и администрация города заинтересованы в развитии этих зон, поскольку среда таких территорий запущена, имеет криминогенный характер и не привлекательна для гостей города.

Расположение «красных зон» в многослойном историческом контексте определяет специфику в подходах регенерации этих территорий. Противоречивость проблемы определяет формулировку цели исследования – выявить приемы регенерации фрагмента городской среды центральной части г. Ярославля с учётом социо-культурных предпосылок, а также степени сохранности ценных материальных артефактов, которые связаны с историческими слоями места. Наиболее полно, по мнению автора, идею «многослойности» отражает концепция «палимпсеста».

Палимпсест (от греч. palin – «снова», psaio – «скоблю, стираю») – это рукопись, написанная поверх смытого или соскобленного текста. Теоретические источники, посвященные теме палимпсеста в области гуманитарной географии, характеризуют данный подход к изучению места как части пространства, состоящей не только из материальных объектов, имеющих различное время возникновения и степень сохранности, но как неразрывную совокупность этих объектов и представлений об этом месте (Митин И., Ральф Э., Бренд С.). Достаточно распространена в архитектурной теории тема «палимпсеста» как инструмента, позволяющего изучать закономерности развития архитектурной среды [2].

Объектом исследования является городская среда бывшей кондитерской фабрики «Бельфор», расположенной в историческом центре г. Ярославля.

Предметом исследования являются выявление генных признаков места и их трансформация во времени.

Методика работы состоит из выявления основных этапов развития места, являющихся носителями социально-пространственной информации исследуемой территории. Далее следует выявление наиболее устойчивых процессов, укорененных на данной территории и анализ их трансформации. Анализируется степень сохранности литер комплекса. На основе полученных данных формулируются общие предложения по регенерации среды фабрики.

Территория бывшей кондитерской фабрики «Бельфор» расположена в границах ОКН: «Культурный слой г. Ярославля; XI–XVII вв.», входит в границы Земляного посада, охраняемого Юнеско. Данные, полученные в ходе историко-генетического анализа, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Историко-генетический анализ этапов развития места

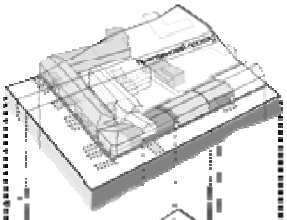
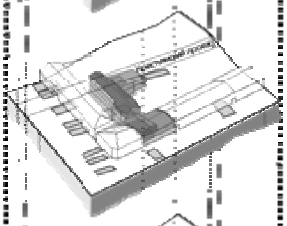
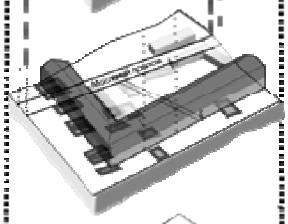
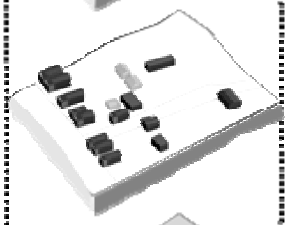
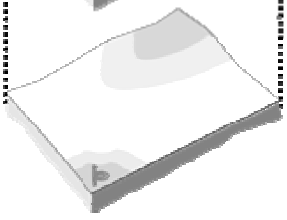
Наименование слоя. Век	Визуализация слоев	Обитатели	Процессы
"Постиндустриальная эпоха. XXI в."		Обитатели места не были установлены	Коммерческие услуги низкого и среднего уровня обслуживания. Здание фабрики частично функционирует как офисы, частично пустует
"Расцвет промышленности. Фабрика "Бельфор"". кон.XIX в."		купцы первой гильдии, меценаты промышленники	Коммерция на первом уровне, жильё меценатов на вторых уровнях квартала. Большой объем производства фабрики был встроен в структуру квартала. Жильё для рабочих. Торговля производимым товаром и ведомственное жильё в «парадномкорпусе
«Регулярная планировка. Гостиный двор. кон.XVIII в.		купцы, гости города, ремесленники	На первых этажах размещались торговля пищевой продукцией, изготавливаемой в мастерских. На втором уровне располагалось ведомственное жильё
«Торгово - ремесленный посад. Земляной город. XIII в."		Ремесленники Зажиточные купцы	Жилая частная собственность была объединена под одной крышей с кустарным производством. Через лавки, встроенные в жильё, происходила торговля с иноземными купцами и жителями посада
Древнейшее время. Язычество. до X в"		Мери-нигиний религиозный культ.	Капище. Культ медведя.

Таблица выполнена на основе анализа архивных материалов, интервьюирования специалистов и анализа литературных источников. В результате исследования укорененных процессов и основного контингента обитателей можно сделать вывод, что для территории характерны следующие функции: жилая, производственная и коммерческая. Жилая частная собственность с течением времени была преобразована в арендную форму собственности. Кустарная промышленность была трансформирована в производственное предприятие. Коммерческая функция представляла собой торговлю пищевой продукцией, непосредственно изготавливаемой в лавках, а затем и в цехах кондитерской фабрики. Обитателями места, начиная с образования града, всегда были мастеровые люди, богатые и известные меценаты. На данный момент контингент нынешних обитателей не определён.

Несмотря на то, что частично процессы были утрачены, сохранились материальные артефакты слоёв прошлого и «ментальные» следы в сознании горожан. В основе конфигурации квартала лежит заложенный в конце XVIII в. регулярный план квартала № 10, разработанный губернским землемером И. Кореневым. Сохранился Крестьянский проезд (именуемый ранее Масляным проломом), пересекающий квартал с юго-запада до северо-востока. «Парадное» здание фабрики со стороны ул. Нахимсона надстроено над лавками Старого Гостиного Двора, фундаменты и стены которого являются единственно сохранившимися в рассматриваемом квартале артефактами эпохи XVIII в. Само здание фабрики «Бельфор», согласно акту исследования технического состояния, дошло до наших дней в удовлетворительном состоянии и представляет собой образец промышленной архитектуры модерна. Поскольку территория расположена в древнейшем историческом месте, культурные слои, расположенные под землёй, по мнению археолога И.В. Фролова, содержат древние артефакты, начиная с конца X в и до нынешнего времени.

В качестве ментальных «следов» места выступают гравюры города Ярославля, фотографии квартала, записи в фондах ГАЯО, исторические очерки. Жители города знают про Гостиный Двор и эпоху расцвета фабрики «Бельфор» и очень гордятся историей этого места.

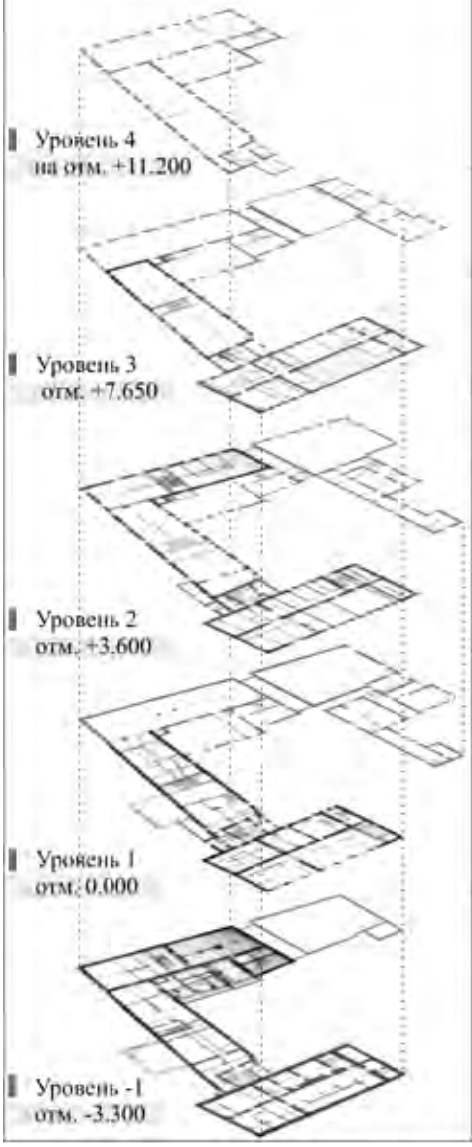
В результате историко-генетического анализа комплекса зданий фабрики «Бельфор» были определены степень ценности и сохранности зданий и первоначальные функции. Литеры «А», «Б1», «Б2», «В» – здания, которые входят в границы ОКН и имеют статус регионального значения. Конструктивная схема – продольные несущие ограждающие конструкции из кирпича, ребристые перекрытия «Монье» над подвалом по стальным ригелям и кирпичные перекрытия «Клейна» на остальных уровнях. Здания имеют подвалы и антресоли. Средняя высота этажа 3,5 м. Характерны большие пролёты рассматриваемых литер – от 9 до 15 м. Литеры «Г1», «Г2», «Г3», «Г4» представляют собой комплекс построек советских времён, которые не входят в границы памятника и являются нейтральными постройками. Конструктивная схема – ограждающие

конструкции из кирпича, ж/б перекрытия. Все рассматриваемые литеры имеют удовлетворительную степень сохранности.

Данные о процессах, протекающих в исторических зданиях, отмеченных литерами А, Б, Б1, В, полученные в ходе историко-генетического анализа комплекса зданий фабрики «Бельфор», представлены в табл. 2. Основанием для анализа являются архивные планы начала XX в. и планы БТИ 2008 года. На сегодняшний день исследуемый объект пустует. Конструктивная схема не изменена. Таким образом, могут быть сформулированы общие рекомендации по регенерации рассматриваемых литер бывшей фабрики «Бельфор».

Таблица 2

Историко-генетический анализ исторических строений фабрики «Бельфор»

Анализ конструктивной схемы	Первоначальные функции фабрики			
	Лит.А	Лит.Б1	Лит.Б2	Лит.В
				
	Жилые комнаты для работников фабрики			
	Комнаты, сдаваемые внаем	Общая столовая Склады		
	Квартира:гостиная,столовая,зал-детская Оранжерея Столовая с кухней Кабинеты	Производственные помещения. Конфетное отделение. Обертночная		Конфетная фабрика
	Чайная и конфетная лавки	Каретник, конюшни Склады товаров и материалов		
	Технические помещения	Склад Помещения персонала		

Для литер А-В необходимы приёмы ревитализации и реставрации. Возрождение ценности места возможно путем формирования в данных зданиях функциональной связки «жильё+работа» с апартаментами и офисами А-класса. Частичная музеефикация зданий с целью демонстрации процессов, характерных для эпохи расцвета фабрики «Бельфор», позволит сохранить атмосферу места.

Для советских литер Д1-Д5 необходим прием реконструкции. Сдача лотов в аренду представителям креативных индустрий позволит вдохнуть новую жизнь в здания и территорию, сформировать позитивное отношение к этому месту, а в дальнейшем повысить капитализацию земли.

Таким образом, новые социальные и пространственные слои позволят комплексу устойчиво развиваться, сохранив при этом дух и память места.

1. Вайнило, С.Н. Выявление приёмов регенерации «красных» зон города Ярославля / Материалы Международной научной конференции : в 3-х т. / М-во образования и науки РФ ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2018. – Т. 1. – С. 401-403.

2. Попова, М.А. Явление палимпсеста в архитектуре промышленных и инженерных объектов [Электронный ресурс] / М.А. Попова // Международный студенческий научный вестник. – Режим доступа: https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=16735

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОСЕДСТВА В ПРЕДЕЛАХ КВАРТАЛЬНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Е.Н. Герасимовская
Научный руководитель ***Ю.В. Анисимов****, канд. архитектуры, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проблема деления территорий между соседями и организации комфортного проживания на территории жилой застройки, будь то город или сельское поселение, всегда была и остаётся актуальной. Более остро встаёт вопрос, если речь заходит о соблюдении правил коллективного проживания в городском квартале, где присутствуют здания и соответствующие участки административного (общественного) и жилого назначения разных форм собственности. Такие кварталы относятся к кварталам смешанной застройки.

Разберём данную проблему на примере территории квартала в городе Вологде, в границах улиц Герцена, Пирогова, Козлёнская и Первомайская. В квартале находятся здания МФЦ, Росбанка и офис почтового отделения [1]. Несмотря на то, что в современной практике кварталы смешанной застройки имеют свои преимущества: наличие в шаговой доступности некоторых элементов культурно-бытового обслуживания, разнообразия в типологии жилищ

различной категорий стоимости, исключающего сегрегацию, возможности повышения безопасности проживания, – все же в кварталах возникают проблемы, связанные с соблюдением границ участков собственников, функциональным использованием, обеспечением комфортного проживания.

Цель исследования – анализ границ соседств внутриквартальной территории: степень прозрачности границ.

Задачи исследования:

- провести анализ соблюдения границ участков пользователями, проанализировать виды функционального использования квартала (включая проезды, парковки, пешеходные связи, детские площадки, пустыри);
- определить технический и эстетический уровень оборудования дворовых пространств;
- определить степень рационального и эффективного использования территории (показатели плотности);
- дать рекомендации по реновации квартала.

Методы исследования: интервьюирование, натурные исследования, фотофиксация, комплексный графический анализ территории застройки квартала.

Коэффициент плотности (FAR) – 0,2. Коэффициент застройки (BCR) – 0.2.

Согласно нормативным показателям плотности застройки территориальных зон, на сегодняшний день для многоквартирных домов коэффициент плотности застройки равен 0.4 и для жилых домов с придомовым участком – 0.3 [2]. На основании данных подсчётов можно сделать вывод о том, что территория квартала под жильё и застройку используется недостаточно эффективно (рис. 1).

Рекомендуется повышение плотности застройки территории квартала, чтобы поднять коэффициент согласно нормативу и обеспечить сомасштабные, уютные и комфортные пространства для жителей [3].



Рис. 1. Кадастровые границы территорий. Пустующие территории

В исследуемом квартале прослеживается большая разница в степени благоустройства. На территории можно наблюдать как места неблагоустроенные и депрессивные, так и комфортные, оборудованные новой уличной мебелью. (рис. 1). Такая разница делает неблагоустроенные территории совершенно безлюдными. Жители обходят их стороной, не пытаются способствовать повышению их комфортности в силу того, что есть возможность пойти на соседнюю детскую площадку или в парк, расположенный рядом (рис. 1).

В квартале проживают семьи разного социального статуса и достатка, что является положительным аспектом, так как Россия в последние годы все больше приближается к той ситуации, когда в условиях нарастающего социального расслоения населения в регионах формируются социальные кварталы «бедности» и «богатства» [4].

В процессе исследования был проведён опрос жителей данного квартала, который показал, что жители недовольны расположением по соседству с их домами зданий МФЦ и Росбанка, так как в процессе проектирований для здания не было предусмотрено достаточное количество парковочных мест, в следствие чего служащие и клиенты центра социальной защиты организуют стихийные парковки на дворовых территориях жилых домов (рис. 2). Проблема нехватки парковочных мест порождает конфликты не только между жителями квартала и госслужащими, но и внутри жилого сообщества (во дворе на парковках бьют и царапают машины). Данную ситуацию порождает также то, что часть городского тротуара, проложенного вдоль квартала отдана в частную собственность и используется как парковка для машин.



Рис. 2. Кадастровые границы территорий. Инфраструктура. Парковочные места.

Натурные исследования выявили плохое состояние дорожного покрытия, местами его отсутствие. Проблема является злободневной и более острой ещё и от того, что данный квартал в некотором смысле – «лицо» города из-за расположенных в нем государственных учреждений.

На старых детских площадках стоят сухие деревья, что представляет собой опасность для жителей города, так как неблагоустроенная территория является транзитной. Объекты некогда бывшей детской площадки находятся в непригодном для использования состоянии. Во дворах неровный ландшафт, в сырую погоду грязь. Во дворах отсутствует освещение.

Депрессивные территории и заброшенные пустыри наблюдаются в местах, где кадастровые границы не подкреплены соответствующими функциями и не выявлены объёмно-планировочными решениями.

Стихийные парковки возникают в множественных местах на территории всего квартала, что также связано с тем, что в границах придомовых территории либо недостаточно места для организованной парковки, либо функции на территории распределены неэффективно.

Тем не менее итервьюирование показало, что, несмотря на наличие депрессивных территорий, жители сохраняют дружеские отношения друг с другом и общаются при встрече, в домах созданы свои ТСЖ, жители объединяются и стараются решать существующие проблемы собственными силами. Соседи знают друг друга по именам и в лицо, общаются при встрече. При дальнейших преобразованиях территории и вносимых нововведениях крайне важно не расстроить сложившуюся тёплую атмосферу отношений между жителями квартала.

На основании исследования можно сделать вывод, что депрессивные зоны среды в квартале возникают в основном на кадастровых границах межевания, которые не закреплены объёмно-планировочными решениями. В связи с этим собственники не понимают какие территории принадлежат им, не чувствуют за них ответственность. Решение данной проблемы заключается в обозначении кадастровых границ объёмно-планировочными решениями, такими как: проезды, фасады, детские площадки малые архитектурные формы.

1. Публичная кадастровая карта г. Вологды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pkk5.rosreestr

2. Коэффициент плотности застройки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zhiloepravo.com/kadastr/koeffitsient-zastrojki.html

3. Региональные нормативы градостроительного проектирования Вологодской области [Электронный ресурс] – http://nashdom.vologda-portal.ru/planning/documents/normativy_gradostroitelnogo_proektirovaniya

4. Вместе с городом: Территориальное общественное самоуправление / под ред. Н. А. Катаевой, И. В. Черезова. – Киров: О-Краткое, 2012. – 100 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗБАРЬЕРНОСТЬ

Г.С. Нилова
Научный руководитель ***Л.В. Анисимова****, канд. архитектуры, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проблема безбарьерности среды является одной из самых актуальных на сегодняшний день. Развитие общества характеризуется появлением всё новых категорий людей со специфическими особенностями, требующих особые условия окружающего пространства. Но сегодня сформированная среда игнорирует это и всё меньше уделяет внимание личности, не даёт возможности для саморазвития и социальных контактов. Малодоступное городское пространство постоянно настраивает горожан на преодоление препятствий. Поэтому формирование особых условий для лиц с ограничениями и обеспечение беспрепятственного передвижения позволит городу создать качественную среду, доступную для всех.

На современном этапе развития город претерпевает большие изменения. Появление транспорта оказывает значительное влияние на его структуру. Трансформирующаяся среда становится всё менее комфортной и более агрессивной к человеку. Пешеход и транспорт занимают равные позиции в жизни города. При этом наблюдается увеличение транспортной доступности и, в противовес, уменьшение доступности для человека. При прогрессирующей автомобильной промышленности, общество также всё больше индивидуализируется, растёт число людей с особыми потребностями, которые среда не может удовлетворить.

Несмотря на то, что в европейских городах, таких как Копенгаген и Гёрлитц, наблюдается процесс позитивных изменений, связанных с формированием комфортной и доступной среды для пешеходов, в России большинство городов ориентировано на транспортную инфраструктуру. Пешеходные маршруты прокладываются вдоль транспортных артерий, вытесняются из сознания горожан исторически сложившиеся пешеходные пространства.

Данная работа посвящена исследованию эволюционных этапов развития городской среды центрального планировочного района с позиций взаимодействия транспорта и пешехода. На основе методики историко-генетического анализа выявлены этапы развития городской среды, соответствующие высокому уровню её безопасности и безбарьерности. Цель исследования – определение путей регенерации городской среды, которая будет обладать высокой доступностью для пешеходов, безопасностью и комфортностью.

Объектом исследования является фрагмент городской среды центральной части г. Вологды в границах улиц Лермонтова, Зосимовская, Предтеченская и Пречистенская набережная.

И на примере данного фрагмента было проведено обследование эволюционного изменения парадного пешеходного пространства города в транспортный узел. В таблице 1 представлены этапы развития и трансформации среды, начиная с восемнадцатого века до сегодняшних дней.

Обследование первого регулярного плана Вологды, подготовленного канцелярией вологодского и ярославского генерал-губернатора 1780 года, показало, что на пересечении улиц (современное название: Ленина, Пушкинская, Предтеченская и Пречистенская набережная) организована Плац-парадная площадь для проведения перед домом генерал-губернатора парадов и гуляний. Расположенные на границе площади соляные амбары и церковь дополняли пешеходное пространство. Низкая скорость движения гужевых повозок не создавала помех при передвижении людей по территории. Плац-парадная площадь, на которой проводятся все официальные торжества, такие как парады войск местного гарнизона, благоприятствовала активным социальным взаимодействиям.

Девятнадцатый век способствует архитектурному завершению площади. На карте 1824 года показано, как здесь формируется образовательная среда. На месте соляных амбаров возводится Духовная Семинария (лит. 1), на противоположном конце площади – Здание мужской гимназии (лит. 4), благодаря чему здесь появляются новые категории пользователей – молодые ученики и студенты. Дом генерал-губернатора переходит в статус присутственного места. На берегу р. Вологды строится губернский дом. Парадная площадь теперь именуется «театральной» – вокруг неё концентрируются театры [1]. Транспортный режим не изменился за сто лет. Гужевые повозки и пешеходное движение людей идут в одних и тех же планировочных границах. Пространство площади и прилегающие улицы являются преимущественно пешеходными.

Двадцатый век становится переломным в эволюционном развитии городской среды. Развитие автомобильного транспорта и его скоростной режим становится угрозой для перемещения пешехода. Пространство улицы чётко разделяется на тротуар и зону движения автомобилей, становится небезопасным для хаотичного передвижения пешеходов. Для беспрепятственного движения автомобилей Плац-парадная площадь спрямляется и вокруг нее организуются транспортные улицы. На спрямленном участке площади возводится театр Паскуаля Рамеса (лит. 6).

Здание духовной семинарии передается институту народного образования (лит. 1), здание мужской гимназии становится вначале единой трудовой школой, затем школой второй ступени, и наконец, ветеринарным институтом (лит. 4). Строится школа 2-й ступени (лит. 3). Функция образования закрепляется и становится доминирующей. Площадь сохраняет представительскую функцию, однако низкая скорость движения автомобиля позволяет использовать площадь как место для социальных контактов и прогулок. Можно сказать, что развитие городской среды на начало двадцатого века является наиболее комфортным с точки зрения совмещения транспорта и пешеходной активности.

Таблица 1

Эволюция исторической городской среды

Наименование	Карта	Функции и процессы	Режим движения
1. Первый регулярный план г. Вологды, подготовленный в канцелярии вологодского и ярославского генерал-губернатора. (использовался как рабочий материал) **XVIII в. 1780 г.**		1 соляные амбары 2 дом генерал-губернатора 3 церкви 7 План-парадная площадь Коммерческая функция Представительская функция Духовно – просветительская функция Культурно-зрелищная функция	Пешеход (5,5 км/ч) Гужевая повозка (20 км/ч)
2. План города Вологды, с указанием мест для помещения императора Александра I и его свиты. **XIX в. 1824 г.**		1 духовная семинария 2 губернаторский дом 3 присутственные места 4 гимназия 5 винный магазин 6 церкви 7 План-парадная площадь Коммерческая функция Представительская функция Духовно – просветительская функция Образовательная функция Культурно-зрелищная функция	Гужевая повозка (20 км/ч) Пешеход (5,5 км/ч)
3. План г. Вологды. Издание городского коммунального отдела. Тираж 2000 экз. **XX в. 1928 г.**		1 Институт народного образования 2 губернаторский дом 3 школа 2-ой ступени 4 единая трудовая школа, школа второй ступени и ветеринарный институт 5 церкви 6 театр Пасхуля Рамеса 7 Советская площадь Представительская функция Духовно – просветительская функция Образовательная функция Культурно-зрелищная функция	Автомобиль (до 50 км/ч) Гужевая повозка (20 км/ч) Пешеход (5,5 км/ч)
4. План современного города Вологды **XXI в. 2018 г.**		1 Институты ВоГУ 2 Приемная Президента РФ в Вологодской области 3 Теремок, Вологодский областной театр кукол 4 Средняя обще-образовательная школа №1 5 церкви 6 Кировский сквер Коммерческая функция Представительская функция Духовно – просветительская функция(?) Образовательная функция Культурно-зрелищная функция Функция отдыха	Автомобиль (от 50 км/ч) Общественный транспорт (до 60 км/ч) Пешеход (5,5 км/ч)



Безбарьерность в перемещении достигается отсутствием высоких разделительных барьеров и высоких скоростей перемещения транспорта.

Двадцать первый век характеризуется резким повышением уровня загрузки автомобильных дорог движением транспортных средств. Эта перегруженность влияет на ограничение мобильности населения и снижение качества его жизни. Бывшая центральная площадь преобразуется в Кировский сквер, окружённый проездами. [2] Он является пешеходным пространством, но кроме транзита не несёт в себе никакие функции, отсутствуют зоны коммуникации людей, что усиливает социальное разобщение. Исследуемые образовательные объекты на данном этапе входят в состав Вологодского государственного университета, являясь учебными корпусами. Поэтому между ними наблюдается повышенная пешеходная активность, в результате чего увеличивается частота спорных ситуаций между пешеходом и транспортом.

В целом изменения городской среды Вологды в исследуемых границах имеют негативный характер. Пешеходная зона превратилась в транспортную, доведённую до конфликтной, где наблюдаются разные режимы движения пользователей территории: пешеход, маломобильный пешеход, велосипедист, общественный транспорт, личный автомобиль.

Обследование мест пересечения участников с различным скоростным режимом перемещения выявило места конфликта интересов пешехода и транспорта. Подобные ситуации в градостроительной практике решаются несколькими способами: организационный, планировочный, временной. На основе поэтапного анализа взаимодействия элементов системы были сформулированы следующие предложения, способствующие «возрождению» места и формированию комфортной окружающей среды:

- создание единого пешеходного пространства, обеспечивающее беспрепятственное движение;
- ограничение транспорта на территорию: парковка с пропускной системой;
- ограничение скорости транспорта на прилегающих дорогах в зоне образовательного пространства;
- оптимизация системы освещения также повлияет на повышение уровня безопасности;
- трансформация транзитных пространств в зоны коммуникации людей;
- повышение доступности: регенерация отдельных функций с целью ориентации среды на все категории пользователей. (Например, использование научной библиотеки ВоГУ на городском уровне, не только студентами, но и жителями окружающего района; становление студенческой столовой как коммерческого объекта, ориентированного на город, расширение театральной функции для привлечения интеллигенции).

Данные предложения станут отправной точкой в организации и развитии новой качественной среды, направленной на человека и реагирующей на осо-

бые потребности каждого пользователя. Дальнейшая эволюция городской среды и её обогащение позволят создать социально-активное пространство, наполненное жизнью, обеспечит самостоятельность и независимость лиц с ограничениями.

1. Сазонов, А. И. Моя Вологда: Прогулки по старому городу / А. И. Сазонов. – Вологда: Древности Севера, 2006. – 272 с.

2. Соколов, В. И. Вологда: история строительства и благоустройства города / В. И. Соколов. – Вологда, 1977.

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МУЗЕЯ КУЛЬТУРЫ В МАТЕРЕ, ИТАЛИЯ

Ю.Е. Петроченко
Научный руководитель ***Д.А. Белова****, ст. преподаватель*
Сибирский федеральный университет
г. Красноярск

Современное видение музеев и подходы к их проектированию существенным образом изменились за последние годы. С каждым годом музеи становятся более технологичными [3], отличающимися от традиционного представления. Инсталляции сегодня – это своего рода диалог со зрителем о насущных вопросах социума [2]. Посетитель и музейное пространство (экспонаты) должны иметь возможность взаимодействовать друг с другом, и вместо музея-хранилища должен появиться музей-друг, музей-культурная точка, место, где люди могут отдыхать, получать образование и общаться [1]. С учетом этих тенденций авторами была предложена методология проектирования современного музея на примере музея культуры в древнем итальянском городе Матера.

Историческая справка

Матера (в переводе, Моя Земля) – город в итальянском регионе Базиликата, административный центр одноимённой провинции. Старая часть города встроена в скалу и является объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО. Город избран европейской столицей культуры – 2019. Начиная с эпохи неолита люди активно использовали скалы для создания убежищ. В римскую эпоху из многочисленных гротов и скалистых массивов, используемых для постройки жилищ, появились кварталы Сасси – скальные кварталы – самая большая ценность Матеры.

Предпроектный анализ

Матера известна большим количеством не только церквей, но и музеев, в каждом из которых представлен тот или иной аспект жизни и культуры жите-

лей Матеры и Базиликаты. Главной задачей стало проектирование нового выставочного павильона площадью не более 300 кв. м. – первой части музея культуры Матеры. Павильон должен сохранить атмосферу древности, быть своеобразным контейнером традиций, способных укрепить исторические элементы, которые образуют «лицо» города. Музей в Матере должен сочетать в себе традиции прошлого и современные тенденции.

Первой стадией проектирования является анализ заинтересованных в постройке музея лиц (рис. 1). Для административных органов Матеры и Базиликаты это шанс повышения туристической привлекательности города, а значит – увеличения инвестиций. Ремесленники, историки, археологи, деятели искусства смогут получить площадки для работы и творчества, а также реализации плодов своего труда (маркет) и возможность делиться навыками (мастер-классы). Жители города, туристы получают уникальную возможность изучить культуру города и быть вовлеченными в процесс создания произведения искусства, возможность внести свой вклад в развитие культуры, искусства и науки этого города. Кроме того, территория музея станет привлекательной общественной площадкой для жителей и гостей города.



Рис. 1. Схема заинтересованных лиц

После определения стейкхолдеров проводится натурный и исторический анализ города для выявления характерных черт. Графический метод анализа местности (рис. 2) позволяет выявить особенно ценные знаки города, для того чтобы новое здание органично влилось в существующую структуру. Наилучшим образом Матеру характеризуют ступени, террасы и арки.



Рис.2. Графическое выявление характерных черт города

Для наглядности анализа использовались основные характерные изображения города – пещеры, гроты и вид города через арку. Разнообразие арочных форм, их симметрия и асимметрия говорят об уникальности города. Матера легко узнаваема по текстуре. В городе широко применялся туф для строительства зданий, а в качестве материала крыши использовалась черепица.

При взгляде на Матеру сверху теряется ощущение масштаба, перспектива становится инвертированной, сломанной, множество линий пересекаются под разными углами, и сложно определить расстояние между домами. Эти наблюдения стали основополагающими для концептуального проекта павильона. На рисунках 3–6 графически представлен метод анализа идентичности города и последовательное выявление его основных характеристик.

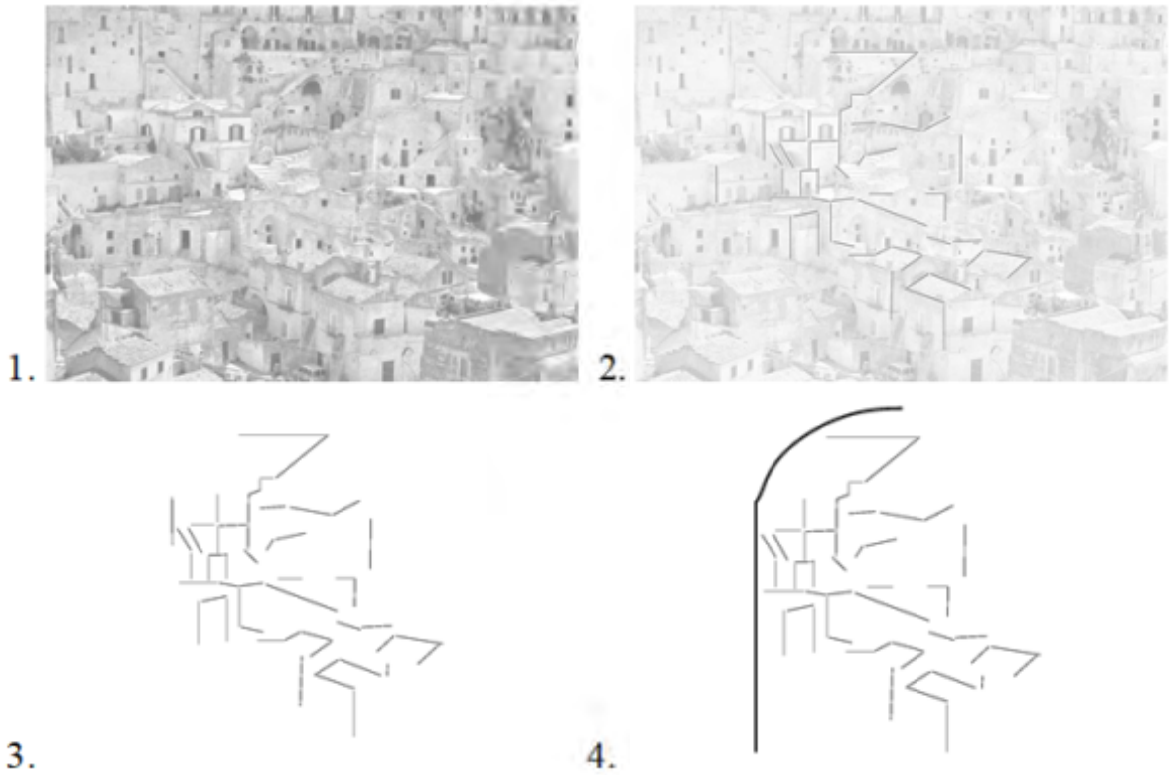


Рис. 3–6. Поэтапный графический анализ, осмысление идентичности города

Методология

При проектировании важно помнить о новых тенденциях, касающихся музеев. Музей – культурная точка, отвечающая разным запросам – потребности в познании, развлечении, общении, интерактиве и т.д. Для грамотного встраивания нового объекта в существующую ткань городской среды необходимо проанализировать сети транспортно-пешеходных потоков и создать соответствующие схемы (рис. 7).

Основная идея проекта – создание гибкого пространства, связывающего в данном случае верхний и нижний уровни дороги. Новый музей должен отражать дух города. Панорама Матеры, раскрывающаяся через арки, является одним из ключевых изображений в восприятии древнего города. Лестницы, террасы и рельеф являются его неотъемлемой характеристикой. Воссоздание в новом объекте тех же принципов позволит проложить взаимосвязь между историческими традициями и современной архитектурой в древнем городе.

Результатом анализа и проектирования стало пространство, состоящее из трех объемов, объединенных переходом под лестницами, которые в свою очередь связывают разные уровни дороги на рельефе (рис. 8). Разные углы поворота арок создают эффект «инвертированной» перспективы, ассоциируясь с окружающей застройкой города (рис. 9). Различные варианты использования материалов – стекла и камня – позволяют создать интересный и современный образ музея, который полностью соответствует исторически ценной застройке города.

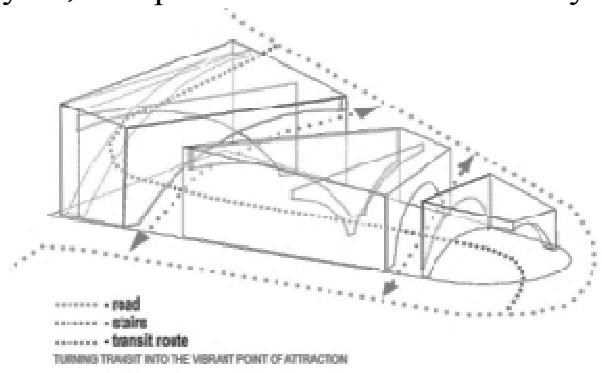


Рис. 7 (слева). Схема движения транспорта и пешеходов.

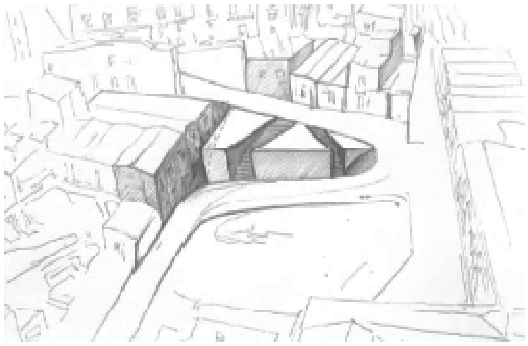


Рис. 8 (справа). Эскиз формообразования павильона



Рис. 9. Концептуальное 3D-изображение, вид из павильона на город

На основании вышеизложенных принципов был создан концептуальный проект компактного музея. Главная цель музея Матеры – сохранение традиций и исторической идентичности города и объединение мастеров и посетителей для создания новых ценностей. Получившийся в процессе вдохновения и взаимодействия с мастерами продукт у посетителей может стать новым экспонатом или полезной вещью для себя. Делая вклад в музей, посетители испытывают чувство принадлежности к городу и его истории, что в свою очередь повышает ценность музея и города в глазах всех посетивших музей.

Проект был отмечен дипломом II степени на международном воркшопе «MateraLab-Workshop» в Матере в июле 2018 года.

1. Bernasconi. >MUSEЙ< – Москва: ОАО «Типография «Новости», 2008. – 254 с.

2. Report 7 – ‘New trends in museums of the 21st century’ The Learning Museum Network Project, edited by Ann Nicholls, Manuela Pereira and Margherita Sani. 2013

3. The National. Home / Lifestyle / Family / Facing the future: how museums are embracing new trends and technologies. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.thenational.ae/lifestyle/family/facing-the-future-how-museums-are-embracing-new-trends-and-technologies-1.82108

ВЛИЯНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ «ДОРОЖНОЙ КАРТЫ» В СФЕРЕ КАДАСТРА НА ФОРМИРОВАНИЕ ГОРОДОВ

А.О. Романова
Научный руководитель ***Д.А. Заварин****, канд. экон. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В условиях формирования современного общества, где развитие городов стоит на одном из первых мест, огромное значение играет понятие «градостроительство», которое тесно связано как с архитектурой, так и с кадастровой деятельностью.

В жизни любого общества земля играет исключительно важную роль. Она выполняет множество функций – природного ресурса, пространственного базиса, средства и предмета труда, средства производства, объекта недвижимости и др. Этим обусловлена и сложность земельных отношений – системы социально-экономических связей, относящихся к владению, пользованию и распоряжению землей. Градостроительство непосредственно связано с земельным кадастром. Средством реализации градостроительных задач является рациональное планирование использования территории [1].

Как систему организационно-управленческих действий и мероприятий земельный кадастр можно трактовать как совокупность конкретных земельно-кадастровых мероприятий, действий и работ по регистрации, учету и оценке земель, их собственников, владельцев и пользователей.

За последние годы в Российской Федерации в целях ускорения социально-экономического развития страны произошли серьезные изменения в сфере государственного управления. В 2003–2005 гг. были приняты важные решения по реализации административной реформы в Российской Федерации. Концепция административной реформы в Российской Федерации в 2006–2010 гг. определила в качестве целей административной реформы повышение качества и доступности государственных услуг; ограничение вмешательства государства в экономическую деятельность субъектов предпринимательства, в том числе прекращение избыточного государственного регулирования; повышение эффективности деятельности органов исполнительной власти [2].

Реализация административной реформы коснулась такой функции государственного управления в сфере использования и охраны земель, как государственный кадастровый учет земельных участков, а затем и объектов капитального строительства.

Кадастровая информация о недвижимом имуществе и владельцах в последнее десятилетие стала более востребована среди широких специалистов: наряду с кадастровыми инженерами, это специалисты отраслей архитектуры, реставрации, органы государственной власти, мониторинг земель, природоохранные организации и др. В связи с этим возникла необходимость упрощения и ускорения системы доступа к этим сведениям. Данные бывших БТИ и ГКН были «слиты» в Единую систему государственной регистрации недвижимости. Переход на новую электронную систему ведения реестра недвижимости повлек за собой возникновение необходимости реформирования других областей кадастра.

Государственный кадастровый учет – юридический акт признания и подтверждения государством самого факта существования объекта недвижимости. То есть пока не произведен кадастровый учет, недвижимость не может существовать как объект права. Поэтому и нельзя получить свидетельство на право собственности без кадастровой регистрации.

В 2012 году постановлением Правительства был сформулирован план мероприятий («Дорожная карта») реформирования сферы кадастровых отношений до 2018 года. На данный момент он практически завершен, происходит подведение итогов.

В юридической литературе план «Дорожная карта» определяется как план мероприятий по продвижению к некоторому целевому состоянию различных систем. В области земельных правоотношений для решения комплексных задач тоже периодически разрабатываются и реализуются данные планы на всех уровнях государственной власти (федеральном, региональном, местном).

Согласно постановлению Правительства № 2236-р, мероприятия, предусмотренные «Дорожной картой», позволят существенно повысить достоверность сведений Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним, государственного кадастра недвижимости и созданного в будущем путем их объединения Единого государственного реестра недвижимости. В результате этой деятельности к 2018 году будет создан единый государственный информационный ресурс в сфере недвижимости. Это позволит снизить риски операций на рынке недвижимости и повысить капитализацию активов, что неизбежно улучшит инвестиционный климат в Российской Федерации [3].

За счет создания единой учетно-регистрационной системы, реализации комплекса организационно-правовых, административных и информационных мероприятий планируется сократить сроки государственной регистрации прав до 7 дней, а также увеличить гарантии зарегистрированных прав и исключить административные барьеры и коррупционные проявления. При этом затраты заявителей предполагается сохранить на существующем уровне (в размере государственной пошлины) [3].

Целями «Дорожной карты» являются:

1. Формирование достоверного (качественного и полного) Единого государственного реестра недвижимости.

2. Сокращение сроков кадастрового учета и государственной регистрации прав до 5 и 7 дней соответственно.

3. Создание технологий, препятствующих увеличению затрат потребителей государственных услуг.

4. Минимизация бумажного документооборота и перевод услуг преимущественно в электронный вид при условии сохранения комфортных условий оказания услуг заявителям.

5. Повышение эффективности деятельности государственного регистратора и его ответственности за совершаемые действия.

6. Создание механизмов возмещения ущерба в полном объеме в случае утраты собственности и (или) возникновения иных рисков у заявителей.

7. Повышение информированности клиентов системы о способах и формах получения услуг.

В целях определения успешности реализации «Дорожной карты» был выбран рейтинг Doing Business, подготавливаемый Всемирным банком на ежегодной основе. Целью данного рейтингового анализа было выбрано включение России по показателю «регистрация собственности» в пятерку лучших стран, которые вошли в данное исследование. В постановлении Правительства приведены контрольные показатели по разным позициям на текущий период (период опубликования «Дорожной карты»), на 2013–2015 гг., приведен поэтапный план мероприятий, согласно которому были установлены контрольные сроки реализации реформы каждой позиции рейтинга.

Доклад «Ведение бизнеса» (Doing Business Report) – ежегодное исследование группы Всемирного банка, оценивающее в 189 странах простоту осуществления предпринимательской деятельности на основе 11 индикаторов. Доклад посвящен оценке нормативных актов, регулирующих деятельность малых и средних предприятий на протяжении всего жизненного цикла, и порядке их применения на практике [4].

Каждый год в докладе «Doing Business» публикуются 8967 показателей. Для расчета этих показателей используется более 52000 частных значений данных, каждое из которых публикуется на веб-сайте «Doing Business». Там же опубликованы временные ряды данных по каждому показателю и каждой стране, начиная с первого года использования данного показателя или включения данной страны в выборку исследования. Формирование доклада осуществляется в два этапа: анализ нормативных правовых актов, включая произошедшие изменения с момента предыдущего доклада, и опрос предпринимателей. Для авторов исследования ключевым является правоприменение, а не законодательные нормы, поэтому доклад составляется с учетом показателей, которые были указаны бизнесом (так как на практике требований к предпринимателям может быть больше, чем установлено законами).

Результатом перехода к Единому государственному реестру недвижимости стало упрощение получения необходимой информации, которая теперь хранится в одном месте. Как и хранение, заказ сведений ЕГРН так же производится в электронном виде. Теперь для постановки объекта недвижимости на учет или заказа Выписки из реестра не нужно идти в отделение Росреестра или многофункциональный центр оказания государственный и муниципальных услуг, достаточно, воспользовавшись соответствующей функцией сайта Росреестра или портала Государственных услуг, заказать соответствующие документы или услуги. Но для тех, кому удобнее пользоваться бумажным документооборотом, есть возможность обратиться напрямую к специалисту [5].

Еще одним заметным плюсом является отсутствие географической привязки к месту совершения сделки. Например, сделку по отчуждению объекта недвижимости, находящегося в Приморском крае, можно провести, находясь в Москве. Это сокращает временные затраты.

Кроме того, сокращается и перечень необходимых документов для регистрации права собственности на объект недвижимости. Многие документы теперь хранятся только в электронном виде в реестре. При необходимости их можно быстро заказать в электронном виде либо при необходимости – в бумажном виде за определенную плату.

Эффект от принимаемых реформ нельзя толковать однозначно. С одной стороны, нововведения способствуют упрощению процедур кадастрового учета и регистрации прав, ускорению документооборота, а с другой – могут привести к появлению дополнительных трудностей, связанных с отсутствием бумажного документооборота. В данных условиях требуется надежная защита

реестра. Любые проблемы могут привести к утрате всех сведений о недвижимости России.

1. Заварин, Д.А. Современное оборудование, приборы и методы исследования землеустройства и кадастров / Д.А. Заварин // Проблемы предпринимательской и инвестиционно-строительной деятельности. – Санкт-Петербург: Изд-во «Институт проблем экономического возрождения», 2015. – С. 114-120.

2. О Концепции административной реформы в Российской Федерации в 2006–2010 гг.: Распоряжение Правительства от 25 октября 2005 г. № 1789-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Консультант Плюс.

3. О плане мероприятий («Дорожная карта») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним»: Распоряжение Правительства от 1 дек. 2012: по состоянию на 11 фев. 207 № 2236-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Консультант Плюс.

4. Оценка бизнес регулирования Doing Business [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://russian.doingbusiness.org.

5. Филатова, А.О. Земельно-информационные системы при ведении кадастровой и землеустроительной деятельности / А.О. Филатова // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. – Пенза: Изд-во «Наука и просвещение», 2018. – С. 277-279.

КОМПЛЕКСНЫЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ ХЛАДОКОМБИНАТА В Г. ВОЛОГДЕ

Е.Г. Тимофеева
Научный руководитель ***Л.В. Анисимова****, канд. архитектуры, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Современные тенденции градопланирования диктуют наиболее эффективные модели развития города – без расширения его границ. Уплотнение уже застроенных территорий позволяет выявить недостатки, имеющиеся в городской системе, и оптимизировать использование ресурсов. В этом фокусе тема постпромышленных территорий, пришедших в деградирующее состояние после смены экономического курса, встает особенно актуально. Большинство таких предприятий образовывались изначально далеко за пределами города, но по мере его роста оказались в центральных планировочных округах. Неэффективное использование и их общее запущенное состояние продолжают оказывать отрицательное воздействие не только на город, но и на его жителей. На данный момент это явление уже приобрело мировой масштаб.

В США «ржавый пояс» проходит через несколько соседних штатов [1]. Третья часть всего промышленного пояса Санкт-Петербурга (10 тыс. га – 40% от площади всего города) располагается вблизи центрального исторического района. При этом общая площадь промтерриторий в европейских городах достигает максимум 10% [2]. Промышленные предприятия г. Вологды занимают 16% от общей территории застройки, некоторые из них примыкают к историческому центру города.

Целью исследования является предпроектный анализ территории «Хладокомбинат» в г. Вологде, определяющий концептуальную модель регенерации. Стратегия концепции должна быть основана на устойчивости и адаптации системы к изменяющимся условиям.

Исследование строится на следующих методиках: опрос, натурное наблюдение и картографическая фиксация результатов, изучение нормативной документации, архивных и библиографических сведений. Объектом исследования является фрагмент депрессивной городской среды в границах ул. Яшина, ул. Ветошкина и ж/д путей, находящийся на границе центрального планировочного района. Общая площадь территории ~15 га.

Вопросы повторного использования постиндустриальных территорий исследуются в работах Д.С. Чайко, А.А. Чадовича и А.А. Яковлева. Теоретической базой исследования в сфере социально-культурных аспектов регенерации городских пространств послужили работы М.П. Назаровой, В.Л. Глазычева, А.А. Желниной. Выполнен анализ аналогов отечественной и зарубежной практики по реновации бывших промышленных территорий.

Генетический анализ показал, что данный участок со времени установления регулярного плана города (1780 г.) находился на границе городской черты. По мере развития города территория перестала быть окраинной и воспринимается теперь как часть центрального планировочного района (по результатам соцопроса). Изначально она была отведена под жилую функцию, только в начале XX века произошла кардинальная смена на производственную деятельность. Но на данный момент территория и ее утратила: с нее выведены все холодильные установки, а существующие объекты выполняют функции складов, либо сдаются в аренду.

Анализом системы транспортно-пешеходных связей установлено, что территория находится в хорошей пешеходной доступности и имеет непосредственную связь с центром города. Движение транспорта осуществляется по ул. Яшина и ул. Ветошкина (заканчивающаяся тупиком) – улицам местного значения, предоставляющим проезд для легкового и обслуживающего транспорта к магистральным улицам. С юга к территории примыкает зона железнодорожных путей, одна ветка которых проходит на территории между зданиями для холодильников I, II и III очереди. Район обеспечивают четыре остановки общественного транспорта, находящиеся на улице Герцена в радиусе пешеходной доступности (300 м). Система проездов к объектам инфраструктур-

ного наполнения и жилым домам обеспечивает полноценный доступ к ним, но создает опасную и дискомфортную среду для проживания местного населения.

Общественная инфраструктура района представлена в основном встроенно-пристроенными коммерческими помещениями в жилых зданиях, временными розничными магазинами, а также небольшим количеством отдельных административных объектов. Большинство из них – это коммерческая и обслуживающая деятельность (25 и 28% соответственно), а также медицинские и образовательные объекты (18 и 14%). Меньше всего в радиусе 500 м от данной территории располагается административных (5%), социальных объектов (4%) и объектов питания (5%). Функции концентрируются вдоль магистралей городского и районного значения – ул. Герцена и Советский пр. Но несмотря на большое количество объектов инфраструктуры, их качество находится на довольно низком уровне (что подтверждают данные соцопроса и натурное наблюдение).

Анализ градостроительных регламентов показал, что действующими Правилами землепользования и застройки территория относится к категории П-3 (зона размещения производственных объектов IV–Vкласса опасности). Таким образом, выявлено несоответствие режимов использования территории и функционального статуса зоны, а также возможность ликвидации существующей дисгармоничной застройки. В результате изучения кадастрового плана было установлено, что большинство участков находятся в частной собственности, но их стоимость не превышает 1000 руб./м^2, что говорит о невысокой экономической привлекательности территории на данный момент.

По данным Проекта охранных зон г. Вологды, на участке отсутствуют объекты культурного наследия. Застройка является в основном нейтральной, дисгармоничные объекты находятся на юге территории (гаражи) и вдоль железной дороги (3 ангара на металлическом каркасе). Анализ планов БТИ показал, что здания на территории преимущественно имеют невысокий процент износа. Автором было выявлено несколько построек, степень износа которых позволяет использовать несущие конструкции без дополнительных элементов для ее усиления.

Таблица 1

Результаты анализа объектов на территории хладокомбината

Литера	Функциональное назначение	Год постройки	Материал стен	Износ
З	Гараж	1952	Кирпичные	54 %
Л	Склады, мастерские	Неизвестно	Кирпичные	44 %
А	Холодильник I и II очереди хранения продуктов	1952	Кирпичные	46 %
В	Производственное здание фабрики мороженого (цех)	1952	Кирпичные	43 %
Ж	Здание дизельной электростанции	1958	Кирпичные	52 %
К	Гараж	Неизвестно	Кирпичные	Неизвестно

В результате послойного наложения карт можно определить преимущества рассматриваемой территории: низкая стоимость земли (в среднем – 1000 руб./м^2), хорошая транспортная и пешеходная доступность, многообразие видов и маршрутов общественного транспорта, близость к центру. Однако натурные обследования и фотофиксация внутренней зоны демонстрируют плохую освоенность территории, большое количество пустующих, не имеющих функционального назначения объектов и их общее деградированное состояние, а также неравномерное распределение и скудный набор предоставляемых услуг на уровне района.

Таким образом, установлено, что современное состояние среды сформировалось в результате утраты основной и единственной промышленной функции. Однако данный участок обладает высоким ресурсным потенциалом при относительно низкой стоимости на землю. Территория имеет комплекс кирпичных зданий, которые могут быть приспособлены для нового функционального использования. Устойчивое развитие территории предполагает реновацию, предусматривающую поэтапное освоение и смену монофункциональной направленности. Степень устойчивости системы обеспечивается пространственно-функциональным разнообразием, ориентированным на обслуживание местного сообщества и всех горожан.

В ходе проведения соцопроса были выявлены потребности местного сообщества в предоставляемых услугах: больше всего жителям не хватает социально-культурных, оздоровительных объектов, а также зон отдыха, площадок для проведения мероприятий и игр на свежем воздухе. В результате предполагается, что функциональная программа будущего проекта будет отвечать запросам общества и включать данные элементы.

Освоение территории планируется проводить в 3 этапа, соответственно разделению по собственникам. Такой подход обеспечит грамотное освоение прибыли с вводимых объектов и постепенное привыкание конечных пользователей к ним. Реновацию предполагается начать с участка, располагающегося на углу ул. Ветошка и ул. Яшина. Он ближе всего к жилому району и остановкам общественного транспорта, а значит более доступный. Кроме того, он не граничит с железной дорогой, что доставит меньше дискомфорта для пользователей. Выбранные функциональные направленности также разделяют на кластеры данные участки. Зона в нижнем углу участка используется как резервная и может быть использована для технических целей на всех этапах освоения.

В соответствии с выделенной функциональной ориентацией и обследованием конструктивных систем существующих зданий предлагается возможное использование их в дальнейшем по следующей схеме:

- Литера В, А, К: Продольные несущие стены, каркас – организация универсальных процессов, предполагающих зальное устройство (event-пространства, кинозалы, выставочные залы, торговые помещения).

• Литера З, Ж, Л: Поперечные несущие стены – организация процессов, предполагающих мелкоячеистое устройство (офисы, переговорные, лектории, мастерские, небольшие рестораны, кафе)



Рис. 1. Предложение по реновации территории хладокомбината в г. Вологда. Кластеризация территории и сохраняемые сооружения

1. Crandall, Robert W. The Continuing Decline of Manufacturing in the Rust Belt / Robert W. Crandall. – Washington, D.C.: Brookings Institution, 1993.

2. «Серый пояс» Петербурга, что произошло с расселением индустриальных зон в центре города [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.voskov.ru/info/seriy-poyas-peterburga-industrial

3. Публичная кадастровая карта г. Вологды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pkk5.rosreestr

МЕТОДИКА ПОСЛОЙНОГО АНАЛИЗА ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ВОЛОГДЫ

А.В. Шпигина
Научный руководитель ***Л.В. Анисимова****, канд. архитектуры, профессор,*
Вологодский государственный университет,
г. Вологда

Сохранить памятники архитектуры, создавая рядом новые здания, организуя при этом комфортную среду и пространство для людей – сложнейшая задача архитектора. Мало просто оставить исторически-сложившуюся застройку и рядом возвести что-то новое. Необходимо учитывать организацию пространства и комфорт людей, пользующихся этим пространством. По итогам всего вышесказанного в действительности выходит так, что в местах концентрации объектов культурного наследия в центральных зонах городов градостроительная ткань имеет черты депрессивной запущенности.

Главной целью исследования является демонстрация методики послойного анализа городской среды.

Задачи: вскрыть основные слои, с помощью которых раскрыть методику средового и градостроительного анализа; определить границ исследования; дать рекомендации по регенерации среды.

Границы территории: был выбран участок в городе Вологде, в границах улиц Герцена, Зосимовская, Козлёнская, Галкинская.

На основе натурного исследования территории, фотофиксации и анализа градостроительных норм и регламентов был проведён комплексный анализ выбранного участка застройки.

Методика послойного анализа заключается в систематизации элементов среды и синтеза полученных результатов. Анализ территории проводится с целью определения её потенциала с выявлением ключевых проблем состояния территории и выработки предложений. Через наложение слоёв выявляются конфликтные узлы, требующие первоочередной регенерации, и выстраиваются дальнейшие направления развития территории.

Состав послойного анализа: градостроительный анализ: слой функционального наполнения, слой градостроительного зонирования, слой транспортно-пешеходных связей; средовой анализ: слой фиксации кадастровых границ архитектурно-планировочных элементами, слой деградирующих зон.

На основе анализа функционального наполнения территории (рис. 1) можно говорить о разнообразии использования территории. Здесь расположены как жилые дома, так и здания общественного назначения (Ростелеком, Комитет по охране памятников культурного наследия Вологодской области, Детский дом № 3). В итоге на территории квартала преобладает жилая застройка.

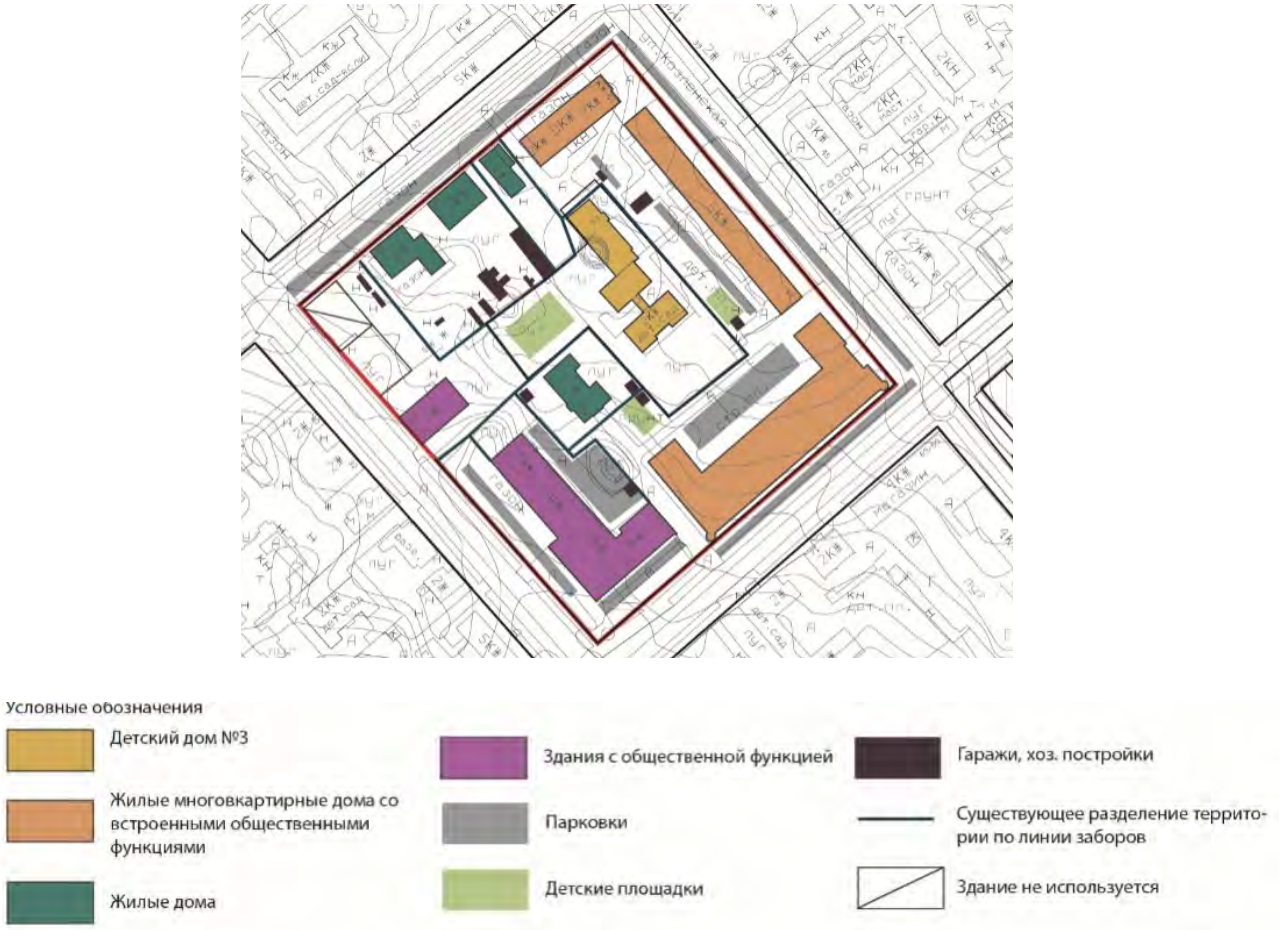


Рис. 1. Слой функционального наполнения

Слой градостроительного зонирования (рис. 2) выполнен на основании схемы градостроительного зонирования г. Вологды. На территории квартала расположены объекты культурного наследия: жилой дом Пузан-Пузыревского, который в настоящее время не эксплуатируется, а также дом Левашова.

Городская среда, формируемая данными объектами культурного наследия, и территория являются предметом охраны. Это накладывает определенные ограничения при составлении технического задания на проект регенерации среды квартала. На территории выбранного квартала, помимо зоны охраны ОКН, частично расположены зоны И-4, И-5. Здания, расположенные в зоне регулирования застройки И-4, соответствуют требованиям этой зоны. В регламенте для И-5 указана высотность зданий – до 16 метров.



Рис. 2. Слой градостроительного зонирования

Существующие здания не соответствуют требованиям регламента. Это жилые дома, которые были отнесены в нейтральную застройку, т.к. они не мешают восприятию ценной архитектуры. В пределах квартала немало деревянных хозяйственных построек, а также гаражей, которые относятся к дисгармоничной застройке. В целом на территории квартала преобладает нейтральная застройка.

Коэффициент застройки 0,24. Коэффициент плотности застройки 1,13. Данные показатели соответствуют норме по городу.

Слой транспортно-пешеходных связей. Выбранный квартал с двух сторон ограничен магистралями городского значения Зосимовской и Герцена. Улицы Козлёнская и Галкинская – городские. Единственный перекрёсток улиц Галкинская и Козлёнская не регулируется светофором, из-за чего периодически возникает конфликт автомобилистов и пешеходов. Почти все внутриквартальные проезды имеют тупиковый характер. Восточная часть квартала имеет сквозной проезд. Пешеходная доступность внутри квартала строится на тупиковых вводах, что создает достаточную степень приватности.

Слой фиксации кадастровых границ архитектурно-планировочными элементами. Данный квартал полностью размежёван. Территории, находящиеся под жилой застройкой, не определены по виду собственности. ОКН и территория детского дома находятся в собственности публично-правовых образо-

ваний, в частной собственности – территория Ростелекома и двух многоквартирных домов. Межевание территории квартала реализуется применением оградительных заборов.

Слой деградирующих зон (рис. 5). На территории квартала достаточно много заброшенного озеленения. Бесхозность территории представляет угрозу для жизни обывателей. Данные территории формируются на окраинах участков в зонах границ.

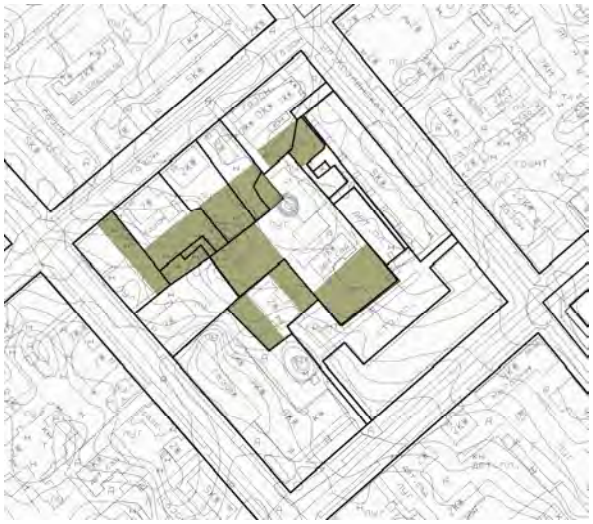


Рис. 5. Слой фиксации кадастровых границ архитектурно-планировочными элементами

Таким образом, наложением послойных карт на территории данного квартала (рис. 6) было выявлено несколько конфликтных ситуаций, требующих разрешения. Выявилось большое количество заброшенных озелененных территорий, индивидуальных гаражей и хозяйственных построек, дисгармоничных историко-культурному окружению.

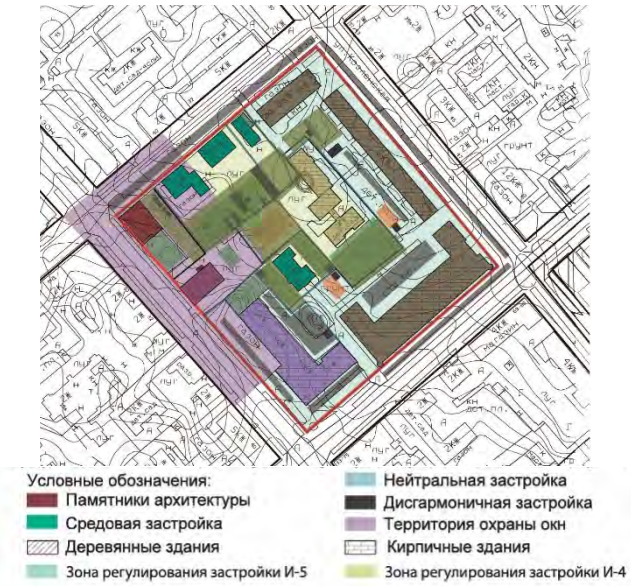


Рис. 6. Наложение послойных карт

Вывод: один из объектов культурного наследия (дом Пузан-Пузыревского) нуждается в проведении ремонтно-реставрационных работ и функционального наполнения; требуется благоустройство зон отчуждения на окраинах участков; дисгармоничная застройка требует проведения санации.

1. Анисимова, Л.В. Методические основы регенерации исторической городской среды: учебное пособие / Л.В. Анисимова, Л.Ю. Анисимов, Е.Н. Титоренко, В.Ю. Анисимов: под ред. Л.В. Анисимовой; Мин-во обр. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2017. – 97 с.

2. Региональные нормативы градостроительного проектирования Вологодской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nashdom.vologda-portal.ru/planning/documents/normativy_gradostroitelnogo_proektirovaniy.

3. Публичная кадастровая карта г. Вологды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pkk5.rosreestr

Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ

Л.В. Берсенева
Научный руководитель ***Н.А. Дружинин****, д-р с.-х. наук, профессор*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Важной проблемой лесохозяйственного производства является улучшение состояния и повышение продуктивности лесов с целью удовлетворения потребностей народного хозяйства в высококачественной древесине и других полезных ресурсах леса. В перспективе ожидается уменьшение запасов хвойных лесов, особенно сосновых, поэтому требуется усилить внимание к повышению эффективности и качества лесовосстановления, внедрению в производство технологий ускоренного выращивания древесного сырья целевого назначения.

Одним из путей ее решения является создание и выращивание целевых лесных культур. Их производство позволяет выращивать насаждения необходимого видового состава и определенного целевого назначения. При создании плантационных лесных культур появляется возможность использования селекционного посевного и посадочного материалов [1]. В связи с этим важным является применение технологий, позволяющих обеспечить максимальную приживаемость и сохранность этих растений. Решением этой проблемы может быть посадка сеянцев с закрытой корневой системой. Однако сведений и опыта по выращиванию интродуцентов с закрытой корневой системой, предназначенных для плантационного воспроизводств, на данный момент недостаточно.

В связи с этим целью исследования является оценка качества посадочного материала сосны скрученной с закрытой корневой системой. В ходе исследования прорабатывались литературные источники, в которых отражалась информация, лишь в очень ограниченном объеме, о культивировании сосны скрученной с закрытой корневой системой, что позволяет нам судить о новизне данного исследования.

Посев семян был выполнен в комплексе по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой, который находится на территории Диковского лесохозяйственного участка Вологодского лесхоза. Для посева использовано семенное потомство, собранное с двух экспериментальных уча-

стков по оценке плантационного лесовыращивания на территории Архангельской области:

- образец № 1 – Дендрологический сад (ФБУ «СевНИИЛХ»). Дата сбора семян – осень 2016 года. Масса образца составила 28 г. Всхожесть и энергию прорастания семян определяли в соответствии с ГОСТ 13056.6-97 [4]. В результате выполненных изысканий установлено, что эти показатели соответствовали значениям 38% и 19% соответственно. Посевные качества данного образца, в соответствии с ГОСТ 14161-86 [5], значительно ниже нормированных значений.

- образец № 2 – Луковецкое лесничество. Дата сбора семян – осень 2016 года. Масса семян – 12 г. Всхожесть семян – 22%, а энергия прорастания – 9%.

Подготовка семян к посеву выполнялась посредством стратификации в период с 20.03.16 г. по 16.04.16 г. Посев семян был осуществлен 3 апреля 2017 года. Для выращивания посадочного материала использован субстрат торфяной питательный, который состоял из верхового мохового торфа, доломитовой муки и был заправлен комплексным минеральным удобрением с микроэлементами.

В ходе выращивания осуществлялся комплекс работ, который включал: систематические поливы, 2-кратные подкормки, прополку и пикировку сеянцев в кассетах. Одновременно с этим выполнялись фенологические наблюдения. Все данные о выполнения работ фиксировались в полевой дневник.

Первые всходы зафиксированы 20 мая, массовые – 25 мая. Последние растения появились 9 июня. Учет количества растений выполнялся отдельно по каждой кассете. Всхожесть семян составила, по представленным для опыта семенным потомствам, от 17% (образец № 1) до 23% (образец № 2) от общего количества высеянных семян. Исходя, из полученных данных можно заключить, что семена образца № 1, по своим посевным качествам, превосходят образец № 2.

По своим метрическим показателям (табл. 1) сеянцы сосны скрученной рассматриваемых образцов № 1 и № 2 различаются незначительно. Средние значения отобранных и вовлеченных в анализ экземпляров, по диаметру у шейки корня составили 0,17–0,18 мм, а по высоте – 9–10 см. Эти данные позволяют нам судить о достаточно высокой энергии роста сеянцев сосны скрученной в течение первого года выращивания.

Таблица 1

Оценка энергии роста сеянцев сосны скрученной

№ образца	Количество учтенных деревьев	Среднее значение		
		высота надземной части (H), см	Толщина стволика у корневой шейки (D), см	Отношение D/H*100
1	25	9,38±0,15	0,17±0,001	1,8
2	25	9,54±0,16	0,18±0,002	1,9

По отношению диаметра у шейки корня к высоте стволика можно установить адаптивную способности растений к пересадке. Чем выше относительное значение, тем растения легче переносят пересадку и быстрее укореняются. Полученные нами данные по этому показателю позволяют судить о том, что подготовленный посадочный материал после посадки на лесокультурную площадь должен успешно адаптироваться и характеризоваться как минимум средними темпами роста.

Накопление сухого органического вещества однолетними сеянцами в вегетативных органах растения является основным показателем роста. Этот процесс в меньшей степени, чем линейный рост, изменяется под влиянием почвенно-климатических условий и считается наиболее устойчивым показателем при оценке закономерностей развития растений [2, 3].

Фитомасса сеянцев сосны скрученной различается уже в однолетнем возрасте, что позволило нам разделить отобранные для анализа растения на категории по энергии роста. Масса надземной части анализируемых образцов в абсолютно сухом состоянии варьировала от 51% до 72%. При этом большими относительными значениями характеризовались экземпляры из быстрорастущей и среднерастущей категорий энергии роста. Более высокие значения установлены и определены для образцов, семенное потомство которых было собрано в дендрологическом саду ФБУ «СевНИИЛХ».

По средней массе растений судят об устойчивости их к заглушению травянистой растительностью и к другим неблагоприятным факторам среды. Чем крупнее посадочный материал, обладающий оптимальным соотношением массы мелких корней к надземной части, диаметра и высоты, тем он устойчивее в посадках на вырубках. Масса 1 растения варьировала в абсолютно сухом состоянии от 0,5 г до 1,6 г. При этом сеянцы сосны скрученной характеризовались достаточно хорошей охвоенностью. В целом следует отметить, что выращенный посадочный материал соответствовал на момент исследования ГОСТ 14161-86.

По отношению массы мелких корней к массе надземной части определяют способность растений успешно приживаться после пересадки. Чем больше относительное значение массы мелких корней, тем растения легче переносят пересадку и быстрее укореняются. В ходе наших изысканий, как по семенному потомству, так и по категориям энергии роста, установлено, что значения по этому показателю несколько ниже нормы. Это соотношение по образцам находилось в пределах 70–80%, при стандартном отношении – 85%. При этом различия между этими параметрами не превышали 18%, что позволяет нам все же предположить, что выращенные сеянцы сосны скрученной после посадки на лесокультурную площадь, успешно адаптируется к новым условиям окружающей среды.

1. Якимов, Н.И. Лесные культуры: учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности «Лесное хозяйство» очной и заочной форм обучения / сост.: Н.И. Якимов, В.К. Гвоздев, Н.К. Крук. – Минск: БГТУ, 2014. – 87 с.

2. Зепалов, С.М. Фазы роста сеянцев как основа их агротехники / С.М. Зепалов // Научный отчет ВНИАЛМИ за 1941-42 гг. – Москва: Сельхозиздат, 1946. – С. 151-163.

3. Щербако, А.П. Ритмы роста и питания древесных растений / А.П. Щербаков // Физиологические основы роста древесных растений. – Москва, 1960. – С. 91-108

4. ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1998.

5. ГОСТ 14161-86 Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. Технические условия. – Москва: Издательство стандартов, 1986.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ЛЕСОВ СПАССКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ТАРНОГСКОГО ЛЕСХОЗА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Горлищева
Научный руководитель ***В.П. Уханов****, канд. геогр. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время сохранение и восстановление высокобонитетных лесов является основной целью Тарногского лесхоза в районе. Это связано с длительной эксплуатации лесного фонда района. Для защиты лесов в Тарногском лесхозе были созданы структурные подразделения, которые занимаются мониторингом, сбором информации и другими основными функциями сохранения леса.

Цель исследования на первоначальном этапе – сбор и анализ данных о структуре и составе лесов одного из структурных подразделений Тарногского лесхоза – Спасского лесничества.

Спасское лесничество расположено на северо-западе района, общая площадь, на сегодняшний момент, изучаемого территории, составляет – 41 990 га. Данное лесничество является структурным подразделение Тарногского лесхоза. Исследуемая территория состоит из шести анклавов разделяемая сельскохозяйственными угодьями. Основными лесообразующими формациями изучаемого объекта являются, сосняки и ельники возрастом свыше 100 лет, березняки возрастом свыше 70 лет [1].

Таблица 1

Состав лесообразующих пород

Лесообразующая порода	Сосна	Ель	Береза	Осина	Ольха серая
Площадь, га	18 685,4	7273,5	11 437,4	1594,0	31,0

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в составе лесов лесничества преобладают сосняки – 44,55% от общей площади лесхоза, березняки – 27,23%, ельники – 17,32%, осинники – 3,80%, меньше всего ольшаников и осинников – 0,07%. Ольшаники и осинники – леса более низкого качества. Преобладание сосняков подтверждает качество лесов объекта исследования.

Распределение лесообразующих пород по территории лесничества не равномерно. Ельники произрастаю на северо-востоке изучаемого лесничества, преобладают в кварталах девятом, 10, 44, 45; сосняки расположены на северо-востоке лесничества в четвертом, пятом, 23, 24 кварталах и других; на юге-западе произрастают березняки.

Анализ состава земель лесного фонда показывает, что вся его площадь представлена двумя категориями лесов – защитные (6126,6 га) и эксплуатационные (40 791,1 га). Площадь эксплуатационных лесов в пять раз превышает площадь защитных лесов. Покрытая лесом площадь составила 35 863,4 га. Не сомкнувшихся лесных культур на территории лесничества 198,0 га, а не покрытая лесом площадь лесных земель невелика (534,9 га). Нелесных земель в лесничестве 2879,6 га [2].

Основная деятельность Спасского лесничества направлена на рациональное пользование и сохранение лесных культур.

Функции лесничества:

1. Обоснование рациональной системы рубок и технологий лесосечных работ (при необходимости проведение несплошных способов рубки – выборочных, возможность дифференцированного использования лесозаготовительных машин с учетом лесорастительных условий, лесоводственно-таксационных особенностей насаждений, сезона проведения лесозаготовок).

2. Распределение по площади способов рубок с учетом сезонной заготовки и несущей способности грунтов с целью предотвращения процесса эрозии почвы.

3. Соблюдение баланса между рубкой и лесовосстановлением лесов.

4. Проведение рубок ухода.

5. Лесовосстановление.

6. Проведение лесозащитных мероприятий.

7. Противопожарные мероприятия.

8. Строгое соблюдение режима хозяйствования в водоохранной зоне водотоков в соответствии с Водным кодексом РФ**.**

На территории описываемого лесничества расположен государственный природный заказник «Спасский бор», общей площадью 4622,0 га, заказник за-

нимает 11,03% от всей площади лесничества. 20% особо охраняемой природной территории (ООПТ) выделена для работы школьного лесничества (988 га). 93% территории ООПТ покрыты лесом. Помимо площади, занятой лесом, в состав лесного фонда включены не покрытые лесом и нелесные площади (поляны, гари и лесные дороги). Охраняемые виды в пределах ООПТ представлены видами трав и кустарников, такими как гроздовник вирджинский, хвощ камышовый, лиственница сибирская, осока прямоколосная, ладьян трехнадрезанный, очиток большой, грушанка зеленоцветная, какалия копьевидная.

Также в лесничестве расположено особо охраняемое клюквенное болото «Помяновское» общей площадью 131 гектар. Растительный покров болота представлен сфагновыми и гипновыми мхами, миртном болотным, багульником и клюквой.

По результатам сбора и анализа информации можно предложить следующие мероприятия:

- увеличить площадь защитных лесов, так как их доля от общей площади лесного фонда мала;
- увеличить объемы работ по противопожарному обустройству территории;
- увеличить объемы санитарных рубок лесов;
- выделить участки высокобонитетных хвойных лесов для создания в перспективе заказников регионального значения;
- провести мониторинговое обследование данных участков.

В перспективе целесообразно продолжить исследование лесного фонда и эколого-природопользовательских функций других лесничеств лесхоза и Тарногского района.

1. Анализ ограничений лесопользования на особо охраняемых природных территориях и в малонарушенных лесах Вологодской области, Ю.Ю. Герасимов, А.В. Марковский, О.В. Ильина. Труды научно-исследовательского института леса Финляндии (2008) : 103

2. Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманских областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга / под ред. К.Н. Кобякова. – Санкт-Петербург, 2011. – 506 с.

ПИРОЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Н.Д. Заступов
Научные руководители: ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент,*
Г.А. Тихановская*, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Основной проблемой экологии является утилизация и переработка отходов полимеров, количество которых только в Вологодской области составляет 128 312 тонн в год. Из этого количества только 12–15% подвергаются переработке, остальные 85–87% поступают в окружающую среду в виде неорганизованных отходов или складируются на свалках [1].

Известны два типа переработки полимерных отходов – физико-механические способы переработки и химические. Перспективным является пиролитический способ, основанный на Redox-процессах.

Выполненные исследования свидетельствуют, что как в России, так и в других странах используют физические методы на основе термолиза. Однако этими способами перерабатывают только термопластичные полимеры, которые после термического воздействия сохраняют физические и эксплуатационные свойства. Термореактивные полимеры не подлежат физическим способам переработки, так кактеряют эксплуатационные свойства.

Для переработки таких полимеров используют физико-химические способы, включая пиролиз, гидролиз и реакции окисления, в результате которых выделяют низкомолекулярные жидкие и газовые фракции. Для выполнения таких технологий требуется дорогостоящее оборудование, большой расход воды и электроэнергии, производства являются экологически небезопасными и имеют невысокий выход конечных продуктов, что ограничивает их применение.

В связи с этим целью данного исследования является разработка одностадийного глубокого пиролитического способа переработки полимерных отходов, в результате которого получают два адсорбента: композиционный адсорбент – импрегнирования глина (гидрофобизированная) и активированный уголь, которые рекомендуются использовать при очистке сточных вод и газовых сред от загрязнения органического и неорганического происхождения.

Преимуществами и новизной данного способа является применение природных катализаторов (глины), обеспечивающих глубокий пиролиз полимеров с одновременным образованием двух адсорбентов: активированных углей и импрегнированной продуктами пиролиза полимеров глины.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: теоретический анализ существующих технологий вторичной переработки отходов полимеров; экспериментальное определение оптимальных технологических

параметров пиролитического способа переработки полимеров; получение модельных образцов адсорбентов по выбранной технологии; исследование адсорбционных свойств и токсичности адсорбентов; анализ полученных результатов, практические выводы.

Предмет исследования – пиролитический одностадийный способ переработки невостребованных полимерных термореактивных отходов, объект исследования – полимерные термореактивные отходы (полиэтилен и полистирол, используемые в качестве упаковочного материала, пластмассовой тары и одноразовой посуды). В качестве матрицы, одновременно выполняющей функцию герметизатора пиролитического контейнера, используют природный адсорбент – белую и красную глину.

Для установления технологических параметров пиролиза и определения свойств полученных продуктов использовали современные физико-химические методы анализа: гравиметрический, фотоэлектроколориметрический, метод определения токсичности. При проведении эксперимента пользовались лабораторным пиролитическим реактором, рабочий объем которого составляет 50 $см^3$. С целью получения достоверных результатов каждый опыт проводили 5 раз. При обработке результатов использовали метод наименьших квадратов.

В ходе эксперимента подбираются технологические условия проведения пиролиза отходов полиэтилена и полистирола: вид минеральной матрицы, температура. Экспериментальным путем определяют выход двух типов полученных адсорбентов, степень импрегнирования минеральной матрицы, адсорбционную емкость и токсичность в зависимости от особенностей физико-химических свойств полиэтилена и полистирола.

Эксперимент проводился при температурах 500, 550, 600°С в течение 3 часов, в присутствии катализатора – воды. Максимальная температура пиролиза не превышает 600°С , так как происходит возгорание полимеров.

На первом этапе определяют выход твердого остатка полимера и степень импрегнирования минеральной матрицы в зависимости от технологических условий пиролиза. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

Полученные результаты показывают, что с ростом температуры выход углеродистого остатка сначала увеличивается, а затем уменьшается у всех образцов, кроме полиэтилена с белой глиной. При оптимальной температуре 550°С выход твердого остатка выше у образцов прокаленных с красной глиной, что свидетельствует о её каталитических свойствах. Образец полиэтилена с красной глиной при температуре 500°С подвергается полной деструкции с образованием только гидрофобного слоя на поверхности матрицы.

Результаты свидетельствуют, что у всех образцов максимальная степень импрегнирования достигается при температуре 500°С; при дальнейшем повышении температуры степень импрегнирования снижается в связи с окислением продуктов разложения полимерных отходов.

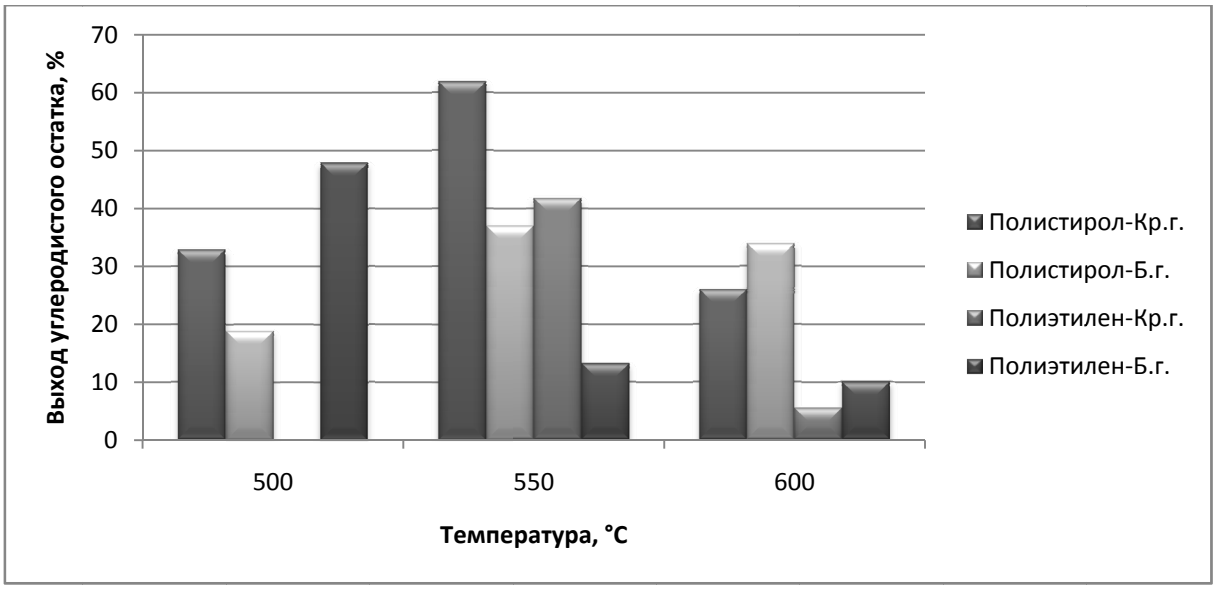


Рис. 1. Зависимость выхода углеродистого остатка от температуры

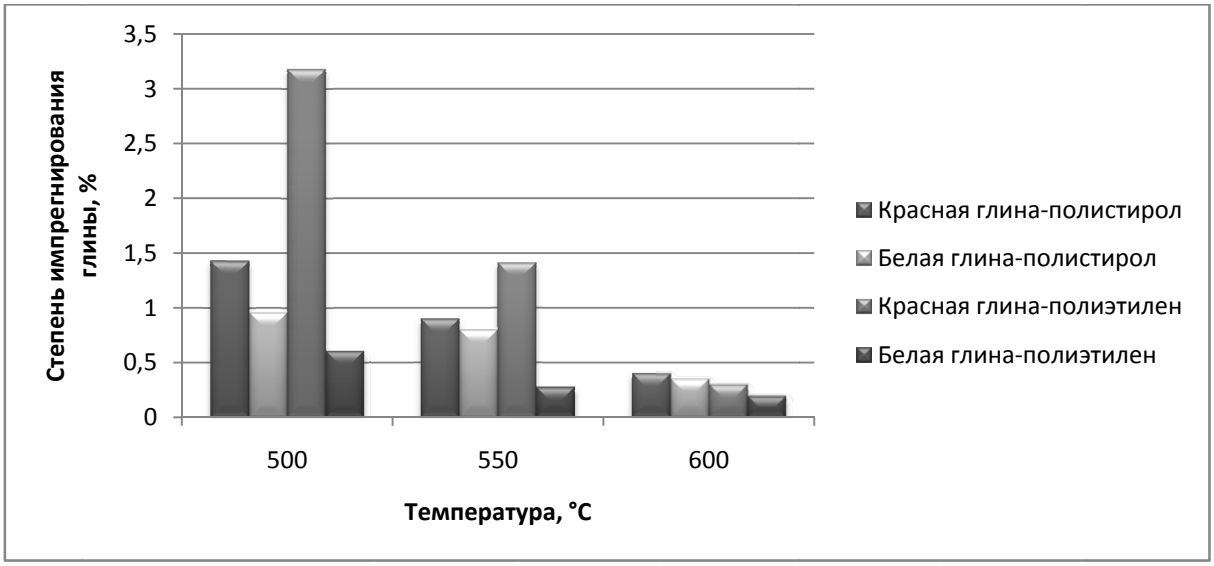


Рис. 2. Степень импрегнирования матрицы в зависимости от температуры

На втором этапе определяют адсорбционные свойства полученных адсорбентов по отношению к метилоранжу. Результаты приведены на рисунках 3 и 4.

Анализ результатов свидетельствует, что у белой глины адсорбционные свойства снижаются до температуры 550°С, а затем возрастают. При этом у образцов белой глины адсорбционные свойства выше, чем у красной на всем интервале температур, что вызвано более тонким слоем углеродистого остатка. Образцы красной глины, полученные с полиэтиленом, с повышением температуры увеличивают свои адсорбционные свойства, а образцы с полистиролом – наоборот. Это вызвано наложением факторов влияния технологических условий на адсорбционные свойства красной глины. Адсорбционные свойства нулевых образцов глины слабее в сравнении с импрегнированными образцами, что доказывает целесообразность проведения импрегнирования.

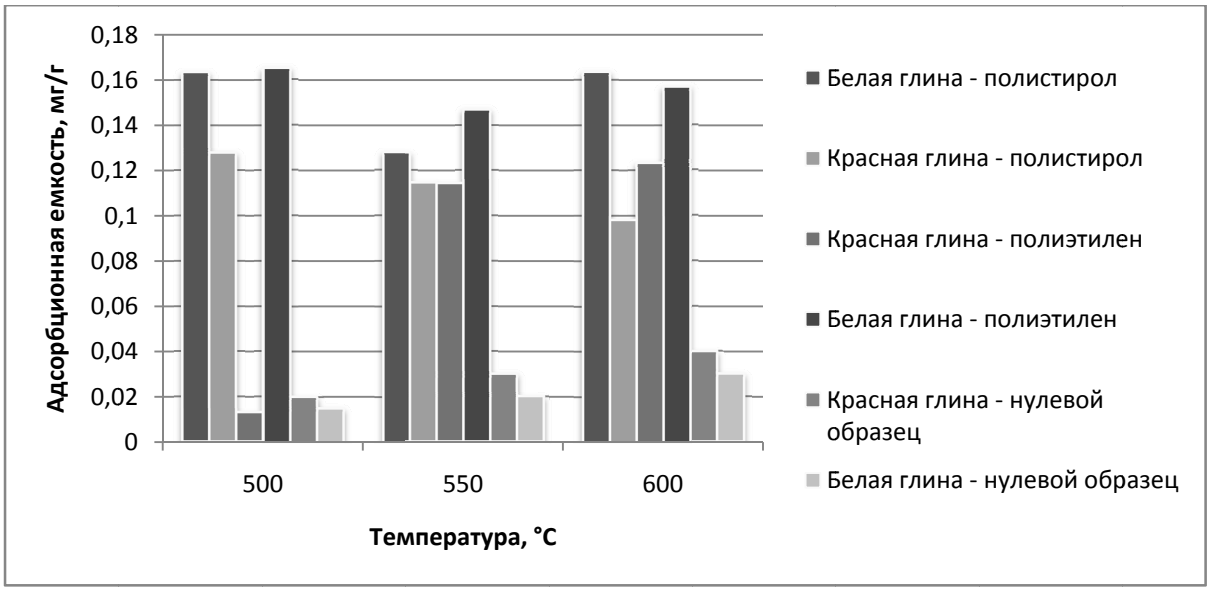


Рис. 3. Зависимость адсорбционных свойств матрицы от температуры

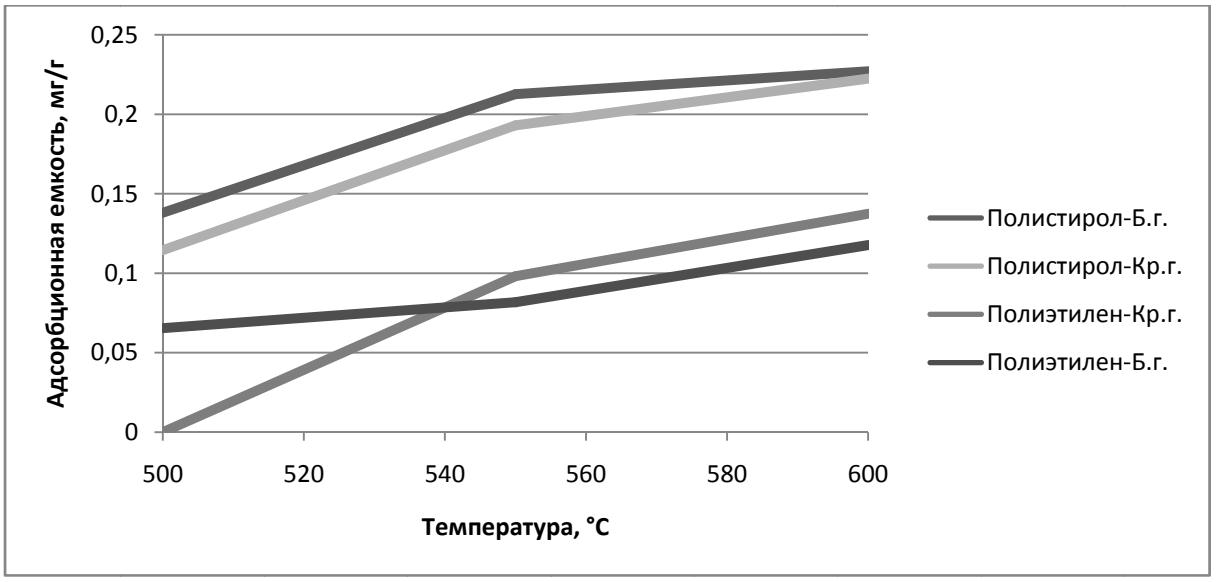


Рис. 4. Зависимость адсорбционных свойств активированного угля от температуры

С ростом температуры пиролиза адсорбционные свойства образцов активированных углей увеличиваются.

На третьем этапе полученные образцы адсорбентов проверялись на токсичность. При этом установлено, что токсичность адсорбентов зависит от температуры пиролиза: с ростом температуры уменьшается. Вероятно, это объясняется процессами выгорания токсичных низкокипящих продуктов разложения полимера. Результаты также показывают, что все полученные адсорбенты относятся к классам нетоксичных и умеренно токсичных адсорбентов, что позволяет использовать их для очистки сточных вод.

Таким образом, установлены оптимальные технологические условия пиролиза полиэтилена и полистирола: температура обработки – 550°С; время обработки – 3 часа; катализатор – вода; минеральная матрица – красная глина.

Исследованные адсорбционные свойства и токсичность полученных модельных образцов свидетельствуют о том, что их можно применять в качестве адсорбентов. Новая технология позволяет значительно сократить объемы размещаемых отходов за счет вовлечения образовавшихся отходов в производство и утилизировать полимерные отходы по экологически безопасной технологии.

1. О внесении изменения в приказ Департамента топливно-энергетического комплекса и тарифного регулирования Вологодской области от 29 декабря 2016 года № 174: приказ Деп. Топливно-энергетического комплекса и тарифного регулирования Вол. Обл. от 7.2.2018 № 27 // Официальный сайт Департамента топливно-энергетического комплекса и тарифного регулирования Вологодской области. – 2018. – 5 марта. – С. 107.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

С.Л. Иванов
Научный руководитель ***В.П. Уханов****, канд. геогр. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Геологические памятники природы являются уникальными объектами природного наследия, сохранившими в себе свидетельства разных геологических эпох. Они представляют важную научно-познавательную и эстетическую ценность. Скорость разрушения данных объектов вследствие действия на них различных факторов довольно высока. Достаточно вспомнить случай, когда в течение нескольких лет бесследно исчезло уникальное творение природы, состоявшее почти из двухсот песчаниковых колонн, увенчанных огромными шарами-конкрециями на реке Юг (ныне – геологическое обнажение «Контакт» в Великоустюгском районе Вологодской области) [1].

Способы защиты геологического наследия основаны на результатах изучения процессов их разрушения. Зная природу данных процессов, можно выработать меры по их приостановлению и даже прекращению. Основным фактором, оказывающим влияние на состояние геологических памятников Вологодской области, является выветривание.

Цель данного исследования заключается в оценке степени разрушения геологических памятников природы вследствие процессов физического и химического выветривания. Объектом исследования является сеть официально учтённых объектов геологического наследия Вологодской области.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать классификацию геологических памятников природы Вологодской области.

2. Оценить степень разрушения геологических объектов эмпирическим путём.

Существует множество классификаций геологических памятников природы. Самая известная из них – классификация Г.М. Лаппо, учитывающая природные и геологические особенности тех или иных объектов, а также типы их генезиса. Однако для оценки влияния процессов выветривания на геологические памятники природы целесообразно их классифицировать по составу слагающих горных пород [2].

По данному признаку объекты геологического наследия можно разделить на три типа:

1. Объекты, сложенные песчаниками.

2. Объекты, сложенные известняками.

3.Объекты, сложенные гранитами.

Первая группа наиболее многочисленная. К ней можно отнести такие известные памятники природы, как Андомский геологический разрез, Девятинский перекоп, Опоки и многие другие объекты. Ко второй группе относятся лишь два памятника природы – Дружинские ямы и обнажение «Кошачья морда» у деревни Озерки. Среди объектов третьей группы выделяются, главным образом, валуны: валун «Двугорбый», ледниковые валуны «Лось» и «Утюг».

Оценку степени разрушения каждого геологического памятника природы можно соотнести со степенью разрушения составляющих его горных пород. Поэтому данная задача включает проведение серии экспериментов по влиянию процессов физического и химического выветривания на песчаники, известняки и граниты.

Основной причиной разрушения геологического наследия вследствие физического выветривания является изменяющийся объём влаги в порах горной породы под действием перепадов температуры (особенно при переходе температуры через «ноль» в процессе заморозков и оттепелей).

Технология проведения опыта основана на создании условий, имитирующих естественное протекание заморозков и оттепелей. Для этого образцы горной породы доводят до температуры, равной средней положительной для данных периодов (по данным многолетних наблюдений), затем остужают до температуры, равной средней отрицательной за тот же период. Опыт должен содержать определённое число циклов заморозки, соответствующее среднегодовому количеству заморозков и оттепелей [2].

Таблица 1

Исходные данные к эксперименту №1

Количество циклов заморозки, шт.	Значение средней положительной температуры, °С	Значение средней отрицательной температуры, °С	Масса песчаника, г	Масса известняка, г	Масса гранита, г
20	7	-10	53,99	46,89	89,97

Эксперимент проводится путём взвешивания обломков горных пород до и после воздействия на них агентов физического выветривания. Для большей достоверности опыта осуществлена трёхкратная его повторяемость.

Таблица 2

Результаты эксперимента №1

Наименование горной породы	Изначальная масса горной породы, г	Конечная масса горной породы, г	Изменение начальной и конечной масс, %
Песчаник	53,99	50,19	7,10
Известняк	46,89	44,27	5,60
Гранит	89,97	89,96	0,01

Таким образом, подтверждено, что наибольшему влиянию вследствие физического выветривания подвержены песчаники. Чуть более устойчивыми к действию данного типа выветривания являются известняки. Физическое выветривание на граниты практически не оказывает влияния.

Методика проведения эксперимента по влиянию химического выветривания на состояние геологических памятников природы включает оценку воздействия на горные породы атмосферных осадков как основного фактора данного типа выветривания. Для этого горные породы помещают в колбы с водой, кислотность которой соответствует среднему показателю кислотности атмосферных осадков на исследуемой территории (6,5 pH). Объём растворившейся горной породы определяется методом взвешивания исходной и конечной проб.

Таблица 3

Исходные данные к эксперименту № 2

Масса пробы песчаника, г	Масса пробы известняка, г	Масса пробы гранита, г
44,27	45,89	47,92

Как и в первом случае, опыт проводится три раза. Следует отметить, что в таблицах отображаются средние значения показателей за общее количество повторов эксперимента. Опыт проводится в течение суток. Данный период представляет собой универсальную систему отсчёта.

Таблица 4

Результаты эксперимента № 2

Наименование горной породы	Исходная масса пробы, г.	Конечная масса пробы, г.	Изменение начальной и конечной масс, %
Песчаник	44, 27	44,19	0,2
Известняк	45,89	44,98	2,0
Гранит	47,92	47,88	0,1

По результатам исследования установлено, что наибольшему разрушению вследствие химического выветривания подвержены известняки. Разрушение песчаников происходит значительно медленнее. Возможно, это связано со строением горной породы, которая более чем на 90% состоит из кварца (SiO_2), который практически не растворим в воде. Граниты также состоят из нерастворимых в воде соединений, что обуславливает его стойкость к данному типу выветривания. Следует отметить, что опыт демонстрирует тенденцию разрушения горных пород, а также степень устойчивости одной горной породы к действию химического выветривания относительно другой [3].

Таким образом, на основании произведённых экспериментов можно сделать следующие выводы:

- наибольшей стойкостью к процессам выветривания обладают объекты геологического наследия, сложенные гранитами;
- в наибольшей степени влиянию физического выветривания подвержены геологические памятники природы, сложенные песчаниками;
- степень разрушения карстовых (сложенных известняками) геологических объектов вследствие процессов химического выветривания является самой высокой по сравнению с другими типами геологических памятников природы.

1. Чернышов, В.И. Геологические памятники Вологодчины и принципы их типизации / В.И. Чернышов // Вузовская наука – региону: материалы четырнадцатой Всерос. науч.-техн. конф., 25 февр. 2016 г. / ВоГУ. – Вологда, 2016. – С. 400-402.

2. Педро, Ж. Экспериментальные исследования геохимического выветривания кристаллических пород: сборник научных трудов / Ж. Педро. – Москва: Мир, 1971. – 251 с.

3. Справочник техника-геолога по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам / под ред. М.А. Солодухина. – Москва: Недра, 1982. – 284 с.

РТУТЬ И ДРУГИЕ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВЕ И БИОТЕ В РАЙОНЕ ЧЕРЕПОВЕЦКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Е.С. Иванова, Д.С. Копылов
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Поступление в атмосферу опасных для живых организмов токсикантов – соединений тяжелых металлов за последние два столетия по сравнению с доиндустриальным периодом многократно возросло. Учитывая то, что тяжелые металлы имеют различную степень биологической активности и токсичности для живых организмов, а также то, что объемы использования металлов в хозяйственной деятельности человека неодинаковы, целью данной работы стало определение различий распределения и накопления тяжелых металлов (Hg, Zn, Cu, Pb, Cd) в почве и биотических компонентах (мелкие и хищные млекопитающие) наземных экосистем в районе г. Череповца, где сосредоточены крупные предприятия химической и металлургической промышленности.

Сбор проб почвы и отлов мелких млекопитающих семейства насекомоядные проводили общепринятыми методами в непосредственной близости от Череповецкого металлургического комбината, на типичных выровненных участках ландшафта, относящихся к следующим типам биотопов: суходольный луг; прирусловой ивняк; сероольшаник; березово-осиновый лес. Пробы органов хищных млекопитающих извлекали из тушек животных, полученных от охотников охотхозяйств и объединений г. Череповца и Череповецкого района, имеющих лицензию на их добычу.

Анализ содержания тяжелых металлов в образцах (почвы, органах мелких и хищных млекопитающих) проводился на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой ELAN DRC-e, 7 методом TotalQuant Analysis. Калибровка прибора выполнялась с использованием многоэлементного стандартного раствора № 3 от Perkin Elmer в качестве внешнего стандарта, а в качестве внутреннего использовался индий (до концентрации 10 мкг/л).

Статистический анализ данных проводили с помощью программ STATGRAPHICS Plus 2.1 и STATISTICA Release 7. Достоверность различий оценивали, используя метод дисперсионного анализа (ANOVA, LSD-тест) при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Средние показатели количества цинка (Zn), меди (Cu), свинца (Pb) и кадмия (Cd) в почве были на 2–4 порядка выше, показателей ртути в ней (0,45 мг/кг сухой массы) (рис.). Максимальные концентрации этих металлов, так же как и Hg, выявлены в поверхностном горизонте почвы, средние значения содержания которых уменьшались в ряду Zn > Cu > Pb ≥ Cd и в среднем для исследуемой территории составляли: Zn – 321; Cu – 104; Pb – 92; Cd –

3,07 мг/кг. Во всех исследованных биотопах с увеличением глубины отбора образцов содержание металлов в них снижалось.

Содержание металлов в органах всей выборки бурозубок уменьшалось в ряду Zn > Cu > Pb > Cd и варьировало в пределах: 0,61–17,35 мг Zn/кг; 0,1–4,51 мг Cu/кг; до 2,15 мг Pb/кг и до 2,05 мг Cd/кг. Средние значения количества металлов в органах насекомоядных составили: Zn – 7,77±0,32; Cu – 1,73±0,09; Pb – 0,09±0,04; Cd – 0,40±0,05 мг /кг. Максимальные средние концентрации всех исследованных металлов отмечены в почках и печени, минимальные – в мышечной ткани.

Количество Zn, Cu, Pb, Cd в органах насекомоядных было значительно ниже, чем в почве, и составляло 0,001–16%. В то время как содержание Hg в органах насекомоядных было почти в 2–5 раз выше, чем в почве, и составляло 180–320% (рис.).

Показатели содержания металлов в органах хищных млекопитающих исследованных видов уменьшались в ряду Zn > Cu > Pb > Cd и варьировали в пределах: 8,4–102,3 мг Zn/кг; 2,46–36,7 мг Cu/кг; 0,004–2,87 мг Pb/кг и 0,01–3,22 мг Cd/кг – в органах куниц; 20,33–72,32 мг Zn/кг; 1,84–27,17 мг Cu/кг; 0,14–0,38 мг Pb/кг и 0,004–0,86 мг Cd/кг – в органах енотовидной собаки.

В среднем концентрации металлов в органах хищных млекопитающих статистически достоверно различались: максимальные концентрации отмечены для цинка (35,79±1,75), минимальные – для свинца (0,36±0,05) и кадмия (0,36±0,06), количество меди в образцах (8,43±0,84) соответствовало промежуточным значениям.

Распределение и аккумуляция металлов по органам исследованных видов хищных млекопитающих было различным: максимальные концентрации Cu отмечены в печени животных, Pb и Cd – в почках, Zn – в мышцах. Статистически достоверно меньшие значения содержания Cu, Pd, Cd отмечены в мышцах, Zn – в почках. А максимальные концентрации Hg в органах исследованных видов млекопитающих зарегистрированы в почках и печени.

Достоверных различий между содержанием меди, кадмия и свинца в одних и тех же органах лесной куницы и енотовидной собаки не выявлено. При этом количество цинка в почках куницы достоверно выше, чем содержание этого металла в почках енотовидной собаки.

Количество цинка, меди, свинца в органах хищных млекопитающих было значительно ниже, чем их содержание в почве и процентном соотношении варьирует в пределах: Zn – 8–14; Cu – 3–13; Pb – 0,1–0,5, Cd– 3–28% (см. рис.). Содержание ртути в органах хищных млекопитающих в 14–90 раз превышало ее количество в почве (см. рис.).

Содержание цинка и меди в среднем по всем органам, как у енота, так и у куницы в 2-7 раз выше, а концентрации свинца и кадмия соизмеримы с количеством металла в органах землероек.

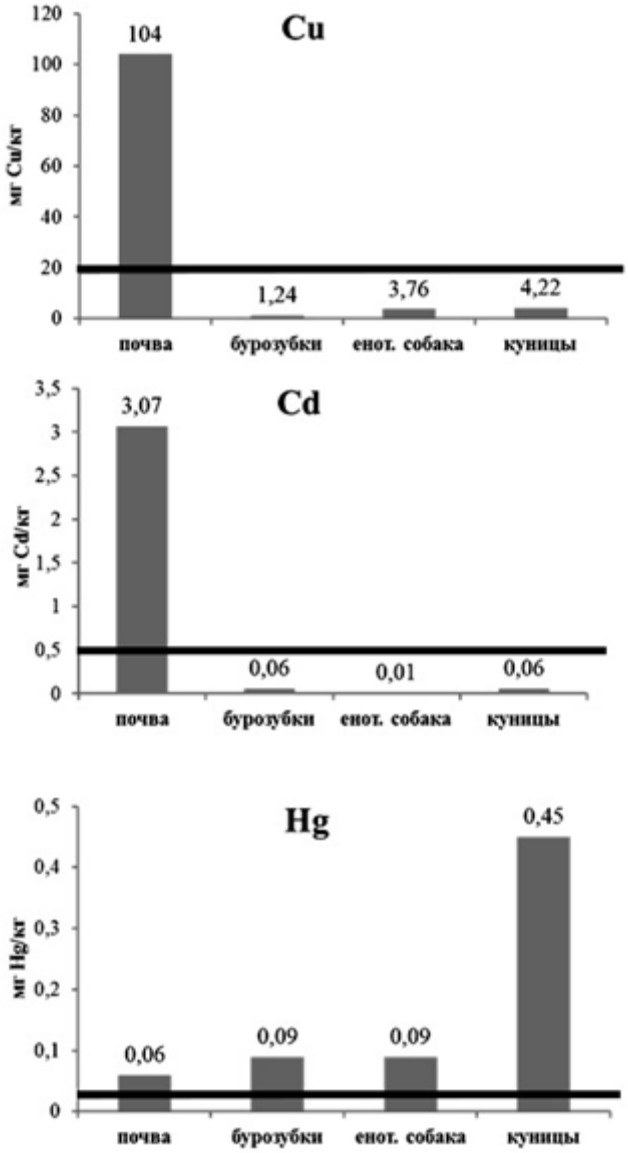


Рис. Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в почве и в мышцах млекопитающих Череповецкого района:
– Кларк металлов для почвы [1]

Таким образом, средние концентрации цинка (Zn), меди (Cu), свинца (Pb), кадмия (Cd) в почве значительно выше (на 2–4 порядка) содержания в ней ртути. Уровни накопления этих металлов (Zn, Cu, Pb, Cd) в органах бурозубок и хищных млекопитающих соизмеримы или ниже уровней в почве, в то время как концентрации Hg увеличиваются в живых организмах с переходом на более высокий трофический уровень и в органах хищников в 10–90 раз выше, чем ее содержание в почве.

1. Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А.П. Виноградов. – Москва: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВ В КЕДРОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ГРЯЗОВЕЦКОГО РАЙОНА

Е.Д. Ионова
Научный руководитель ***С.М. Хамитова****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В кедровых рощах Грязовецкого района произрастает сосна кедровая сибирская, ценная орехоносная порода, которая прекрасно приспособилась к климатическим условиям района. Рощам присущи культурная, историческая, рекреационная и эстетическая ценности.

Проведение микробиологических исследований, а именно обнаружение и количественный учет микроорганизмов, наблюдение за микробиологическими параметрами почвы кедровых рощ является актуальным направлением современности, которое необходимо для поддержания санитарно-гигиенических характеристик рощ, сохранения ценных древесных пород, моделирования и разработки природоохранных мероприятий.

Целью данной работы является исследование микробиологических параметров и заселенности микроорганизмами почвы в кедровых насаждениях Грязовецкого района.

Показателями качества городской среды являются индикаторы устойчивого развития города, создание экологичной урбанизированной среды – актуальное направление современности. Одним из таких индикаторов выступает сохранение почвенного плодородия, качества земельных ресурсов, их рациональное использование, а также поддержание и сохранение растительного покрова [1].

При комплексной оценке за состоянием урбанизированной среды большое внимание уделяется его микробиологическому исследованию почвенного покрова. Микробиота, микробиологические параметры почвы под антропогенным воздействием изменяются в первую очередь, поэтому многие исследователи считают их наиболее чувствительными показателями к загрязнению почв [1, 2].

Кедровники в городских территориях выполняют важнейшие рекреационные, и санитарно-гигиенические и репродуктивные функции. Для создания здоровых кедровых насаждений необходимо учитывать ряд факторов в процессе выращивания, одним из важнейших является почва, а именно ее микрофлора и микробиологические показатели, связанные с ризосферной частью сосны кедровой.

Объектами исследования являются кедровые рощи в Грязовецком районе: Чагринская роща (заложена в 19 в., имеет площадь 3.7 га, расположена в 36 км от г. Вологды и в 23 км от г. Грязовца), Грязовецкая роща (заложена в

1966 г., площадь посадок 1 га, расположена в 47 км от Вологды) и кедровый питомник у деревни Жерноково (образован в 1999 г., имеет площадь 1,2 га, расположена в 71 км от Вологды и в 23 км от г. Грязовца).

При геоэкологической характеристике района исследований было выявлено следующее: устойчивое развитие Грязовецкого района находится в положительной тенденции, экологическая обстановка оценивается как стабильно-удовлетворительная. Район располагает большим количеством природных ресурсов (глина и песок, известняк, торф), 68% территории покрыто лесами (смешанные, хвойно-лиственные). Именно в исследуемом районе произрастает наибольшая популяция сибирских кедров.

Для проведения исследований были взяты образцы почв в весенний и летний периоды 2017 года. Образцы отбирались при помощи совка в приствольном круге деревьев (5 точек вокруг ствола) с глубины 10–20 см с каждого участка рощ. Удалялся верхний слой толщиной 3 см во избежание попадания посторонней микрофлоры.

В процессе исследований был выполнен анализ агрохимических показателей почвенных образцов, отобранных на территориях кедровых рощ в 2017 году. Анализ производился в Агрохимцентре село Молочное. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели почвенных образцов

Почвенный образец	Агрохимические показатели					
	Гумус, %	pH	P_2O_5, мг/кг	K_2O_5, мг/кг	Ca, мг-кв/100г	Mg, мг-экв/100г
Чагринская КР	4,59	5,2	28	137	12,5	3,25
Грязовецкая КР	5,15	5,1	24	121	14,25	4,25

Процентное значение содержания гумуса в Грязовецкой роще составляет 5,15%, в Чагринской – 4,59%. Кислотность среды составляет 5,2 (Чагринская) и 5,1 (Грязовецкая), среда слабокислая. Значение кислотности пригодно для произрастания хвойных пород деревьев. По содержанию подвижного фосфора и калия, кальция и магния значения в исследуемых образцах схожие, соответствуют средней обеспеченности почвенного покрова основными элементами минерального питания.

Была произведена оценка химического загрязнения почв тяжелыми металлами с помощью санитарно-гигиенического нормирования содержания тяжелых металлов в почвенно-растительном покрове путем соотнесения фактически определенной концентрации элементов с предельно-допустимой концентрацией (гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06). Результаты оценки представлены в таблице 2.

Оценка показала, что превышения значений предельно-допустимых концентраций в Чагринской и Грязовецкой рощах, а также в кедровом питомнике

не наблюдается как среди подвижных (марганец, медь, никель, кобальт, свинец и фтор), так и среди валовых форм (ртуть, свинец, марганец, мышьяк, медь и цинк) металлов.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почвенных образцах

Исследуемый показатель		ГН	Грязовец	Чагрино	Жерноково
Массовая форма подвижных форм металлов мг\кг:	Марганец Mg	не более 300	8,4	6,78	5,6
	Медь Cu	не более 3,0	1,02	0,9	0,55
	Никель Ni	не более 4,0	0,91	0,63	0,3
	Кобальт Co	не более 5,0	0,29	0,16	0,13
	Свинец Pb	не более 6,0	1,62	0,92	1,4
	Фтор P	не более 2,8	1,69	1,73	1,34
Токсичные элементы в воздушно-сухом состоянии (валовые формы):	Ртуть Hg	не более 2,1	0,023	0,069	0,085
	Свинец Pb	не более 32,0	16,2	11,3	13,6
	Марганец Mg	не более 1500,0	404,0	434,0	363,0
	Мышьяк As	не более 2,0	1,32	1,23	1,15
	Медь Cu	не более 66,0	13,4	12,8	11,5
	Цинк Zn	не более 110,0	51,5	44,6	42,2

Была произведена оценка ферментативной активности почв – один из показателей потенциальной биологической активности почв, характеризующий потенциальную способность системы сохранять гомеостаз, результаты отображены в таблице 3.

Таблица 3

Ферментативная активность в почвенных образцах

Образец	Активность каталазы, $см^3O_2$/1 г почвы*мин	Активность дегидрогеназы, мг ТФФ/10 г почвы*сутки	Активность инвертазы, мг глюкозы/1 г почвы* сутки
Чагринская КР	3,83 (средняя)	0,32 (очень бедная)	1,11 (очень бедная)
КР д. Жорнаково	11,17 (богатая)	0,31 (очень бедная)	2,40 (очень бедная)
Грязовецкая КР	6,23 (средняя)	0,28 (очень бедная)	1,32 (очень бедная)

По активности каталазы выделяется образец из Жорнаковской кедровой рощи в нём высокая концентрация фермента, тогда как в двух оставшихся – средняя. Активности дегидрогеназы и инвертазы очень незначительные во всех исследованных образцах, что может быть обусловлено антропогенным угнетением городских почв, кислой реакции дерново-подзолистых, выраженной дифференциации почвенных горизонтов и характеризующиеся относительной бедностью питательными элементами и органическим веществом, слабо выраженной структурой и наличием инертного подзолистого горизонта.

Численность микроорганизмов (почвенных грибов, актиномицетов и бактерий) в почвенных образцах определялась с помощью метода люминисцентой микроскопии, результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4

Численность микроорганизмов в почвенных образцах

Образец	Бактерии, млрд./г	Актиномицеты, м/г	Грибы, мицелий м/г	Грибы, споры млн./г
Чагринская КР	11,2±1,2	252,1±25	177,4±15	40,1±5
КР д. Жерноково	12,95±0,6	276,75±18	*303,25 ± 50*	*95,7*±7
Грязовецкая КР	8,0±1	226,7±10	528,1±50	118,2±12

При определении численности микроорганизмов в почвенных образцах кедровых рощ было выявлено: численность бактерий и актиномицетов находятся в близких значениях друг от друга, а числовые значения мицелий и спор грибов в Грязовецкой роще выше, чем в остальных образцах. Почвы кедровой рощи в Грязовце являются наиболее благоприятными для грибов.

Проведение исследований микробиологических параметров почв в кедровых рощах является одним из способов по достижению устойчивого развития исследуемых объектов, произрастанию здоровых кедровых насаждений в них, направлено на улучшение экологической обстановки Грязовецкого района. Санитарно-микробиологическая оценка почвенного покрова – это важная часть проведения предупредительного и текущего санитарного контроля за состоянием почвенного покрова.

1. Марфенин, Н.Н. Устойчивое развитие человечества: учебник / Н.Н. Марфенин. – Москва: Издательствово МГУ, 2006. – 624 с.

2. Лысак, Л.В. Бактериальные сообщества городских почв: автореферат / Л.В. Лысак. – Москва: Издательство МГУ, 2010. – 46 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

А.В. Карпуничев
Научный руководитель ***С.М. Хамитова****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На сегодняшний день природных источников чистой питьевой воды становится все меньше, а большое количество поверхностных и подземных вод загрязнены. Проблема качества питьевой воды особенно актуальна для Вологодской области [1]. По данным ежегодного рейтинга регионов по качеству жизни: «Вологодская область занимает 85 место – по доле населения, обеспеченного питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности» [2].

В разных населенных пунктах качество воды имеет свои недостатки по различным показателям. В связи с этим можно сказать, что мероприятия по очистке воды одного населенного пункта не всегда стоит использовать для

других, поскольку они могут быть не эффективны или даже ухудшать качество. Чтобы решить этот вопрос, необходимо выбрать приоритетные направления и методики очистки воды от загрязнителей, которые представляют наибольшую опасность для населения и могут стать причиной различных заболеваний. Для этого необходимо установить связь между загрязнителями и их влиянием на здоровье населения. В настоящее время работы по определению приоритетных направлений в рамках очистки питьевой воды имеют значительные недостатки либо тормозятся в силу недостаточности знаний в области корреляции качества питьевой воды и здоровья населения, вследствие чего эта проблема растягивается на несколько лет [3]. В сложившейся ситуации неверный выбор стратегии очистки воды может стать причиной заболеваний не только отдельных людей, но и целых поколений. Исходя из всего вышеперечисленного можно сказать, что проблема оценки влияния качества воды на здоровье населения приобретает сегодня особую актуальность.

Цель исследования: произвести анализ химического состава питьевой воды Белозерского района и оценить ее влияние на здоровье населения.

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Белозерского района являются поверхностные источники, представляющие собой систему водных объектов, состоящую из рек и озер. Наиболее крупные среди них: озеро Белое; Лозско-Азатское озеро; озеро Андозеро; среди рек наибольшими являются река Шола; Андога; Куность; Визьма; Шексна. На сегодняшний день ситуация по водоснабжению населения складывается следующим образом: централизованное водоснабжение, с определенными стадиями очистки воды перед подачей в распределительную сеть, существует только в городе Белозерске, для населенных пунктов района данная ситуация не характерна, в ряде населенных пунктов присутствуют наружные сети в виде колонок и водопроводы, однако постоянный лабораторный контроль качества воды не осуществляется. Также в качестве источников воды для хозяйственно-питьевых нужд используются поверхностные источники, скважины и колодцы.

В целом по всему району сохраняется неудовлетворительное положение с обеспечением населения доброкачественной питьевой водой. Воды Белозерского района богаты железом, содержание которого может превышать предельно допустимую концентрацию в 1,5–2 раза, медью – до 8 ПДК, цинком – до 7 ПДК, также в некоторых населенных пунктах превышены ПДК по органолептическим и микробиологическим показателям [4]. Употребление воды с превышением норм ПДК по представленным загрязнителям может спровоцировать у населения различного рода заболевания, например, превышение в воде цинка и меди негативно сказывается на состоянии органов пищеварения, а также приводит к заболеваниям мочеполовой системы и развитию мочекаменной болезни. Длительное употребление воды с повышенным содержанием железа приводит к развитию заболеваний сердца и кровеносной системы и увеличивает вероятность инфарктов и инсультов среди населения.

Определение зависимости здоровья населения от качества питьевой воды осуществлялось в соответствии с данными по заболеваемости населения и сопоставлением их с качеством употребляемой воды. Так для анализа было выделено две группы заболеваемости ($Г_1$) – желчнокаменная болезнь (ЖКБ); ($Г_2$) – мочекаменная болезнь (МКБ). Данные по перечисленным группам заболеваний были предоставлены отделом статистики «Белозерской ЦРБ» и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Заболеваемость населения в Белозерском районе

Населенный пункт	Группы заболеваемости	
	желчнокаменная болезнь	мочекаменная болезнь
Белозерск	9	24
Антушево	1	3
Георгиевское	1	2
Артюшино	1	2
Мондома	3	13
Глушково	9	7

Показатели качества воды были выбраны в соответствии с «СанПиН 2.1.4.1074-01» и разделялись на группы: органолептические (X_1), санитарно-токсикологические (X_2) и микробиологические ($X_{3)}$. Для расчета были использованы среднегодовые показатели по каждой из групп. Суммарный показатель качества воды для каждой группы определялся в соответствии с уравнением:

$$X = \sum(\frac{C_i}{ПДК_i})$$

где X – среднегодовой показатель качества воды по одной из групп:

C_i – среднегодовая концентрация *i*-й примеси в данной группе;

ПДК*i* – ее предельно допустимая концентрация по СанПиН 2.1.4.1074-01.

Стоит отметить, что при определении среднегодового показателя качества воды, учитывались все примеси веществ, характерные для отобранной группы, а не только те, для которых значения ПДК превышены. Значения показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели загрязнителей воды Белозерского района

Место отбора проб	Группы показателей		
	Органолептические	Санитарно-токсикологические	Микробиологические
	X_1	X_2	X_3
Белозерск	1,02	1,64	0
Антушево	3,87	1,86	2,66
Георгиевское	0,70	0,55	0,68
Артюшино	4,53	1,03	16,10
Мондома	6,62	1,11	0,80
Глушково	0,90	0,88	0,02

Зависимость между заболеваемостью и показателями качества воды определялась по данным таблиц 1 и 2 методом множественной корреляции, оценка достоверности наличия зависимости определялась исходя из значений коэффициента корреляции, так наличие зависимости являлось недостаточным при значениях коэффициента корреляции меньше 0,3. В ходе проведения исследования были получены следующие результаты. Для заболеваний ЖКБ уравнение корреляции имеет следующий вид:

$$\Gamma_1 = 4.83 - 0.7x_1 + 1.52x_2 - 0.18x_3$$

Полученное уравнение корреляции показывает взаимосвязь между заболеваемостью населения ЖКБ и загрязненностью воды различными группами вредных веществ. Из уравнения видно, что первый и третий коэффициенты имеют отрицательные значения при аргументах, в общем смысле данная ситуация показывает положительное влияния загрязнений вод по данным группам на здоровье человека, однако это противоречит общеизвестным данным, поскольку положительного влияния загрязнителей на организм человека не установлено, за исключением отдельных примесей. Противоположная ситуация наблюдается для второй группы загрязнителей здесь рост количества вредных веществ на 1 ед. влечет увеличение заболеваемости населения ЖКБ на 1 чел. Коэффициент корреляции R составил 0,62 это говорит о наличии средней связи между исследуемыми факторами. Коэффициент детерминации составил 0,38 это говорит о том, что 38% случаев вариации результата объясняется вариацией представленных в уравнении факторов.

Для заболеваний МКБ уравнение корреляции имеет следующий вид:

$$\Gamma_2 = 2.61 - 0.12x_1 + 6.87x_2 - 0.54x_3$$

Полученное уравнение корреляции показывает взаимосвязь между заболеваемостью населения МКБ и загрязненностью воды различными группами вредных веществ. Из уравнения видно, что первый и третий коэффициент имеют отрицательные значения при аргументах, как и в первом случае. Подобное наблюдение можно объяснить влиянием определенных химических веществ на организм, как было указано выше к загрязнителям которые, оказывают значительное влияние на развитие ЖКБ и МКБ являются медь и цинк, данные химические вещества относятся ко второй группе: «санитарно-токсикологические загрязнители», поэтому мы наблюдаем положительные коэффициенты при аргументе по данной группе и отрицательные по группам органолептических и микробиологических показателей. Для второй группы загрязнителей рост количества вредных веществ на 1 ед. влечет увеличение заболеваемости населения МКБ на 6 чел. Коэффициент множественной корреляции R составил 0,58 это говорит о наличии средней связи между исследуемыми факторами. Коэффициент детерминации составил 0,33 это говорит о том, что 33% случаев вариации результата объясняется вариацией представленных в уравнении факторов.

Таким образом, на основании исследования можно сказать, что регрессионный анализ зависимости между заболеваемостью населения и качеством питьевой воды дает основание полагать, что между исследуемыми параметрами есть зависимость, значения коэффициентов корреляции показывают наличие средней связи. Также установлено, что на развитие заболеваний ЖКБ и МКБ влияют токсикологические показатели качества воды. Исходя из полученных результатов можно определить приоритетные направления по улучшению качества питьевой воды. В частности, необходимо разработать комплекс мероприятия очистки воды для населенных пунктов Белозерского района, в которых вода для хозяйственно-питьевых нужд берется из поверхностных источников или не проходит определенные стадии очистки.

1. Карпуничев, А.В. Влияние качества воды на здоровье населения / А.В. Карпуничев // Россия молодая: водоснабжение и водоотведение. Вып. 10: сб. статей / отв. ред. О.А. Останин. – Кемерово, 2018. – С. 42504-1-42504-4.

2. Жители Вологодской области хуже всех в России обеспечены качественной питьевой водой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://newsvo.ru/news/106289/

3. Розенталь, О.М. Качество питьевой воды: нормирование и влияние на здоровье / О.М. Розенталь, Л.Ф. Кардашина // Вопросы экологии: анализ и контроль. Вып. 3-4 : сб. статей. – Москва, 1998. – С. 109-114.

4. Сведения о наблюдениях в озере Белом за 2012–2017 гг. [Электронный ресурс]: Ответ на запрос от 21.05.2018 г, по показателям загрязняющих веществ / ФГБУ Северное УГМС «Вологодский ЦГМС». – Электрон, дан. – Вологда: РОСГИДРОМЕТ. 2018.

5. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения: СанПиН 2.1.4.1074-01: утв. Главным государственном санитаром врачом Российской Федерации 26.09.01: ввод. в действие с 01.01.02. – Москва : Минздрав России, 2002. – 62 с.

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДООТЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА СОКОЛА

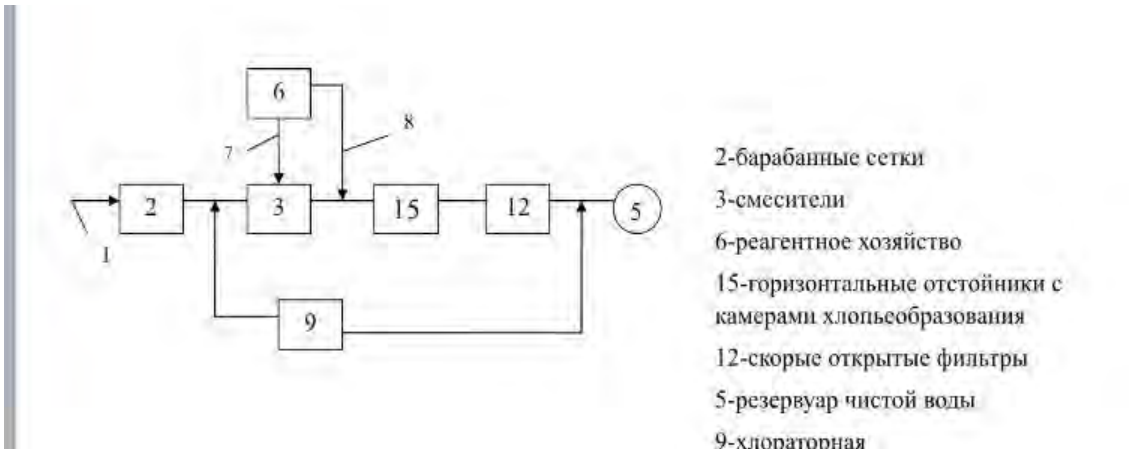
Ю.А. Кашалкина
Научный руководитель ***С. М. Чудновский****, канд. техн. наук, доцент,*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время проблема надежности подготовки питьевой воды в России очень актуальна. Согласно Федеральному закону РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» качество питьевой воды должно соответствовать требованиям ГОСТ, а несоблюдение этих требований создает угрозу жизни или здоровью человека, а также угрозу возникновения и распространения заболеваний. Кроме того, водоподготовка на очистных сооружениях должна быть надежной. Для реализации этих требований нужны новые современные способы и приборы контроля качества воды и новые эффективные технологии ее подготовки.

Содержание мутности в р. Сухоне невелико даже в паводок. В апреле–мае среднемесячная мутность 32–69 мг/л. Наибольшая мутность – 112 мг/л. Зимой содержание мутности в воде не превышает 8 мг/л, летом – 15–27 мг/л. Однако вода р. Сухоны характеризуется высокой цветностью, достигающей 100–160º. Река Сухона загрязнена значительным количеством загрязнений, связанных с неорганизованными сбросами в реку сточных вод промышленными предприятиями и населением города Сокол. При обратном течении все эти загрязнения могут достигать створа проектируемого водозабора у дер. Б. Кривец.

Вода из р.Сухоны забирается насосами, установленными в насосной станции I-го подъема и подается на очистные сооружения, площадка которых совмещена с площадкой водозаборных сооружений. Створ водозабора намечен в 2 км от города выше по течению реки у дер. Б. Кривец. На станции очистки вода проходит последовательно смесители, горизонтальные отстойники, фильтры и собирается в резервуары фильтрованной воды. Насосная станция II-го подъема подает воду из резервуаров фильтрованной воды до границ г. Сокола по двум водоводам диаметром 600 мм и длиной 2 км, далее по городу магистральными водоводами диаметром 600–500 мм до границ Сокольского ЦБК. Разводящие сети города, насосные подкачки идругие сооружения в черте города настоящим проектным заданием не предусматриваются.

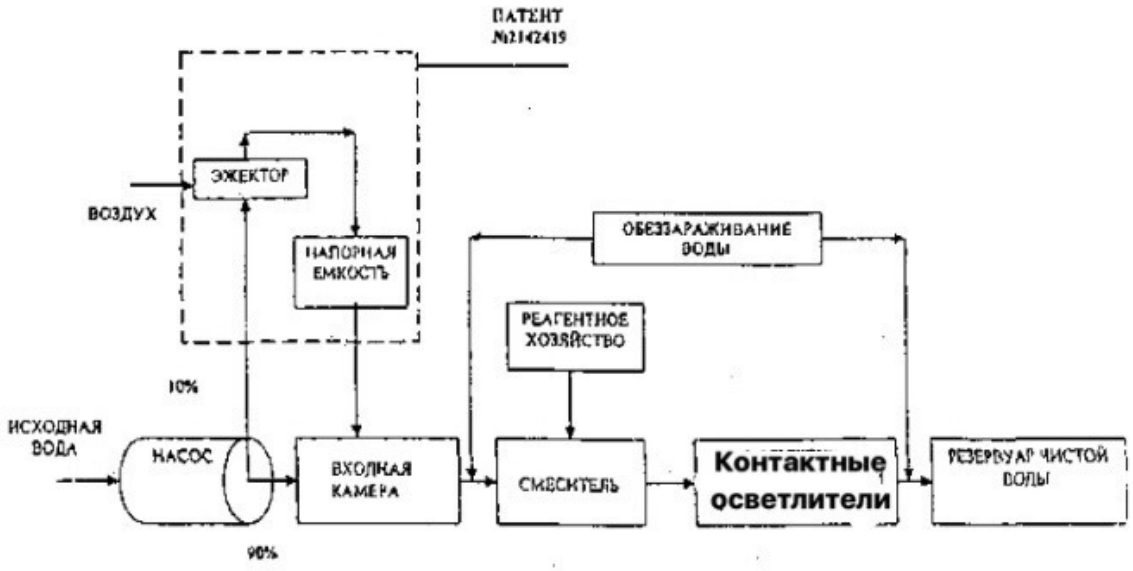
Данный комплекс сооружений является громоздким, не удобным для управления и высоко затратным. Технологическая схема сооружений, помоему мнению, была выбрана не верно, поэтому мы предлагаем провести реконструкцию с учётом новых разработок ВоГУ.



1. Рассмотрим двухступенчатую схему на основе контактных осветлителей. Вода поступает на барабанные сетки, затем вода подвергается очистке с помощью устройства безреагентной напорной флотации, далее поступает на контактные осветлители. Если исследования покажут, что этого достаточно, то фильтры не потребуются и воду можно будет сразу же направлять в резервуар чистой воды. А сами контактные осветлители будут установлены там, где в настоящее время находятся камеры хлопья образования и отстойники.

2. Если будут наблюдаться проскоки мутности воды (более 10 мг/л), то тогда фильтры останутся. А если проскоки не будут наблюдаться, то большая часть фильтров будет также переоборудована в осветлители со взвешенным осадком, при этом оставим 1–2 фильтра как резервные. Оборудование предлагается производить поэтапно, то есть одна секция в отстойниках будет выделена для сооружений касающийся предварительной напорной флотации связанной с контактным осветлением.

Предлагается без остановки всего комплекса сооружений выделит одну секцию отстойников с камерой хлопьеобразования. Отделение одной секции практически не повлияет на процесс очистки воды, так как, учитывая то, что в реке Сухона воды маломутные и высокоцветные, отстойники не оказывают существенного влияния на процесс очистки. Выделенная секция будет реконструирована. На её основе будут размещены контактные осветлители с устройством для безреагентной напорной флотации.



Технологическая схема сооружений с применением предварительной напорной флотации

Вывод: таким образом, новые разработки дадут возможность значительно повысить качество воды и удешевить стоимость каждого кубического метра воды.

1. Пат.2142419 Российская Федерация, Способ очистки маломутных цветных вод / С.М. Чудновский, Н.Л. Миронова; заявитель и патентообладатель Вологодский гос. Тех. Ун-т. – Опубл. 10.12.1999. – Бюл. № 23. – С. 6.

2. Патент 2471719 Российская Федерация. Способ регулирования процессов очистки воды в контактных осветлителях и устройство для его осуществления / С.М. Чудновский, Н.А. Кузнецова; заявитель и патентообладатель Вологодский гос.тех.ун-т. – Опубл.10.01.2013. – Бюл. № 1. – С. 11.

ПРЕДПОСЫЛКИ УРОВСКОЙ ЭНДЕМИИ В ВОЖЕГОДСКОМ РАЙОНЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Кудреванов
Научный руководитель ***А.И. Труфанов****, канд. геол.-минерал. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При массовом опробовании эксплуатируемых водозаборных скважин на территории Вологодской области было выявлено значительное превышение некоторых нормируемых компонентов. Это послужило основанием провести анализ возможных предпосылок заболевания населения.

В настоящее время общепризнано, что качество потребляемой питьевой воды – это один из важнейших факторов, оказывающих то или иное (как правило, отрицательное) влияние на здоровье человека. Для Вожегодского района с его типично северными особенностями, от которых зависит состояние здоровья, такими как, к примеру, нехватка тепла, освещенности, водный фактор может оказаться не менее характерным. В исследуемом районе главными источниками водоснабжения являются подземные воды. Доля их потребления от всех отбираемых водных ресурсов составляет здесь около 90% [1]. Поэтому в системе охраны здоровья особого учета требуют именно они.

Известно, что некоторая эксплуатируемая часть питьевых подземных вод, относящихся к поселкам Вожега и Кадниковский, некондиционна в отношении одного из химических элементов – стабильного стронция. В девяти скважинах, шесть из которых в первом поселке, выявлены его концентрации от 7,2 до 23,4 мг/л [1], превышающие предельно-допустимую концентрацию (ПДК) опасного элемента, равную 7,0 мг/л [2]. Такие большие значения связаны с интенсивными процессами растворения водовмещающих пород и их минералов, где прежде был элемент – гипса, целестина, стронцианита. В водовмещающих породах казанского яруса верхней перми – а именно наэтотгоризонт оборудованыскважины –данные минералы встречаются нередко.

Опасность стронция связана с его биологической активностью. Он воздействует, главным образом, на костно-суставную систему. В костной ткани человека преобладает вещество гидроксилапатит $Ca_3(PO_4)_3(OH)$, кристаллическая структура которого такова, что кальций занимает положение сразу в двух позициях. Это дает ему возможность замещения многими элементами – прежде всего стронцием. При появлении многих заболеваний костно-суставной системы, таких как артриты, артрозы, остеопорозы, возможности замещения элементов изучаются медиками традиционно.

Наиболее известное локальное заболевание костной системы, связанное с неравномерным соотношением элементов, – это уровская болезнь, или болезнь Кашина – Бека. Заболевание начинается в период роста организма (0–

23 лет). С возрастом изменения становятся ярко выраженными и более видимыми. Главными симптомами уровской болезни являются [3]:

- утолщение и ограничение подвижностисуставов кистей;
- короткопалость;
- атрофия мышц;
- искривление позвоночника и утолщение его позвонков;
- низкорослость и т.д.

Все эти симптомы являются следствием биохимического антагонизма, при котором один элемент – кальций – укрепляет костную ткань, а другой – стронций – разрушает ее.

Так как у стронция в Вожегодском районе есть превышения концентраций в питьевых подземных водах, теоретически можно предположить наличие здесь предпосылок развития эндемии. Предпосылки в данном понимании – это отношения концентрации кальция к концентрации стронция (Ca/Sr). Если число, образованное в результате деления, меньше 100, это говорит о неблагоприятной обстановке в отношении болезни. Если оно менее 10 – ситуация чрезвычайная, а менее 1 – критическая. Величины коэффициентов безразмерны [3].

Представлялось важным и интересным провести исследование, целью которого будет получение картины уровского заболевания Вожегодского района, как наиболее проблемного в плане стронция. Для этого из отчета Департамента природных ресурсов и материалов кафедры геоэкологии и инженерной геологии ВоГУ были взяты данные вышеупомянутых девяти скважин: максимальные наблюдаемые концентрации стронция и соответствующие тем же пробам величины кальция. Они поделены между собой, и получены коэффициенты. Результаты проведенных вычислений иллюстрирует таблица.

Таблица

Соотношения Ca/Sr в подземных водах Вожеги и Кадниковского

№ скважины	Год отбора пробы	Концентрация Ca, мг/л	Концентрация Sr, мг/л	Коэффициент Ca/Sr
п. Вожега				
522	2010	76,1	7,7	9,9
1017	2010	80,2	7,4	10,8
1252	2006	68,1	7,4	9,2
33716	2012	70,1	7,2	10,0
33752	2007	102,2	13,0	7,9
45218	2007	70,2	10,9	6,4
п. Кадниковский				
8803	2010	150,2	23,4	6,4
8826	2011	140,3	18,0	7,8
8872	2011	86,2	11,2	7,7

Из таблицы видно: вовсех пробах соотношение элементов неудовлетворительное. В семи из девяти коэффициент менее 10, и только в одной пробе чуть больше (10,8) и еще в одной ровно 10. Отсюда следуют неутешительные

выводы: в обоих поселках уровень риска заболевания можно в целом охарактеризовать как переходный от неблагоприятного к чрезвычайному. В концентрациях элементов недостаточно большой разрыв.

Вероятно, в будущем эндемия станет для Вожегодского района объективной реальностью. Расчеты говорят: существование болезни возможно. Но для появления первых признаков требуется некоторое время, ведь регулярное использование зараженного горизонта началось не так давно, в 2000-м году. И хотя болезнь не смертельна, это все-таки болезнь, и с ней нужно и можно бороться. Для этого подойдут такие меры, как:

- бальнеотерапия;
- лечебная физкультура (ЛФК);
- ортопедическая коррекция;
- лекарственные препараты, содержащие экстракт хрящей и костного мозга молодых животных, например румалон;
- очистка воды безреагентными способами, например природными фильтрами: цеолитом, каолином, углеродной смесью высокой реакционной способности (УСВР).

Очистительные фильтры, наряду с бальнеотерапией и ЛФК, имеют важное профилактическое значение; разумнее применять их в борьбе не с самой болезнью, а с ее предпосылками.

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. – Москва: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003.

2. Отчет о состоянии подземных вод на территории Вологодской области за 2014-2016 годы (ведение мониторинга подземных вод территориального уровня, отчет в 2-х книгах). Книга 1 [Текст отчета, текстовые приложения] / отв. исполнитель А.С. Бубнова. – Геологический фонд Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. – Вологда, 2017. – 112 с.

3. Полякова, Е.В. Стронцийв источниках водоснабжения Архангельской области и его влияние на организм человека / Е.В. Полякова // Экология человека. – 2012. – № 2. – С. 9-14.

ВЫДЕЛЕНИЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ УЧАСТКОВ В АРЕНДНОЙ БАЗЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.И. Макарова
Научный руководитель ***Ф.Н. Дружинин****, д-р с.-х. наук, профессор*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия им. Н.В. Верещагина
п. Молочное

Актуальность работы.

В соответствии с требованиями критерия 6.4 Стандарта лесоуправления FSC, предприятие должно выделить и сохранить репрезентативные участки лесных экосистем [1].

Репрезентативный участок в этом случае – это сохраняемая лесная территория, характеризующаяся общностью возникновения и развития, отражающая процессы динамики и сложившуюся структуру леса.

Цель исследования – изучение ценных участков леса для создания устойчивого экологического каркаса из природных объектов, выполняющих природоохранные функции на территории арендной базы лесозаготовительного предприятия.

Задачи:

1. Анализ проектной документации (проекты освоения лесов, картографические материалы, сведения из государственного лесного реестра) по арендному участку.

2. Выбор критериев выделения репрезентативных экосистем.

3. Выделение репрезентативных экосистем с учетом установленных критериев.

4. Нанесение границ участков на картографические документы.

5. Разработка мероприятий по охране и защите выделенных экосистем.

Научная новизна работы заключается:

- в разработке алгоритма выделения репрезентативных участков в лесах с учетом их лесоводственно-таксационной характеристики, условий местопроизрастания древостоев и выполняемых ими функций;

- в разработке рекомендаций по организации лесопользования.

Перспективы реализации полученных результатов:

1) анализ собранных во время мониторинга результатов позволит определить степень эффективности лесопользования; 2) использование критериев для выделения репрезентативных участков в эксплуатационных лесах для сохранения их видового и биологического разнообразия; 3) обоснование выделения репрезентативных участков; 4) повышение экологического потенциала территории и в сохранении биологического разнообразия территории.

Программа, методика исследований.

На первом этапе выполнения работ предусматривается изучение следующих вопросов: 1) анализ существующей системы охраняемых природных территорий; 2) выделение репрезентативных участков; 3) разработка нормативов их выделения; 4) проектирование мероприятий по сохранению репрезентативных участков [1, 2].

Выделению репрезентативных экосистем предшествовал тщательный анализ соответствующей проектной документации (таксационные описания, планы рубок, планы лесонасаждений), имеющейся на предприятии. Общая характеристика лесного фонда, его распределение по существующим группам и категориям, позволили сделать заключение о наличии определенных экосистем и их представительстве в арендной базе предприятия, а на основе этого выделить репрезентативные участки.

Доля лесных земель в арендной базе составляет 59,4%, что характеризует эту территорию как высоколисистую. Покрытая лесом площадь (72,4%) представлена главным образом насаждениями естественного происхождения.

Непокрытая лесом площадь составляет 10 254,2 га и представлена вырубками прошлых лет. В категории нелесных земель доминируют безлесные болота (около 21,4%).

С учетом выполненного анализа лесного фонда в арендной базе предприятия для выделения репрезентативных участков в качестве основного критерия использован тип условий местопроизрастания, отражающий процессы возникновения и развития насаждения. Дополнительными критериями служили возрастное строение и породный состав древостоя, характеризующие динамику и структуру насаждений.

Таким образом, общая минимальная площадь, сохраняемая в качестве репрезентативных участков, должна составлять не менее 1426,9 га.

Кроме этого, участки охватывают все древесные породы и возрастные группы древостоев, встречающиеся в лесном фонде арендной базы, согласно их долевого участия. Следует отметить, что приоритет при выделении по породному составу отдавался хвойным формациям, как наиболее соответствующим лесорастительным условиям, отвечающим требованиям интенсивного ведения лесного хозяйства.

Наиболее представленными являются участки зеленомошной группы типов условий местопроизрастания (черничные и кисличные), доля которых составляет около 60%, средневозрастные (31%). По породному составу преобладают сосняки (более 27,6 %).

Полученные результаты.

На основании анализа действующих нормативно-правовых документов Федерального, регионального и местного уровней, экономической и социальной характеристики, а также изучения лесоустроительных материалов и картографических документов на территории арендного участка выделены репрезентативные участки.

Вывод.

На основании выполненных изысканий проработана техническая документация по лесному фонду арендной базы, определены критерии и с их учетом выделены репрезентативные участки общей площадью 1426,9га, что составляет 0,9 % от покрытой лесом площади. Границы участков нанесены на картографические документы. Выделенные участки предполагается исключить из плана рубок предприятия на ближайшие 10 лет. Они удалены от населенных пунктов и подъездных путей, что позволит их сохранить в естественном состоянии.

1. Российский национальный стандарт FSC 7-0 (проект от 10.03.2016 г.)

2. Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга / коллектив авторов; под ред. К.Н. Кобякова. – Санкт-Петербург, 2011. – 506 с.

3. Предложения по экологической политике лесопромышленных компаний в области лесопользования и лесообеспечения. – Москва: ВВФ, 2003. – 90 с.

4. Леса высокой природоохранной ценности: Практ. Руководство / С. Дженнингс, Р. Нуссбаум, Н. Джадд, Т. Эванс; пер. с англ. – Москва, 2005. – 184 с.

АНАЛИЗ СОСТАВА ЛЕСОВ ВЕРХНЕТОЕМСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Н. Падерина

Научный руководитель ***В.П. Уханов****, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Верхнетоемский район расположен на юго-востоке Архангельской области. На сегодняшний день, в сравнении с другими районами региона, он относительно мало изучен. В связи с этим необходимо более детальное изучение района по ряду направлений, в том числе и особенностей его лесов, их качественного и количественного состава.

Верхнетоемское лесничество расположено в юго-восточной части Архангельской области на территории Верхнетоемского муниципального района и занимает площадь в 9,9 тыс. км^2 или 48,5% от площади района (рис. 1). Протяженность территории лесничества с севера на юг составляет ≈ 100 км, с запада на восток – 110 км. В состав Верхнетоемского лесничества входят 8 участковых лесничеств. Контора лесничества находится в рабочем поселке Двинской в 13 км от районного центра (с. Верхняя Тойма), в 182 км от ближайшей крупной железнодорожной станции Котлас Южный Северной железной дороги и в 480 км от областного центра г. Архангельск.

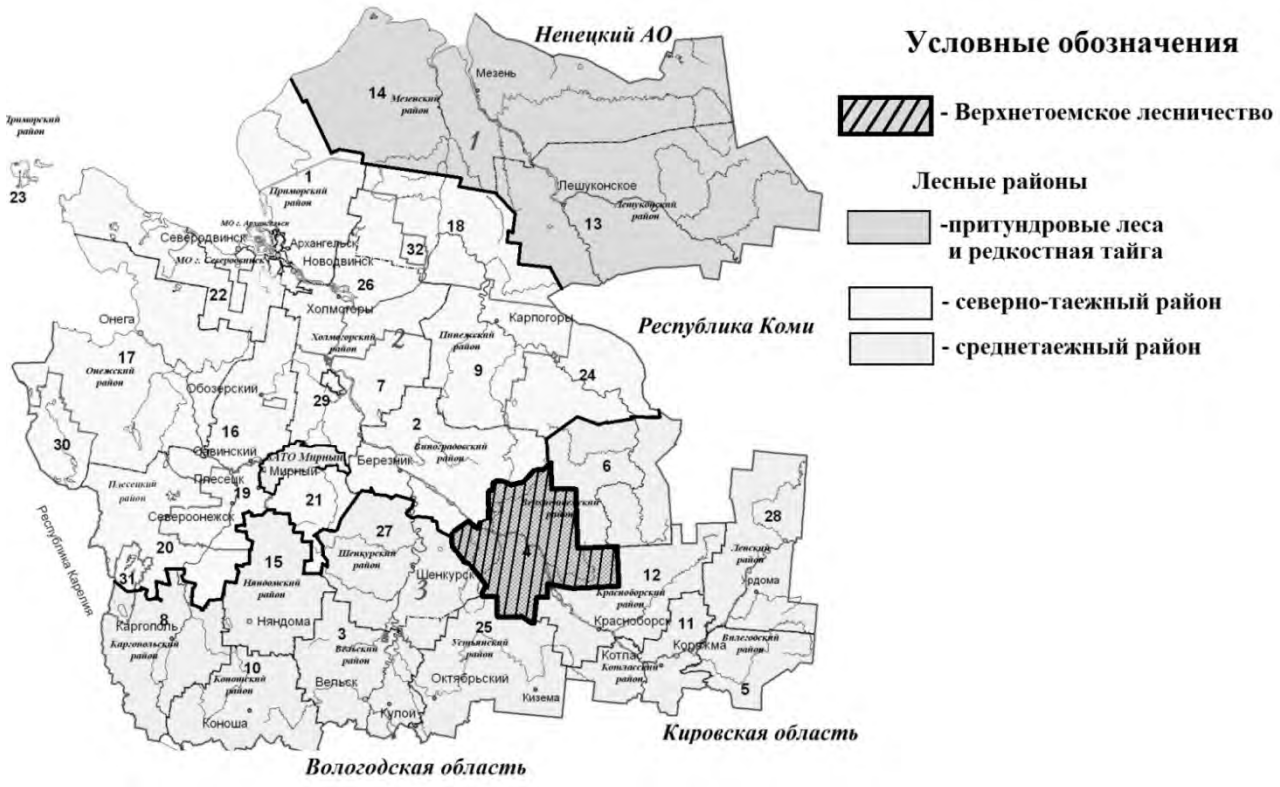


Рис. 1. Лесничества Архангельской области

Лес служит основой промышленности и экономики Верхнетоемского лесничества и района в целом. Покрытые лесом земли лесничества составляют 80,6% от его площади, в том числе лесные культуры – 6%. Эти показатели положительно характеризуют лесной фонд и его производственную деятельность. Нелесные земли занимают всего 16,9% общей площади лесничества и представлены в основном верховыми болотами (95,1%) русского типа – грядово-мочажинные, кустарничково-торфяно-сфагновые, чаще с сосной на грядах [1].

Верхнетоемское лесничество расположено в северной части Русской равнины на Двинско-Мезенском плато. Как видно из рисунка 1, большая часть территории лесничества отнесена к Среднетаежному лесному району таежной зоны европейской части Российской Федерации. Рельеф территории равнинный. Высоты равнины колеблются в пределах 150–180 м над уровнем моря. Выделяется три типа рельефа – ледниковый аккумулятивный, водно-ледниковый аккумулятивный, речной эрозионно-аккумулятивный.

По характеру рельефа все леса Верхнетоемского лесничества относятся к равнинным. Породный состав представлен темнохвойными и светлохвойными среднетаежными лесами, разделенными рекой Северная Двина на два крупных массива. Основными лесообразующими породами в районе выступают ель европейская (35,44%), сосна (30,44%), береза (29,02%) и осина (4,96%) (рис. 2).

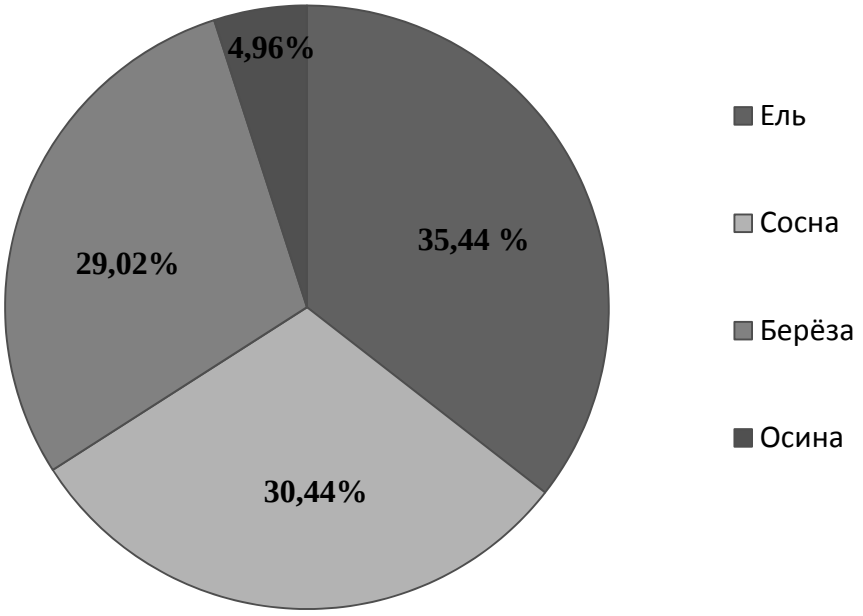


Рис. 2. Распределение основных лесообразующих пород Верхнетоемского лесничества (в процентах)

Из всей покрытой лесом площади Верхнетоемского лесничества доля ценных хвойных насаждений составляет 60,07%, на втором месте мелколиственные породы – 39,93%.

Главной лесообразующей породой лесничества служит ель, которая занимает 35,44% от покрытой лесом площади. Ель произрастает почти на всех типах почв, которые встречаются на территории лесничества. Встречается повсеместно на территории Верхнетоемского лесничества.

Сосна стоит на втором по распространенности месте и занимает 30,44% покрытой лесом площади лесничества. Она менее требовательна к почвенным условиям, произрастает как на сухих песчаных, так и на верховых торфяных болотных почвах. Местами встречается на более богатых супесчаных и легкосуглинистых почвах. Сосна преобладает на придолинной и долинной частях реки Северная Двина лесничества.

На третьем месте березовые насаждения, занимающие 29,02% от площади Верхнетоемского лесничества. Большой удельный вес березы в лесах района объясняется хорошей способностью ее возобновляться семенами и вегетативно. Березовые леса произрастают в лесничестве повсеместно в самых разнообразных условиях: в поймах рек, на песчаных террасах, склонах холмов и заболоченных междуречьях. Насаждения березы сосредоточены в основном на северо-востоке (Сефтренское и Вершинское участковые лесничества), на востоке (Верхнетоемское участковое лесничество) и юго-востоке (Лахомское участковое лесничество) Верхнетоемского лесничества, то есть на правобережье Северной Двины.

Менее одного процента от покрытой лесом площади занимает осина. Все осинники лесничества – вторичные леса, возникшие после сведения ельников

в результате их неправильной вырубки и пожаров. Осиновые насаждения по сравнению с березовыми более требовательны к почвенно-климатическим условиям, но произрастают на всех типах почв, кроме песчаных и болотных.

Также на территории лесничества повсеместно встречаются насаждения ольхи серой в незначительном соотношении с покрытой лесом площадью лесничества. Единично встречается лиственница и кедр.

Гистограмма распределения площади пород по преобладанию на покрытой лесом площади Верхнетоемского лесничества приведена на рисунке 3.

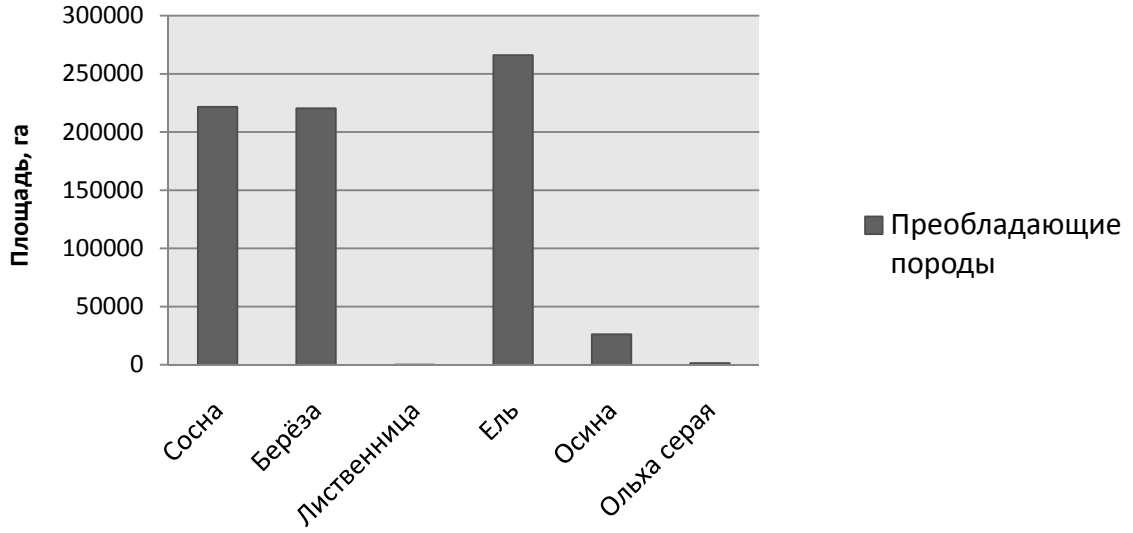


Рис. 3. Распределение площади лесов по преобладающим породам

Часть малонарушенных, редких участков леса и болотных угодий Верхнетоемского лесничества рассматриваются в перспективе для создания заказников регионального ранга – проектируемый ландшафтный заказник Сойгинский. Его значимость заключается в сохранении водно-болотных угодий, а также островных участков леса (спелые и перестойные сосняки) среди болот.

Необходимо проводить ряд мероприятий, направленных на сохранение и восстановление ценных хвойных пород: лесовосстановление, охрана лесов от пожаров, создание сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Целью лесовосстановления в Верхнетоемском лесничестве должны быть высокопродуктивные сосновые и еловые насаждения.

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. – 281с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Попов
Научные руководители: ***Л.Г. Рувинова****, д-р биол. наук, профессор,*
Л.М. Воропай*, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Известно, что целлюлоза является ценным природным сырьём для получения разных видов продуктов, имеющих большое применение. Наиболее востребованным продуктом переработки целлюлозы является бумага, которую получают за счёт гидролизной переработки древесины. При этом образуется большое количество невостребованных отходов, которые складируются на свалках и находятся в лесосеках.

В настоящее время большим спросом пользуются продукты переработки отходов древесины (стружка, опилки, мука), к которым относится арболит – композиционный строительный материал, адсорбенты, а также микроцеллюлоза.

Патентный поиск свидетельствует, что данный продукт глубокого гидролиза древесины имеет большое практическое применение в фармацевтике, медицине и строительной индустрии. Выполненные маркетинговые исследования рынка потребления микроцеллюлозы доказывают, что данный материал относится к материалам группы нанотехнологий, имеет размеры от 5 микрометров до 50 микрометров, в зависимости от способа получения. Материал кристаллической структуры, что его существенно отличает от аморфной целлюлозы, которая существенно уступает микроцеллюлозе по его адсорбционным свойствам, растворимости в воде и растворителях, повышенной механической прочности, высокой проникающей способности в живые клетки организмов. Основное количество микроцеллюлозы на российский рынок поступает из-за границы. Наиболее близлежащим регионом, где в научно-исследовательском центре получают микроцеллюлозу – г. Санкт-Петербург. Микроцеллюлозу получают по ультразвуковой технологии, которая включает озвучивание опилок или муки древесины в растворе азотной или серной кислот [1].

Технология включает два этапа. На первом этапе осуществляют процесс отмывки лигнина в ультразвуковом поле частотой 20–21 кГц. На втором этапе после выделения осадка снова осуществляют обработку в растворе соляной кислоты при температуре 105ºС в течение 15 минут. Однако предложенный способ требует дорогостоящего оборудования для механического измельчения целлюлозы после отмывки в кислоте. При этом получают смешанный фракционный состав микроцеллюлозы с разными физическими и химическими свойствами.

В связи с этим была поставлена цель: разработать технологию ультразвуковой глубокой переработки отходов древесины для получения двух фракций: жидкой (лигноуглеводный экстракт – основа для выращивания кормовых дрожжей) и твёрдой (микроцеллюлоза, которая используется в строительной индустрии, а также медицине и фармакологии).

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Провести патентный поиск и изучить типовые технологии.

2. Экспериментальным путём определить технологические параметры ультразвуковой обработки (время, число кавитации, характер pH-среды, температуры, оптимальные расходные коэффициенты загрузки сырья – соотношение между массами твёрдой и жидкой фракций).

3. Разработать альтернативный вариант замены неорганических кислот на органические, выступающие в качестве катализаторов процессов гидролиза.

4. Исследовать экспериментальным путём состав экстракта древесины, индекс кристалличности целлюлозы, а также выход твёрдой и жидкой фракций.

5. Определить с помощью метода биоиндикации агрессивность полученных продуктов.

6. На полученном экстракте вырастить модельный образец кормовых дрожжей и определить качество микроцеллюлозы по её фракционному составу.

7. Разработать технологию безотходной переработки древесных отходов и внедрить её в производство на предприятии Вологодской области.

При выполнении работы использовали современные физико-химические методы анализа: титриметрический, гравиметрический, микроскопический, фотоэлектрокаллориметрический.

С целью увеличения выхода микроцеллюлозы с более однородным фракционным составом в данной работе предлагается вместо растворов азотной и соляной кислот использовать однокомпанентные буферные растворы – тетраоксалат калия дигидрата, концентрацией раствора 0,05 моль/л, при температуре 25°С. При данной концентрации значение pH растора составляет 1,7 (сильно кислая среда). При увеличении концентрации соли наблюдается увеличение pH-среды в сторону подщелачивания до 6,36. После ультразвукового озвучивания получают две фракции. Жидкий раствор, содержащий лигнин, растворимые концентрации микроцеллюлозы и глюкозу, которую можно использовать, в качестве субстрата для выращивания кормовых дрожжей. Кристаллическую микроцеллюлозу, которая не растворяется в экстракте фильтруют и после экстрагирования в растворе этанола подвергают сушке при температуре 70–80°С и определяют степень её кристалличности [2].

Таким образом, при ультразвуковой обработке отходов древесины в буферном растворе соли тетраоксалата калия получают две фракции: жидкий раствор, который используется для выращивания дрожжей и твёрдую кристаллическую фракцию – микроцеллюлозы.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Определение фракционного состава

№ образца	Время	Число кавитации	% вымывания	Содержание углеводов	Индекс кристалличности
1	5	840	28	21	0,9
2	10	780	39	32	0,92
3	15	720	59	55	0,92
4	20	720	58	55	1,32
5	25	720	58	54	1,74
6	30	710	58	55	1,91

Полученные результаты свидетельствуют, что за счёт замены растворов азотной и соляной кислот на буферный однокомпанентный состав происходит быстрое подкисление раствора, увеличение степени гидролиза и экстрагирования сахаристых фракций и лигнина из отходов древесины, а также увеличивается индекс кристалличности для твёрдой фракции микроцеллюлозы. Максимальный индекс кристалличности начинается при времени озвучивания от 25 до 30 минут и находится в пределах от 1,7 до 1,9. Также исследования показывают, что при увеличении времени озвучивания больше часа наблюдается убыль массы твёрдой фазы микроцеллюлозы и увеличение её содержания в растворе, который служит основой для выращивания дрожжей.

Таким образом, если требуется увеличить выход кристаллической микроцеллюлозы, необходимое время озвучивания составляет в пределах от 20 до 30 минут. При дальнейшем увеличении времени наблюдается рост температуры, увеличивается растворимость микроцеллюлозы и растёт её содержание в жидкой фракции. Данная работа имеет большое практическое значение так как она соответствует стратегии развития Вологодской области до 2030 года за счёт внедрения в производственные циклы экологически чистых технологий, получения новых продуктов переработки древесины, которые являются конкурентами с мировыми аналогами.

1. Донцов, А.Г. Физико-химические методы активации пектинолитических ферментов Часть 3. Применение кальций-содержащих агентов для коагуляционной и адсорбционной очистки полигалактуроназ / А.Г. Донцов. – Бутлеровские сообщения. – 2013. – Т. 34. – № 4. – С. 140-143.

2. Донцов А.Г. Физико-химические методы активации пектинолитических ферментов. Часть 4. Получение высокоактивных препаратов полигалактуроназ / А.Г. Донцов. – Бутлеровские сообщения. – 2014. – Т. 37. – № 3. – С. 97-104.

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОРФА НА ЕГО АДСОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ

М.Ю. Рустамов
Научный руководители: ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент,*
Г.А. Тихоновская*, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Известно, что торф является природным адсорбентом, который используется для очистки техногенных сред от газовых и жидких загрязняющих веществ. В зависимости от его пористости и природного происхождения он может адсорбировать как органические, так и неорганические примеси. Показателем эффективности очистки торфом является степень его адсорбции, которая зависит от клеточного строения и особенностей его химического состава [1], [2].

Гетеропористость торфа, которая является основным показателем определения его адсорбционных свойств, зависит от характера связи между его компонентами. При этом в структуре торфа за счёт длительных процессов торфообразования всегда присутствуют неразложившиеся остатки растений, образующие его минеральный каркас, а также разложившиеся части растений в виде новых соединений гуминовых кислот и других перекисных и надперекисных составляющих.

Согласно литературным данным, выделяют макроструктуру и микроструктуру, которые в свою очередь влияют на свойства торфа, определяющие его адсорбционные свойства: плавучесть, гидрофобность, зольность, намокаемость, влажность, содержание органических компонентов и pH среды.

Цель исследования – экспериментальное определение основных свойств торфа, влияющих на его адсорбционных свойства.

Для выполнения указанной цели решаются следующие задачи:

1. Аналитически литературный поиск.
2. Определение характеристик торфа, влияющих на адсорбционную способность.
3. Анализ полученных результатов и практические выводы.

Выполненные научные исследования свидетельствуют, что при определении адсорбционных свойств торфа исследуется только процесс адсорбции, не проводя предварительных опытов по определению его физико-химических характеристик, с помощью которых можно моделировать процессы сорбции, что является существенной новизной данной работы.

Предметом исследования являются свойства, определяющие его адсорбционные свойства; объект исследования – образцы торфа из торфяников Грязовецкого и Нюксенского районов Вологодской области, где по разному происходят процессы торфообразования за счёт различий видового состава растений.

В ходе работы используются современные физико-химические методы анализа: фотоэлектроколориметрические, титриметрические, гравиметрические и потенциометрические.

На первом этапе работы были приготовлены 12 образцов торфа во влажном состоянии и 12 образцов торфа после предварительной термообработки при интервале температур 105–110°С.

После термолиза экспериментальным путем определяли их характеристики: влажность, зольность, содержание органических соединений и pH среды.

Для определения химических характеристик торфа использовали результаты собственных исследований.

Такие показатели, как влажность, зольность, содержание органических веществ, потенциальную кислотность, определяют на основании стандартных методик. Зольность и содержание органического вещества определяли в соответствии с ГОСТом 27784-88 и ГОСТ 26213-91.

Массу образцов определяли гравиметрическим методом на аналитических весах с точность до 0,001 г. Потенциальная кислотность, зависящая от содержания карбоксильных групп, определяется потенциометрическим методом с помощью иономера.

Влажность и плавучесть определяли гравиметрическим способом в соответствии с методикой ГОСТа 24160-80. Сорбционную ёмкость торфа по отношению к нефтепродуктам определяли гравиметрическим методом. Концентрация катионов кальция определяется титриметрическим способом анализа; концентрацию катионов железа (III) определяют фотометрическим способом на фотоколориметре КФК-2 МП в соответствии стандартной методике с сульфосалициловой кислотой.

Результаты исследования определения влажности, зольности и содержания органических веществ. На рисунках 1, 2, 3 и 4 представлены результаты исследования образцов торфа из Грязовецкого и Нюксенского районов.

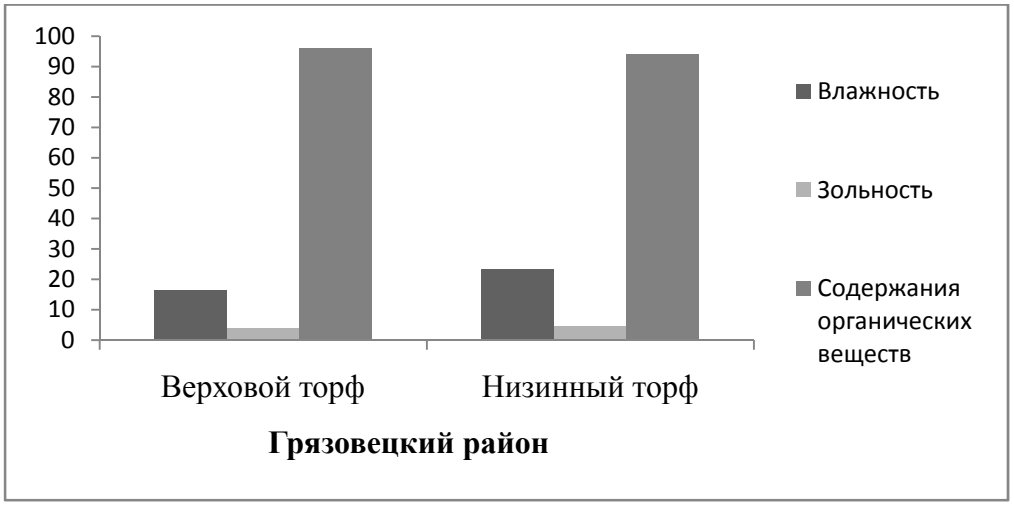


Рис. 1. Характеристики торфа из Грязовецкого района

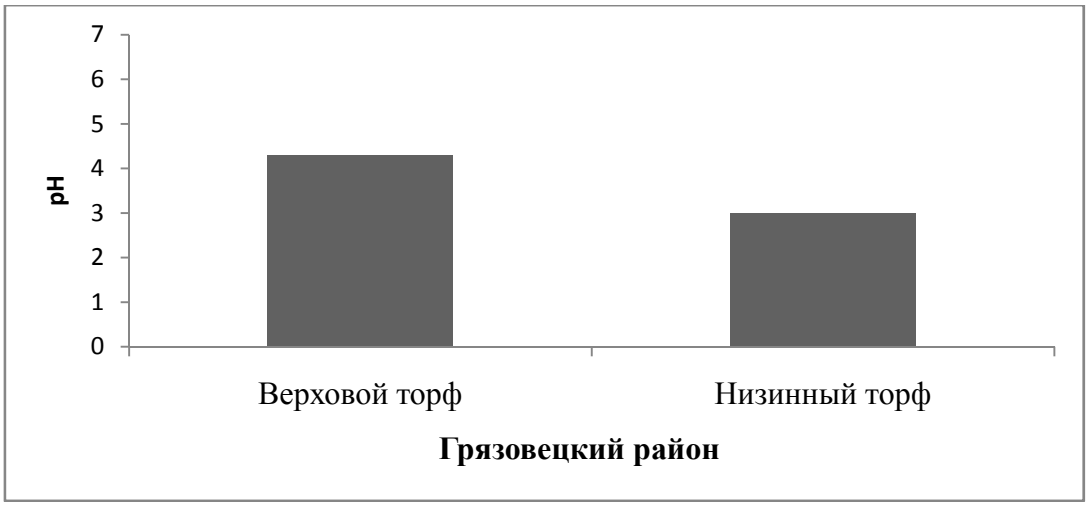


Рис. 2. Характеристики торфа из Грязовецкого района

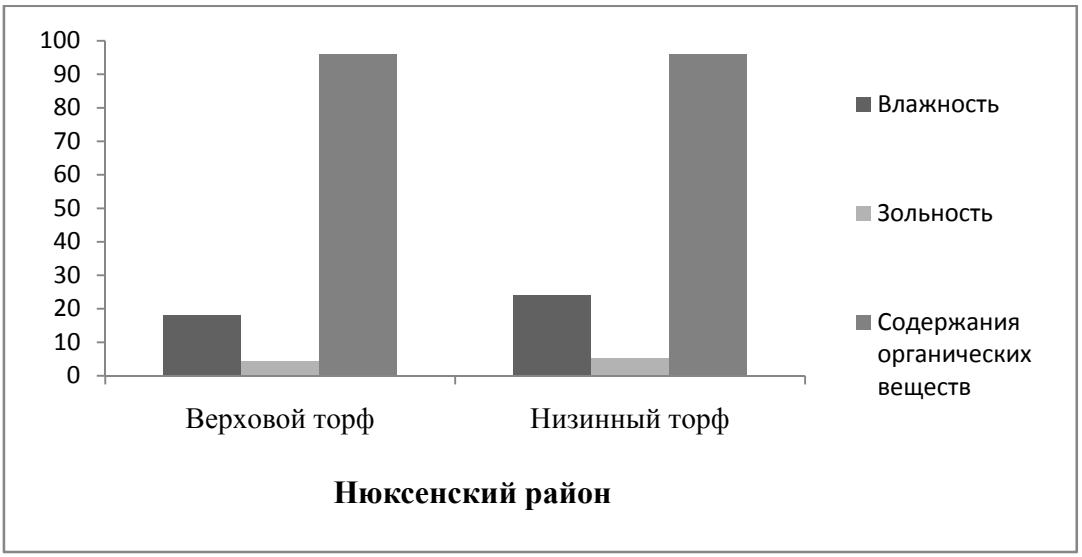


Рис. 3. Характеристики торфа из Нюксенского района

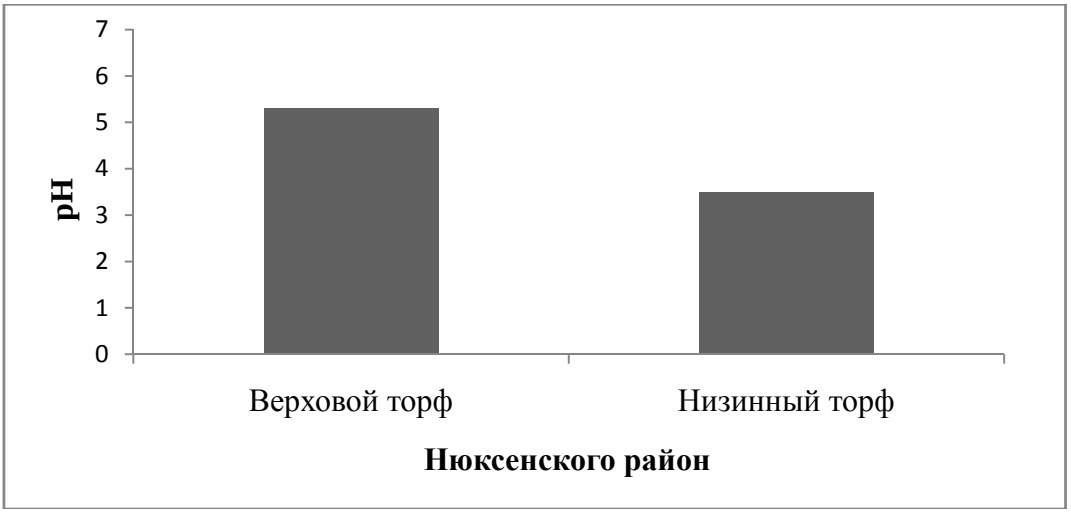


Рис. 4. Характеристики торфа из Нюксенского района

Результаты исследования свидетельствуют, что влажность верхового торфа из Грязовецкого района в среднем составляет 16,545%, влажность низинного торфа 23,26%. Средняя зольность верхового торфа составляет 3,8%, низинного торфа 4,6%; соответственно содержания органических фракции в верховом торфе больше, чем в низинном.

Анализ данных из Нюксенского района свидетельствует, что влажность верхового торфа в среднем составляет 17,91%, низинного – 24,06%; зольность верхового торфа равна 4,24%, низинного – 5,19%; содержание органических веществ в верховом торфе в среднем составляет 95,89%, низинного – 96,05%. Для всех образцов торфа pH водной вытяжки после встряхивания торфа в дистиллированной воде 10 г на 100 $см^3$ из Грязовецкого и Нюксенского районов меньше 7 и имеют кислую среду.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных следует, что значения влажности образцов торфа из Нюксенского района превышает значении образцов из Грязовецкого месторождений торфа. Значение pH образцов торфа из Нюксенского района больше, чем в сравнении образцов из Грязовецкого района, то есть растворы становятся менее кислыми.

1. Новосёлов, Л.Ю. Сорбенты на основе торфа для очистки загрязняющих сред / Л.Ю Новосёлов, Е.Е. Сироткина // Химия твёрдого топлива. – 2008. – № 4. – С. 64-77.

2. Бурмистрова, Т.И. Исследование свойств торфа для решения экологических проблем / Т.И. Бурмистова, Т.П. Алексеева, В.П. Середина // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 157-160.

3. Иванов, А.А. Адсорбционные свойства модифицированного торфа по отношению к органическим соединениям и тяжелым металлам / А.А. Иванов, Н.В. Юдина, А.В. Савельева, Н.В. Сизова // Химия твердого топлива. – 2013 – № 5 – С. 36-39.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕЛЬСКОМ ПОСЕЛЕНИИ ПОДБОЛОТНОЕ

Г.А. Федотовская
Научный руководитель ***С.М. Чудновский****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Присутствие железа в воде крайне нежелательно. Длительное употребление воды с содержанием железа более 0,3 мг/л может привести к развитию различных заболеваний. Такая вода практически непригодна для технического и питьевого применения. Поэтому воду с повышенным содержанием железа необходимо обезжелезивать.

В сельском поселении Подболотное имеется 8 водозаборных скважин. Во всех скважинах наблюдается повышенное содержание железа – 0,5 мг/л. Для решения существующей проблемы возможны 2 варианта:

1. Строительство дорогостоящих водоочистных сооружений с насосными станциями и водоводами, подающими исходную воду на эти станции и отводящими очищенную воду для подключения к сети потребителей.

2. Применение новых патентных разработок ВоГУ для обезжелезивания воды.

Первый вариант решения проблемы экономически не выгоден. Поскольку себестоимость воды может увеличиться в несколько раз, то есть в стоимость воды будут включены затраты на строительство очистных сооружений, насосных станций и водоводы, подающие исходную воду на эти станции и отводящие очищенную воду для подключения к сети потребителей.

Возможен второй вариант решения указанной выше проблемы. На каждую скважину предлагается установить малогабаритные автоматические установки по обезжелезиванию воды. В ВоГУ на данный момент разработано два варианта подобных устройств:

1. Устройство для обезжелезивания подземных вод (рис. 1) [1].

2. Устройство для обезжелезивания воды с утилизацией железа (рис. 2) [2].

Эти установки обладают следующими преимуществами:

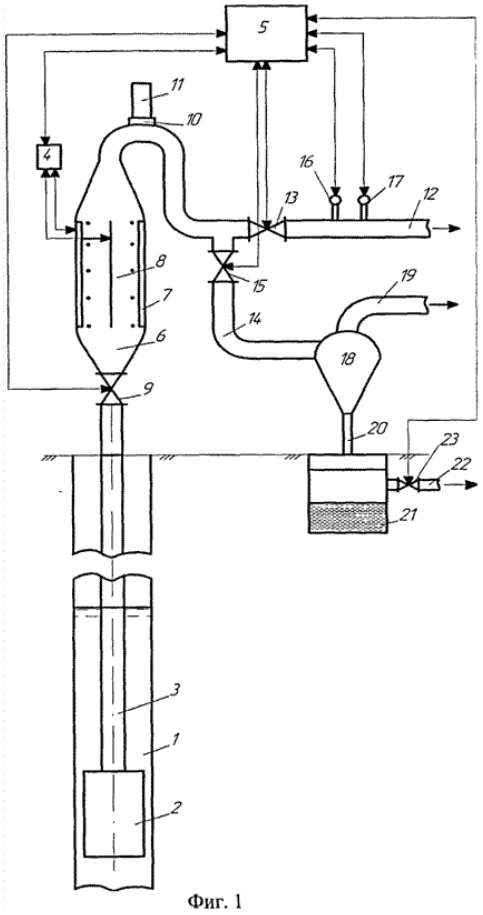
1. Низкая строительная стоимость установок.

2. Низкие эксплуатационные затраты за счет полной автоматизации.

3. Качественная очистка воды от железа.

4. Гибкое автоматическое управление всеми технологическими процессами.

5. Небольшие габаритные размеры.



Фиг. 1

Рис. 1. Устройство для обезжелезивания подземных вод

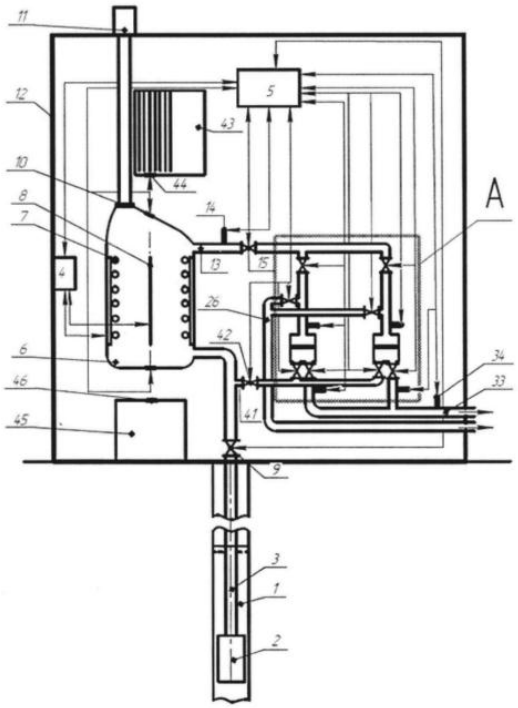


Рис. 2. Устройство для обезжелезивания воды с утилизацией железа

Устройство для обезжелезивания подземных вод (рис. 1) обладает следующими преимуществами:

1. Высокая надежность процесса обезжелезивания воды за счет гибкого автоматического управления.

2. Обеспечивается гарантированное качество очищенной от железа воды независимо от количества ионов железа в исходной воде.

3. Расширяются возможности применения за счет компактности оборудования: появляется возможность устанавливать устройства на каждой водозаборной скважине, при этом отпадает необходимость строительства дорогостоящих водоочистных сооружений с насосными станциями и водоводами, подающими исходную воду на эти станции и отводящими очищенную воду для подключения к сети потребителей.

4. Значительно снижается строительная стоимость устройства за счет его малых габаритов и возможности расположения в существующих павильонах над скважинами.

5. Уменьшаются эксплуатационные затраты за счет полной автоматизации, отсутствия необходимости в использовании расходных материалов (реагенты, мембраны, растворимые электроды) и минимальных затрат электроэнергии на очистку (градиент потенциала 2 В/см, сила тока от 0,01 до 0,07 А).

6. Безотходная технология: попутное получение ценного продукта – гидроксида железа, который является дорогостоящим каталитическим сорбентом нового поколения.

Изобретение можно использовать для питьевого и технического водоснабжения. Устройства могут быть заводского и серийного изготовления.

Устройство для обезжелезивания воды с утилизацией железа обладает следующими преимуществами:

1. Повышение надежности и гарантированного качества подземных вод после обезжелезивания с утилизацией железа в одном корпусе.

2. Расширение возможностей применения устройства за счет компактности оборудования.

3. Обеспечение гибкого автоматического управления всеми технологическими процессами.

4. Уменьшение строительных и эксплуатационных затрат.

Изобретение можно использовать для питьевого и технического водоснабжения при добывании воды из водозаборных скважин, шахтных колодцев и других видов подземных водозаборов.

Из двух предложенных выше вариантов наиболее подходящим является устройство для обезжелезивания воды с утилизацией железа. По сравнению с первым вариантом это устройство обладает следующими преимуществами:

1. Более высока надёжность утилизации железа из воды.

2. Возможность получения прибыли от утилизации железа.

Численность населения сельского поселения Подболотное составляет примерно 1400 человек. Расход воды равен примерно 60 $м^3$/сутки, то есть в месяц расход воды составит 1800 $м^3$. В 1 литре воды содержится примерно 0,5 мг/л железа. Таким образом, в месяц будет утилизироваться примерно 0,9 кг железа. Минимальная стоимость 1 кг такого (пригодного для промышленного использования) железа 500 рублей.

На основании этих расчётов можно сделать вывод о том, что установка устройства для обезжелезивания воды с утилизаций железа наиболее выгодный вариант решения проблемы улучшения качества воды в сельском поселении Подболотное.

1. Патент RU 2501740. Устройство для обезжелезивания подземных вод / С.М.Чудновский, Л.М.Воропай, Г.А.Тихановская, М.Н. Орлова; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет» (ВоГУ) – Опубл.20.12.2013. – Бюл. № 35.

2. Патент RU 2533634.Устройство для обезжелезивания воды с утилизацией железа / С.М. Чудновский, Г.А. Тихановская, Л.М. Воропай, А.Р. Труфанов; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет» (ВоГУ) – Опубл.13.10.2017. – Бюл. № 29.

ОЦЕНКА ПЕЙЗАЖНОЙ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ ГОРОДСКОГО ПАРКА

А.С. Фролов
Научный руководитель ***Ю.М. Авдеев****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Зелёные городские насаждения являются для городской среды источником снижения антропогенного стресса и используются для отдыха населения.

В г. Вологда среди всех зелёных объектов общего пользования следует выделить парк Мира.

Парк Мира расположен в г. Вологда и заложен в 1939 г.

Парк Мира на данный момент является крупнейшим в Вологдеобъектом общего пользования и региональным памятником природы (площадь – 155 га).

Парк Мира – это крупный экологический резерват естественной флоры, виды которой могут проникать в город.

Парк Мира – это интересное сочетание городских фитоценозов и незначительных участков с естественными фитоценозами.

Нами были произведена эколого-эстетическая оценка данного объекта с использованием специальной методики [1, 2].

В парке Мира произрастают различные древесные породы, среди которых сосна обыкновенная, липа мелколистная, клен остролистный, береза повислая и другие, доминантную породу выделить нельзя.

Наличие на территории объекта выпуклого типа склона и слабой степени холмистости даёт возможность говорить о многоплановости рельефа местности.

Красочность косвенным образом оказывает воздействие на степень пейзажной выразительности ландшафта и представляет собой самый активный признак, связанный с антропогенными видоизменениями и акцентами в пейзаже. Данный показатель подвержен изменчивости только один раз за период вегетации и формирует фоновый облик объекта.

Слабая степень холмистости на объекте придаёт склонам выпуклость, поэтому видимость водных объектов является достаточно хорошей.

В парке Мира присутствует водная инфраструктура – река средней величины, которая делает территорию достаточно пригодной для отдыха населения.

Среди всего разнообразия фитоценозов присутствует полуоткрытая форма пространства с наличием куртин из растений и открытых мест.

Таблица 1

Анализ выразительности пейзажа парка Мира

Характеристика выразительности пейзажа парка	Оценка характерных черт
Присутствие доминанты	Имеется
Присутствие многоплановости	Можно выделить 2-3 плана
Живописность	Может изменяться 1 раз в течение роста и развития
Натуральность	Степень изменена
Тип рельефа	Слабо холмистый рельеф
Тип склона	Тип склонов – в большей степени выпуклый
Экспозиция склонов	Больше половины северной, северо-восточной и северо-западной экспозиции
Тип размещения и величина водных объектов	Присутствие средних озёр и рек, а также частых малых ручьёв
Просматриваемость водных объектов	Хорошая просматриваемость: доступный обзор, формируется выразительность пейзажа парка
Характер участков	Полуоткрытый (от 20 до 60%)
Присутствие и вариативность объектов охраны природы	Имеются многообразные объекты охраны природы
Степень и характер изменения	Преобразована рациональным образом
Приспособленность местности для отдыха	Благоприятная
Присутствие типов архитектуры историко-культурного и эстетического значения	Имеется
Присутствие территорий рекреации	Место отдыха эпизодического типа
Степень размещения	Иногда образуются массивы, имеется россыпь рассеянных рощ

Наличие архитектурных элементов культурной и исторической ценности говорит о рациональности в преобразовании ландшафта на территории парка Мира, данный факт также указывает и на низкий показатель девственности массива.

В заключение следует отметить, что степень красочности пейзажного компонента объекта исследований равна 20 баллам, что составляет 66,7 % от всего количества возможно набранных баллов.

1. Хамитова, С.М. Оценка состояния деревьев и показателей почвенного плодородия в кедровых рощах Вологодской области / Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Костин А.Е., Снетилова В.С. // Вестн. КрасГАУ. – 2017. № 12 (135). – С. 190-194

2. Авдеев, Ю.М. Жизненное состояние фитоценозов в урбанизированной среде / Авдеев Ю.М., Попов Ю.П., Хамитова С.М., Швецов П.А. // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 10 (133). – С. 148-153.

ВЛИЯНИЕ АЦЕТАТА МЕДИ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН *Alisma Plantago-Aquatica* L.

И.А. Харева
Научный руководитель ***Н.А. Пакляшова****, канд. биол. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Тяжелые металлы (ТМ) представляют серьезную угрозу для биоты, оказывая токсическое действие на организмы, включая растения [1]. Приспособление толерантных видов растений к загрязнению окружающей среды происходит на основе изменения их морфологических и физиологических признаков. Именно поэтому важно изучать влияние ТМ на растение на самых ранних этапах развития, когда происходит закладка органов и формирование будущего растения [2].

Медь – один из элементов минерального питания, который обеспечивает успешное развитие растения. При избыточных концентрациях в среде ионы меди оказывают губительное действие. Особенно восприимчивы к избытку меди молодые ткани и органы. Токсическое действие металла проявляется в виде: хлорозов, ингибирования роста корней и побегов, снижается уровень биосинтеза хлорофилла, изменяется белковый состав хлоропластов, ингибируется транспорт электронов по фотосинтетической цепи [1; 4].

Целью данной работы является изучение влияния различных концентраций ацетата меди на прорастание семян частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.).

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Определить различные показатели прорастания семян частухи подорожниковой: лаг-время, лабораторная всхожесть, период прорастания, энергия прорастания и максимальная скорость прорастания.

2. Сравнить различные показатели прорастания семян при концентрациях ацетата меди: 1, 10, 25, 50, 100, 250, 500 мг/л.

3. Описать влияние ацетата меди на некоторые морфологические особенности проростков: длину главного корня и длину семядоли.

Эксперимент проводили на базе кафедры биологии Череповецкого государственного университета в феврале 2018 года в сотрудничестве с лабораторией высшей водной растительности Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН.

Семена частухи подорожниковой были собраны на мелководьях Рыбинского водохранилища в окрестности поселка Борок (Ярославская обл.) в сентябре 2015 г. После холодной влажной стратификации в течение 4 месяцев семена проращивали в люминостате в чашках Петри диаметром 90 мм (по 50 семян в каждой).

При постановке эксперимента в чашку Петри помещали фильтровальную бумагу, смоченную раствором $Cu(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ в размере 15 мл в различных концентрациях: 1, 10, 25, 50, 100, 250, 500 мг иона металла/л (далее мг/л), а в контрольные – дистиллированная вода. Для проращивания семян были соблюдены следующие параметры: температура 20–26°С, освещенность – 3200 λк, фотопериод – длина светового дня 9 ч. Опыт проводился в трехкратной повторности. Общее время проведения эксперимента – 15 суток.

В течение эксперимента проводили ежедневный учет показателей прорастания семян: лаг время (L) – период времени между началом постановки эксперимента и началом прорастания семян; энергия прорастания (E) – процент проросших семян на 7 сутки (условно принятый день); период прорастания (P) – количество дней, в течение которых семена прорастают; лабораторная всхожесть – (Gfin) – процент проросших семян в конце эксперимента; максимальная скорость прорастания (Gmax) – максимальная часть прорастающих семян, которые проросли за один день [3].

В конце эксперимента замеряли морфологические показатели проростков: длину семядоли и главного корня.

Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel. Данные представлены в виде средних значений и их ошибок. Достоверность различий величин оценивали по критерию Стьюдента. Корреляция определялась с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

В ходе проделанной работы были получены и проанализированы следующие показатели прорастания семян частухи подорожниковой, находящихся под влиянием ацетата меди (табл. 1).

Таблица 1

Влияние ацетата меди на основные показатели прорастания частухи подорожниковой

Концентрация ацетата меди, мг/л							
0 (контроль)	1	10	25	50	100	250	500
Лаг-время, сут							
1±0	1,7±0,58	1,3±0,58	1±0	1±0	1,3±0,58	1,3±0,58	1,7±0,58
Энергия прорастания, %							
15,33±3,05	18±10,58	20,66±6,11	41,33±5,03	49,33±13,31	71,33±20,53	61,33±12,05	63,33±4,16
Период прорастания, сут							
4,33±1,15	3,33±0,58	5±1,73	4,66±0,58	8±5,29	10±4,36	8,33±4,04	5,66±0,58
Лабораторная всхожесть (конечное прорастание), %							
15,33±3,05	18±10.58	20,66±6,11	41,33±5,03	50±14,42	76±23,06	63,33±12,22	63,33±4,16
Максимальная скорость прорастания, сем/сут							
3±1	5,33±4,36	4,33±3,21	10±4	9,67±1,15	13,33±4,04	11,66±1,53	16,33±2,31

Прорастание семян в концентрациях 25, 50 мг/л и контроле проходило одинаково, лаг-время составило 1 сутки. В концентрациях 10, 100 и 250 мг/л лаг-время – 1,3 суток. В концентрации 1 и 500 мг/л – 1,7 суток. Зависимость между повышением концентрации ацетата меди и изменением параметра «лаг-время» не выявлена. Это свидетельствует о нормальном дозревании семян и способности их к прорастанию при воздействии ацетата меди (табл. 1).

Энергия прорастания возрастала до концентрации 100 мг/л. Статистически достоверные значимые различия данных были отмечены между контролем и концентрациями 25, 100, 250 и 500 мг/л. Наблюдали наличие слабой прямой связи (r=0,39) между концентрацией соли и энергией прорастания. Чем выше концентрация, тем больше энергия прорастания семян (табл. 1).

Период прорастания в концентрации 1, 10, 25 и 500 мг/л незначительно отличался от контрольных. В концентрациях 50, 100, 250 мг/л по среднему значению наблюдали увеличение данного показателя. Статистически значимых различий между контролем и всеми исследуемыми концентрациями не выявлено, поэтому зависимости между периодом прорастания и повышением концентрации не обнаружили (табл. 1).

На основании эксперимента, мы можем предположить, что действие ацетата меди в концентрации 1, 10, 25 не агрессивно. Оно не вызывает значимого торможения начального этапа онтогенеза и выхода семян из состояния покоя.

Максимальная лабораторная всхожесть семян была зафиксирована при концентрации 100 мг/л, что больше контроля в 5 раз. При дальнейшем повышении концентрации наблюдали незначительный спад показателя. Статистически достоверно значимые различия данных наблюдали при концентрациях 25, 100, 250 и 500 мг/л. Нами отмечена слабая прямая зависимость (r=0,35), чем выше концентрация ацетата меди, тем больше показатель «лабораторная всхожесть». Пороговое значение ацетата меди нами не было установлено, т.к. это возможно только при исследовании более высоких концентраций от 500 мг/л.

Между максимальной скоростью прорастания и повышением концентрации выявили среднюю прямую зависимость (r=0,65). Чем выше концентрация ацетата меди, тем больше максимальная скорость прорастания (табл. 1). Достоверно значимые значения в концентрациях 25, 100, 250 и 500 мг/л. По исследованию предыдущих показателей можно сделать вывод, что высокие концентрации ацетата меди 100, 250 и 500 мг/л являются стимуляторами прорастания семян.

Анализируя морфологические показатели проростков, установили слабую обратную зависимость (r=-0,42) между концентрацией соли и длиной корня. Чем выше концентрация ацетата меди, тем меньше длина корня. Обнаружили сильную обратную зависимость (r=-0,82) между концентрацией соли и длиной семядоли. Чем выше концентрация ацетата меди, тем меньше длина семядоли (рис. 1).

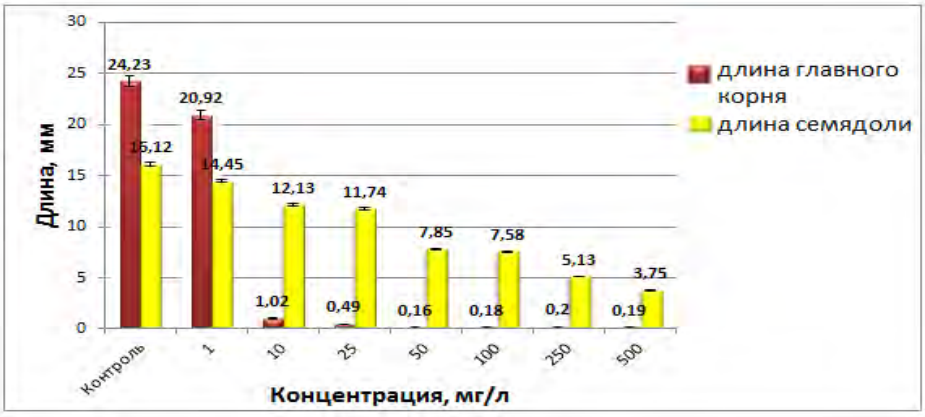


Рис. 1. Длина главного корня и семядоли Alisma plantago-aquatica L.

Соли ацетата меди подавляют нормальное развитие морфологических органов частухи подорожниковой во всех концентрациях, кроме концентрации 1 мг/л. Начиная с концентрации 10 мг/л, у проростков наблюдали хлороз и некроз некоторых органов (главный и придаточные корни, семядоля, первый и второй лист). При концентрации 250 и 500 мг/л отмечали некроз и хлороз всех органов проростка.

Таким образом, по результатам наблюдений были получены данные о влиянии ацетата меди на прорастание семян частухи подорожниковой:

1. Определены показатели прорастания семян частухи подорожниковой: лаг-время от 1 до 2 суток; энергия прорастания от 15,33 до 71,33%; период прорастания от 3,33 до 10 суток; лабораторная всхожесть от 15,33 до 76%; максимальная скорость прорастания от 3 до 16,33 сем/сут.

2. Зависимость между повышением значений показателя и повышением концентрации установили для следующих показателей: лабораторная всхожесть – слабая прямая зависимость; максимальная скорость прорастания – средняя прямая зависимость; энергия прорастания – слабая прямая зависимость.

3. Соли ацетата меди подавляют нормальное развитие морфологических органов частухи подорожниковой во всех концентрациях. Между концентрацией соли и длиной корня проростков – слабая обратная зависимость, между концентрацией соли и длиной семядоли – сильная обратная зависимость.

1. Ипатова, В.И. Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды / В.И. Ипатова. – Москва: Гравикон – принт, 2005. – С. 224.

2. Капитонова, О.А. Влияние возрастающих концентраций кадмия и свинца на некоторые виды водных макрофитов / О.А. Капитонова // Экология. – 2001. – № 3. – С.74-82.

3. Руднева, Н.А. Тяжелые металлы и микроэлементы в гидробионтах Байкальского региона / Н.А. Руднева. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2001. – 155 с.

4. Yruela, I. Copper in Plants: Acqusition, Transport and Interactions / I. Yruela // Funct. Plant. Biol. – 2009. – V.36. – P. 409-430.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ БАБУШКИНСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.П. Чежина
Научный руководитель ***А.И. Труфанов****, канд. геол.-минерал. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Подземные воды Бабушкинского района относятся к северо-восточной части Московского артезианского бассейна (приуроченного к одноимённой синеклизе), на стыке его с Северо-Двинским и Волго-Камским бассейнами стока. В свою очередь, все три бассеина являются частью Восточно-Русского артезианского бассейна и имеют между собой тесную взаимосвязь. Подземные воды находятся в различных толщах пород. Среди всех пластов можно выделить воды рыхлых четвертичных и дочетвертичных (коренных) отложений.

Воды четвертичных отложений

В разрезе четвертичных отложений чередуются толщи относительно водоупорных моренных суглинков и водопроницаемых межморенных песков [1]. В восточной части района пески и супеси начинают иметь подчиненное значение, их распространение становится невыдержанным как по площади, так и в разрезе.

Водоносный комплекс современных болотных отложений приурочен к торфяникам. Воды пресные, с сухим остатком до 102 мг/л, гидрокарботаные или хлоридно-гидрокарботаные натриевые с повышенным содержанием хлора, вызванным природным загрязнением болотных вод.

Водоносный горизонт верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений приурочен к разнозернистым, часто глинистым, пескам мощностью до 24 м. Воды пресные, гидрокарбонатные. Используются для водоснабжения сельских населённых пунктов.

В долинах стока ледниковых вод выделяется водоносный горизонт флювиогляциальных отложений московского ледниковья. Глубина залегания 0,4–10 м. На склонах долин отмечаются многочисленные родники с дебитом до 6 л/с. Данные воды могут использоваться для водоснабжения мелких населённых пунктов.

Воды днепровского и московского водоносных комплексов гидрокарбонатные, магниево-кальцевые. Жёсткость увеличивается от запада к востоку. Уровень воды в колодцах 4–16 м, используются для частного водоснабжения.

Воды окско-днепровского комплекса обладают напором (в колодцах их уровень зафиксирован на глубине 4,3–7,7 м). На склонах речных долин наблюдаются выходы восходящих родников, распространеных неравномерно.

Воды дочетвертичных отложений

Большее значение имеют воды верхней перми. Они широко распространены (особенно водоносный комплекс сухонской свиты татарского яруса) [2]. Водовмещающие породы – мергели, алевролиты, доломиты, пески и песчаники мощностью от 8,2 до 80,7 м. Глубина залегания уровня воды колеблется от 8,2 до 80,7 м. В долинах рек Шарженьги, Ляменьги, Юзы, где сухонская свита выходит на дневную поверхность, наблюдаются выходы родников с дебитом 10–16 л/с. Химический состав вод непостоянен. В колодцах и родниках воды пресные, гидрокарботаные с минерализацией до 0,4 г/л. В пределах Куножо-Кичменгского вала жёсткость достигает 5–16 мг*экв, а при увеличении минерализации вод карбонатный состав меняется на сульфатный. В долине реки Ляменьга, где наблюдается процесс карстообразования, жёсткость воды местами достигает до 30 мг*экв. Эти воды имеют наибольшее значение для человека, т.к. они в большей степени используются для центрального водоснабжения, несмотря на высокую жёсткость. Воды, залегающие ниже, естественно загрязнены сульфатами, образующимися в результате растворения гипса и повышением минерализации. Например, ниже сухонских вод воды нижнеустьинского комплекса имеют минерализацию до 4,9 (солоноватые). Низлежащие казанский и сакмарский водоносные комплексы повсеместно солоноватые (минерализация вод сакмарского комплекса до 68 г/л, хлоридно-натриевые с глубиной залегания кровли 390–530 м). Более глубокие водоносные комплексы на данной территории не изучены.

Минеральные воды

Изученная территория богата минеральными водами, преимущественно связанными с верхнепермскими отложениями. На территории Бабушкинского района много минерализованных вод, но они не отличаются разнообразием. По составу они хлоридные или хлоридно-сульфатные:

$$Br0{,}137;\ J0{,}006M\,51{,}7\frac{Cl84SO_4 15}{\overline{Na84}}.$$

С давних времён на территории с. им. Бабушкина (ранее Леденгское) был развит соляной промысел. Суммарный вотоотбор в Леденгском солёных вод ранее составлял 340 м^3/сут. До сих пор в качестве музейных экспонатов сохранились колодцы, из которых брали солёные воды для выпаривания соли. На данный момент в с. им. Бабушкина действует санаторий «Леденгск», где применяется лечение минеральными водами и иловой грязью из русел ручьев, которые питаются рассоловыводящими скважинами.

Угличский тип вод обнаружен в д. Андреевская, на глубине 41–62 м:

$$M\,4{,}1\ \frac{SO_4 80Cl16}{Na45Ca39Mg16}.$$

Они приурочены к отложениям северодвинского горизонта. Повышенная степень минерализации обуславливается подтоком на данном участке глубокозалегающих вод по тектоническим нарушениям.

Бальнеологическими свойствами обладают воды не только западной части района, но и восточной. В д. Жубрино на глубине от 38 м встречаются солоноваты воды сульфатно-кальциевого состава с минерализацией 5,2 г/л:

$$M5{,}2\frac{SO_4 68 Cl 29}{Na 44 Ca 53 Mg 23}.$$

Народохозяйственное значение подземных вод

Для водоснабжения могут использоваться водоносные комплексы среднечетвертичных днепровско-московских отложений, северодвинско-вятских и сухонских отложений верхней перми. Имеющихся источников хватает для водоснабжения маленьких и средних населённх пунктов, располагающихся на территории Бабушкинского района. Для организации крупного водоснабжения ресурсов подземных вод недостаточно. (В некоторых населённых пунктах вскрыты солоноватые воды, которые не могут использоваться в хозяйственно-питьевых целях). С другой стороны, это даёт возможность использовать солёные воды не только для водоснабжения, но и в бальнеологических целях (санаторий «Леденгск»), а крепкие рассолы могут быть отнесены к минеральным промышленным водам (по содержанию брома и магния), но в силу больших трудностей и затрат в ходе их извлечения в настоящее время добывать их экономически невыгодно [3].

В целом в подземных водах Бабушкинского района отсутствуют загрязнения (кроме небольшого уровня превышения содержания железа, вызванного природных загрязнением, проявляющегося локально), лишь в восточной части района воды, использующиеся для питьевого водоснабжения, имеют повышенную жёсткость. Крупных источников подземных вод нет, но так как на территории района населённые пункты только сельского типа, имеющихся источников хватает для обеспечения их водоснабжения.

1. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Лист О-38-II. Пояснительная записка / сост.: В.П. Гей и др.– Москва, 1989. – С. 126-137.

2. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Лист О-38-III. Пояснительная записка / сост.: Н. Г. Курбатова и др. – Москва, 1978. – С. 65-71.

3. Николаев, Ю.В. Распределение и формирование ресурсов подземных вод Вологодской области / Николаев Ю.В. // Лебедевские чтения к столетию со дня рождения В.В. Лебедева: сб. науч. тр. / ред.: А.И. Труфанов, Е.А. Скупинова. – Вологда: Русь, 1994. – С. 118-134.

ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

М.А. Шешерина
Научный руководитель ***С.М. Хамитова****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Защита окружающей среды – составная часть концепции устойчивого развития человеческого общества, означающая длительное непрерывное развитие, обеспечивающее потребности ныне живущих людей без ущерба удовлетворению потребностей будущих поколений.

Загрязнением компонента природы (атмосферы, воды, почвы) обычно считают привнесение в среду новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов или превышение естественного среднемноголетнего уровня этих агентов в среде. Загрязнителем могут быть любой физический агент, химическое вещество или биологический вид (в основном – микроорганизмы), попадающие в окружающую среду или образующиеся в ней в количествах, выше естественных.

Загрязнением окружающей среды можно назвать изменение качества среды, способное вызвать отрицательные последствия. По происхождению загрязнения делят на природные, вызванные естественными, часто аномальными процессами в природе, и антропогенные, связанные с деятельностью человека.

Данные агрохимической науки и передовой опыт показывают, что применение удобрений, особенно на почвах невысокого естественного плодородия, облегчает решение многих проблем, включая и экологические. К последним в первую очередь следует отнести стабилизацию производства продуктов питания как одно из основных условий благополучия человеческой жизни. За счет научно обоснованной системы удобрений может быть повышенно качество продукции и обеспечено воспроизводство почвенного плодородия.

Рост продуктивности сельскохозяйственных угодий на основе химизации земледелия дает возможность отказаться от эксплуатации эрозионно опасных земель. Уменьшению почвенной эрозии способствует и применение органических удобрений. Положительные последствия для окружающей среды имеет использование в качестве удобрения сапропеля и различных органических отходов человеческой деятельности.

Однако все сказанное не означает, что применение удобрений не связано с экологическим риском в принципе. Напротив, известно значительное число случаев загрязнения почвы, водоисточников, атмосферы и растительной продукции в районах интенсивной химизации. И хотя все они являются следствием грубого нарушения нормативных требований по использованию удобре-

ний, агроном обязан отчетливо представлять основные источники загрязнения природной среды и меры его предотвращения.

Под загрязнением почвы понимают любое не связанное с почвообразовательным процессом действие, ведущее к нарушению её физических, химических и биологических функций. Как правило, сильное загрязнение почв связано с деятельностью промышленных, военных и транспортных объектов. Но не является исключением и загрязнение удобрениями, главным образом за счет их фитотоксичных примесей: фтора, хлора, тяжелых металлов, радиоактивных изотопов [29].

В нашей стране обязанность по охране почв от загрязнения возложена на землепользователей, а контроль за содержанием токсикантов – на государственную агрохимическую службу. При этом для оценки экологической ситуации используют соответствующие регламенты, в частности «Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве».

Превышение предельных концентраций тяжелых металлов ведет к выводу почв из сельскохозяйственного использования. Несоблюдение этого требования может стать причиной загрязнения растительной продукции.

Основные мероприятия по защите почв от загрязнения сводятся к производству удобрений, свободных от вредных примесей, укреплению и модернизации сельского хозяйства, строгому соблюдению научных основ системы удобрений (оптимальных доз, соотношений и видов удобрений, приемов, способов и сроков их внесения), регламентированному использованию в качестве удобрений различных промышленных и промышленно-бытовых отходов.

В результате инфильтрационного и поверхностного стоков часть вносимых в почву удобрений попадает в грунтовые воды и наземные водоемы. Исследование показали, что основная часть растворимых соединений фильтруется в грунтовые воды в зимнее время. Концентрация инфильтрационного стока зависит от интенсивности применения удобрений и степени покрытости полей растительностью.

В наземные водоемы различные компоненты удобрений могут попасть вследствие эрозионного смыва мелкозема и разнообразных потерь при их перевозках и хранении. Загрязнителями в данном случае являются не только растворимые, но и малоподвижные соединения (органические вещества, фосфаты и др.). Основной объем поверхностного стока приходится на период интенсивного весеннего таяния снега. Его концентрация также сильно зависит от удобренности полей и наличия или отсутствия растительного покрова. Систематический смыв в наземные водоемы биогенных элементов почвы и удобрений может привести к их эвтрофикации. Основными стимуляторами этого процесса являются нитраты и фосфаты.

Мероприятия по предупреждению загрязнения водоисточников должны предусматривать:

- строгое соблюдение требований по транспортировке и хранению удобрений, исключающее их попадание в наземные и грунтовые воды;

- полное и своевременное внесение в почву всего накапливаемого хозяйством навоза;

- ограничение осеннего и ранневесеннего внесения удобрений;

- отказ от использования необоснованно высоких доз азотных удобрений (более 100–120 кг/га), усиливающих вымывание большинства биофильных элементов;

- борьбу с почвенными эрозией и постепенный переход к контурному и ландшафтному земледелию на склоновых землях;

- совершенствование ассортимента минеральных удобрений (внедрение медленнодействующих азотных, бесхлорных калийных, обесфторенных фосфорных) [1].

Хотя основными виновниками загрязнения атмосферы являются транспорт, промышленные и коммунальные предприятия, сельскохозяйственная деятельность в целом и использование удобрений в частности тоже сопровождается выбросами в воздушную среду различных соединений азота, углевода, серы, а порой и вредных микроорганизмов.

К серьезным локальным загрязнителям атмосферы относятся крупные животноводческие комплексы с их хранилищами навоза, особенно бесподстилочного. Выбросы этих объектов содержат аммиак, оксиды азота и углевода, сероводород, метан, много микроорганизмов.

Полностью предотвратить денитрификацию нитратов почвы и удобрений невозможно. Замедлить же этот процесс, зная стимулирующие его условия, вполне реально. Факторами усиленной денитрификации являются: щелочность среды, ее переувлажнение и уплотнение, повышенные температуры, высокие разовые дозы нитратных удобрений, длительное отсутствие на почве растительного покрова. Соответственно, мероприятия, препятствующие созданию комплекса таких условий, и будут определяющими в снижении денитрификационных потерь азота почвы и удобрений.

Кроме того, денитрификацию тормозит запашка в почву богатого клетчаткой материала: сломы, пожнивных остатков, соломистого навоза.

Особую опасность для человека представляет загрязнение токсикантами растительной продукции. Непосредственное отношение к удобрениям могут иметь такие вредные соединения, как нитраты, нитриты, фтор, тяжелые металлы.

На сегодняшний день наиболее существенное значение имеет проблема нитратного загрязнения продукции. Высокая концентрация нитратов и нитритов может быть обусловлена разными причинами: влажной холодной погодой в период вегетации, биологическими особенностями растений, несбалансированностью питания и др. Однако достоверно установлено, что избыточное азотное питание почти всегда ведет к увеличению содержания нитратов в

продукции. Причем не имеет принципиального значения, какими видами удобрений создается избыток азота – минеральными или органическими.

Контроль за содержанием нитратов, нитритов и других токсических веществ в сельскохозяйственной продукции осуществляют государственные агрохимические и санитарно-эпидемиологические станции.

Исследование причин и факторов загрязнения различных природных сред, а также анализ, систематизация при выборе информации по данному вопросу могут быть полезны для обучающихся вузов [2].

1. Астанин, А.П. Охрана природы / А.П. Астанин. – Москва: Колос, 1985. – 288 с.

2. Ветошкин, А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды / А.Г. Ветошкин. – Москва: Высш. шк., 2008. – 397 с.

Секция «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

ОБ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ОРНИТОФАУНЫ Г. ВОЛОГДЫ

Л.Н. Баданина
Научный руководитель ***А.А. Шабунов****, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для анализа современного состояния орнитофауны и тенденций её динамики (в том числе и на территории г. Вологды) важно проанализировать исторические данные. К сожалению, исторические сведения о птицах города Вологды весьма фрагментарны, однако и они представляют большой интерес. Целью данной работы является поиск и анализ исторических сведений об орнитофауне г. Вологды. Источником информации являются научные и иные публикации, содержащие данные о птицах. К настоящему времени обнаружено 50 источников.

Вероятно, первые упоминания о птицах вблизи г. Вологды относятся ко второй половине XVIII века. В работе А.А. Засецкого [10] отмечены птицы из 26 родов. В начале XIX века наблюдения за климатом, растительным и животным миром г. Вологды проводил А. Фортунатов. Им отмечены сроки прилета жаворонка и сизой чайки [30]. Краткие фенологические сведения о птицах содержатся в характеристике климата в публикациях Н.Я. Данилевского [8] и Н.А. Иваницкого [18]. Отмечены сроки прилета у грача, жаворонка, ласточки и соловья, указаны для города и окрестностей 20 видов. В. Попов [26], описывая дорогу из города Вологды в Прилуки, указывает на колонию грачей на территории Спасо-Прилуцкого монастыря. В XX веке сведений по птицам города значительно больше, но все они содержат лишь фрагментарную информацию. В 1910 г. в работе В.Д. Андреева и В.Л. Бианки [2] упоминаются грачи, которые гнездятся колониями в городе.

В 1920-х годах В.Я. Масленниковым публикуются фенологические наблюдения, в том числе и за птицами. Отмечены сроки прилета массовых видов птиц [24], [25]. О зимующих птицах города и наблюдениях за ними пишет Н. Соколов [28], отмечая приспособляемость птиц к зимним условиям (февраль–март) на примере домовых и полевых воробьев, большой синицы, снегирей, чечеток, щеглов, ворон, галок, сизых голубей. Обобщающие работы по фенологии (наблюдения с 1890 по 1960 год) выполнены В.Ф. Дягилевым [9], А.К. Авдошенко [1], где отмечены фенологические даты у 15 видов птиц.

В 1928–1936 гг. проводились наблюдения за миграциями гусеобразных на территории Вологодской области, в том числе в г. Вологде (отмечены сроки пролета и направления миграций) [29]. В 1938–1953 гг. М.И. Зехновым проводилось изучение паразитов серой вороны, галки, грача. Опубликованы сведения о видовом разнообразии эндо- и эктопаразитов, их сезонной и возрастной динамике [11–17]. В обзоре орнитофауны Вологодской области Т.А. Воропанова и Н.Н. Кочин указывают для региона 232 вида, отмечая для г. Вологды сапсана, филина, обыкновенную иволгу [7]. В 1957 г. В.А. Савиновым [27] составлена «Зоологическая экскурсия в окрестностях города Вологды», в которой автор отмечает 49 видов, в том числе редких в настоящее время, например белую лазоревку. При анализе динамики авифауны Вологодской области В.Г. Лебедев [23] указывает для г. Вологды кольчатую горлицу (15 пар в 1978 г., 180 пар в 1984 г., в настоящее время исчезла) и серую ворону, отмечая увеличение её гнезд на 50% в 1985 г. по сравнению с 1984 г. В 1990 г. В.Е. Киселевыми Н.В. Груздевой [20, 21] опубликованы работы об экологических группах птиц г. Вологды. В работах А.А. Шабунова [31, 32] анализируется орнитофауна г. Вологды как показатель его санитарного состояния. Интерес представляет публикация В.В. Брунова и Н.М. Котова о населении птиц центральной части города Вологды [4]. Это едва ли не единственные данные о численности птиц города. В городе зарегистрированы редкие в регионе виды, занесенные в Красную книгу Вологодской области: ястребиная славка, гаршнеп, воробьиный сычик и желтоголовая трясогузка [22].

В течение длительного времени студентами Вологодского государственного университета проводятся исследования орнитофауны города в рамках выполнения выпускных квалификационных работ. Результаты некоторых исследований опубликованы [3], [5], [19]. Отмечается, что в городе Вологда зарегистрировано 127 видов птиц.

Анализируя исторические данные по птицам г. Вологды, отмечаем, что орнитофауна в городе изучена слабо. Большинство работ содержат лишь фрагментарные сведения по фауне, численности, биологическим и экологическим особенностям птиц. Чаще всего между исследованиями значительны временные промежутки, что не позволяет проследить динамику орнитофауны города, однако даже незначительные сведения представляют ценность.

1. Авдошенко, А.К. Фенологический календарь города Вологды / А.К. Авдошенко // Природные условия и ресурсы юга центральной части Вологодской области [Учёные записки Ленинградского государственного педагогического института им. А.И. Герцена. Т. 408]. – Вологда, 1970. – С. 315–326.

2. Андреев, В.Д. К авифауне Усть-Сысольского уезда Вологодской губернии / В.Д. Андреев, В.Л. Бианки // Ежегодник Зоологического музея Академии наук. – 1910. – Т. 15. – Вып. 2. – С. 247–253.

3. 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, 2015. – Т. 1. – С. 476–478.

4. Брунов, В.В. Сезонная динамика и индикаторная роль населения птиц при мониторинге городской среды (на примере центра г. Вологды) / В.В. Брунов, Н.М. Котов // Вузовская наука – региону: Материалы областной научно-практической конференции. – Вологда, 2000. – Т. 2. – С. 65–67.

5. Вилкова, Н.В. Роль водотоков в формировании орнитофауны города Вологды / Н.В. Вилкова, Н.А. Мишенёва // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции: в 3-х т. – Вологда: ВоГУ, 2015. – Т. 1. – С. 485–486.

6. Вологодская область // Календари природы Северо-Запада СССР 1939–1960 гг. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1965. – С. 32–35.

7. Воропанова, Т.А. К изучению птиц Вологодской области / Т.А. Воропанова, Н.Н. Кочин // Учёные записки Вологодского государственного педагогического института им. В.М. Молотова. – Вологда, 1954 [на обл. 1955]. – Т. XV, естественно-географический. – С. 321–351.

8. Данилевский, Н.Я. Климат Вологодской губернии / Н.Я. Данилевский // Записки Императорского Русского географического общества. – Санкт-Петербург: Типография Императорской Академии Наук, 1853. – Кн. IX. – С. 1–224.

9. Дягилев, В.Ф. Школьные фенологические наблюдения и календарь природы г. Вологды / В.Ф. Дягилев. – Вологда: Красный Север, 1949. – 40 с.

10. Засецкий, А.А. Исторические и топографические известия по древности о России и частно о городе Вологде и его уезде, и о состоянии оного поныне, из разных печатных и рукописных российских и иностранных книг и из собственных примечаний, собранные и сочиненные Алексеем Александровым сыном Засецким, 1777 году, а потом от него же с дополнением исправлены по 1781 год / А.А. Засецкий. – Москва: Университетская типография Н. Новикова, 1782. – 87 с.

11. Зехнов, М.И. Адаптивные явления в размножении пухоедов галки (*Coloeusmonedula* L.) / М.И. Зехнов// Зоологический журнал. – 1950. – Т. XXIX. – Вып. 5. – С. 478–480.

12. Зехнов, М.И. Адаптивные явления у перьевых клещей галки / М.И. Зехнов// Доклады АН СССР. –1946. – Т. LI. – № 7. – С. 559–561.

13. Зехнов, М.И. Возрастные изменения в зараженности грача (*Corvusfrugilegus* L.) эндопаразитами / М.И. Зехнов// Зоологический журнал. – 1947. – Т. 26. – Вып. 2. – С. 133–142.

14. Зехнов, М.И. Возрастные изменения гельминтофауны серой вороны (*Corvuscornix* L.) / М.И. Зехнов // Зоологический журнал. – 1953. – Т. 32. – Вып. 1. – С. 53–59.

15. Зехнов, М.И. Динамика паразитофауны галки / М.И. Зехнов // Учёные записки Вологодского государственного педагогического института им. В.М. Молотова. – Вологда: Красный Север, 1948 [на обл. 1949]. – Т. 5, биология. – С. 29–116.

16. Зехнов, М.И. Сезонные изменения гельминтофауны серой вороны (*Corvuscornix* L.) / М.И. Зехнов // Учёные записки Вологодского государственного педагогического института им. В.М. Молотова. – Вологда, 1954 [на обл. 1955]. – Т. XV, естественно-географический. – С. 353–374.

17. Зехнов, М.Н. Сезонные и годичные изменения гельминтофауны грача (*Corvusfrugilegus* L.) / М.И. Зехнов// Зоологический журнал. – 1949. – Т. 28. – Вып. 3. – С. 231–242.

18. Иваницкий, А. Очерк климата города Вологды / А. Иваницкий // Вологодские губернские ведомости. – 1849. – № 12.– С. 122–125; № 13. – С. 135–137; № 14. – С. 144–147; № 15. – С. 153–156.

19. Карпова, Т.А. Кормодобывающая деятельность серой вороны в г. Вологде / Т.А. Карпова // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции: в 3-х т. – Вологда: ВоГУ, 2015. – Т. 1. – С. 495–496.

20. Киселев, В.Е. Проблемы адаптации птиц к жизни в антропогенном ландшафте / В.Е. Киселев // Экология и история Вологодской области: тезисы научной конференции. – Вологда, 1990. – С. 34–35.

21. Киселев, В.Е. Экологические группы птиц г. Вологды и классификация мест обитания / В.Е. Киселев, Н.В. Груздева // Экология и история Вологодской области: тезисы научной конференции. – Вологда, 1990. – С. 35–36.

22. Красная книга Вологодской области. Том 3. Животные / ред. Н.Л. Болотова, Э.В. Ивантер, В.А. Кривохатский. – Вологда, Полиграф-Книга, 2010. – 215 с.

23. Лебедев, В.Г. Основные направления динамики авифауны Вологодской области / В.Г. Лебедев // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование: тезисы докладов I съезда Всесоюзного орнитологического общества и IX Всесоюзной орнитологической конференции. – Ленинград, 1986. – Ч. 2. – С. 16–17.

24. Масленников, В. Сезонные явления в мае 1928 г. (сводка) // Фенологический бюллетень. Календарь природы. – Вологда: Вологодское общество краеведов, 1928. – № 7. – С. 4–5.

25. П[опов], В. Прогулка в Прилуцкий монастырь / В. П[опов] // Вологодские губернские ведомости. – 1859. – № 22. Часть неофициальная. – С. 179–183.

26. Савинов, В.А. Зоологические экскурсии / В.А. Савинов // Вологда и её окрестности. – Вологда: Областная книжная редакция, 1957. – С. 206–212.

27. Соколов, Н. Зимние наблюдения за птицами / Н. Соколов // Спутник краеведа. – Вологда: Вологодское общество краеведов, 1929. – № 1. – С. 17–18.

28. Соколов, Н.Л. Птицы: Материалы к изучению поведения птиц / Н.Л. Соколов. – Москва: Академия педагогических наук РСФСР, 1956. – 84 с.

29. Фортунатов, А. Метеорологические наблюдения и разные физические замечания, сделанные в городе Вологде с 1806 по 1812 год Алексеем Фортунатовым / А. Фортунатов. – Москва, 1814. – 40 с.

30. Шабунов, А.А. Синантропные птицы в Вологде и их роль в формировании паразитарных очагов / А.А. Шабунов // Паразитологические проблемы больших городов: тезисы докладов Второго совещания по теме «Окружающая среда и проблемы паразитарного загрязнения». – Санкт-Петербург, 1996. – С. 111–112.

31. Шабунов, А.А. Орнитофауна г. Вологды как показатель его санитарного состояния / А.А. Шабунов // Санитарно-эпидемиологической службе 75 лет: материалы Областной научно-практической конференции. – Вологда, 1997. – С. 143–145.

ОЦЕНКА ТОЛЕРАНТНОСТИ ВРАНОВЫХ ПТИЦ ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА К ЧЕЛОВЕКУ

П.Е. Ваничева, Т.Б. Короткова
Научный руководитель ***Н.Я. Поддубная****, канд. биол. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Врановые птицы способны приобретать новые адаптации и успешно приспосабливаться к жизни в городе, за что их можно использовать как группу для изучения процессов синантропизации и урбанизации [2], [4].

У врановых, как и у других высших позвоночных, в новых параметрах среды населенных пунктов изменяются поведенческие адаптации, связанные с человеком, который является основным источником опасности [6]. Дистанция, с которой животное (а в нашем случае это птица) уходит от приближающейся к ней опасности, называется дистанцией вспугивания (flight-initiation distance [FID]) [7]. Именно поэтому изучение данного показателя достаточно актуально.

Цель исследования: оценить степень толерантности врановых птиц г. Череповца на примере такого показателя, как дистанция вспугивания.

Задачи: 1) сравнить среднюю дистанцию вспугивания врановых птиц;

2) проанализировать динамику показателя дистанции вспугивания врановых птиц по сезонам 2017 и 2018 годов.

Научная новизна. Исследование дистанции вспугивания врановых птиц на территории г. Череповца проводится впервые.

Практическая значимость. Изучение данного показателя дает возможность дополнить представление об экологии врановых птиц на территории города и позволяет определять степень толерантности по отношению к человеку.

Материал и методы. Исследование проводилось в городе Череповце, имеющем четыре административных района: Индустриальный, Заягорбский, Северный, Зашекснинский. Индустриальный район – самый старый район города, его характерными особенностями являются пятиэтажные застройки и близость к производственным мощностям ПАО «Северсталь». Объектами исследования стали птицы семейства врановые (Corvidae): серая ворона (*Corvus cornix* Linnaeus, 1758), галка (*Corvus monedula* Linnaeus, 1758) и грач (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758).

Для проведения исследования была использована методика А.А. Резанова [5]. В ходе исследования проводились вспугивания птиц на территории Индустриального района города. Весь спектр защитных реакций птиц на приближающегося человека в зависимости от степени настороженности, подразделили на 4 показателя, выраженных в баллах: отсутствие реакции (0 баллов); при изменении движения (0,5 балла); приседание (1 балл); отход в сторону от наблюдателя, отпрыгивание (2 балла); взлёт (3 балла). Для более полного отражения всего спектра защитных реакций птиц при приближении человека объективно оправданно введение нового понятия – дистанция реакции (ДР). Под ДР понимается фиксированное расстояние от птицы до наблюдателя на момент начала любого вида защитной реакции птицы по предложенной пятибальной шкале. По итогу исследования произведено 157 вспугиваний серой вороны, 155 – галки и 65 – грача.

Результаты исследования. В силу того, что некоторые защитные реакции птицы при приближении человека могут отсутствовать, наибольший интерес представляют такие защитные реакции, как изменение движения и взлет, так как они были зафиксированы при каждом вспугивании. Наибольшая средняя дистанция реакции наблюдается у грача (рис. 1). Изменение движение птицы наступает при приближении к ней на 5,7 м. В свою очередь, для серой вороны и галки этот показатель составляет 3 м и 2,6 м соответственно. Такая защитная реакция, как взлет, наблюдается у грача уже при приближении к нему на 4,6 м. Для серой вороны и галки этот показатель – 2,3 м и 1,8. Таким образом, для грача характерна меньшая толерантность по отношению к человеку, что может быть связано с меньшей степенью синантропизации грача в г. Череповце, так как он является перелетным видом в отличие от серой вороны и галки, которые остаются на территории города круглогодично. В целом полученные результаты сходны с данными по Псковской области. Наибольшая дистанция вспугивания там также наблюдается у грача, а наименьшая у галки, которая связана с высокой степенью синантропизации популяции галок в Пскове [1].

Для серой вороны наибольшая дистанция реакции зафиксирована в весенний сезон (рис. 2). Изменение движения фиксируется уже при приближе-

нии на 3,9 м, а взлет при 2,8 м. Наименьший показатель фиксируется осенью – 2,1 м и 1,2 м соответственно. Вероятнее всего, увеличение показателя дистанции реакции, а значит и уменьшение степени толерантности связано с периодом размножения птицы (постройка гнезд, насиживание яиц, вылет слетков из гнезда).

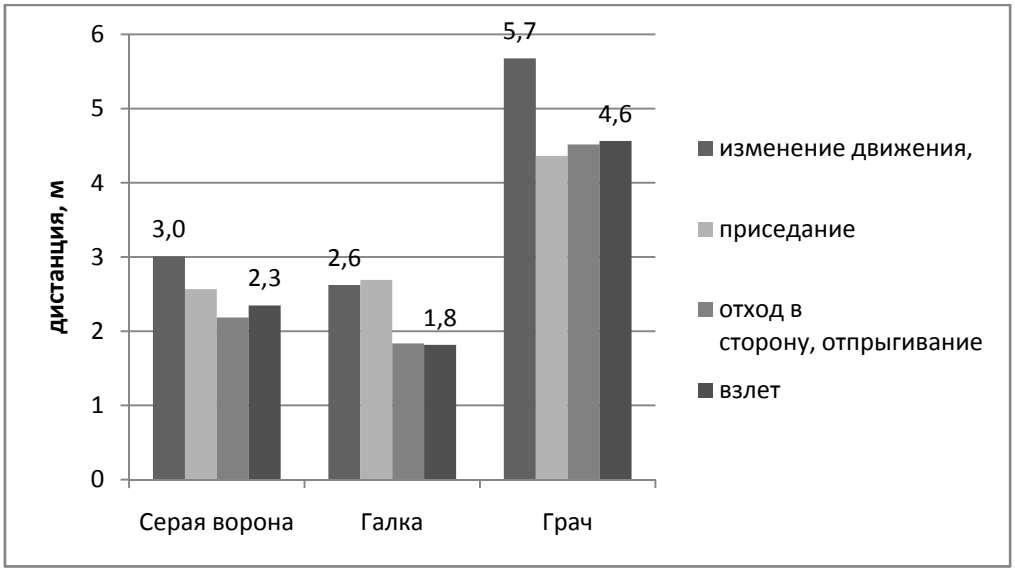


Рис. 1. Средняя дистанция вспугивания врановых птиц

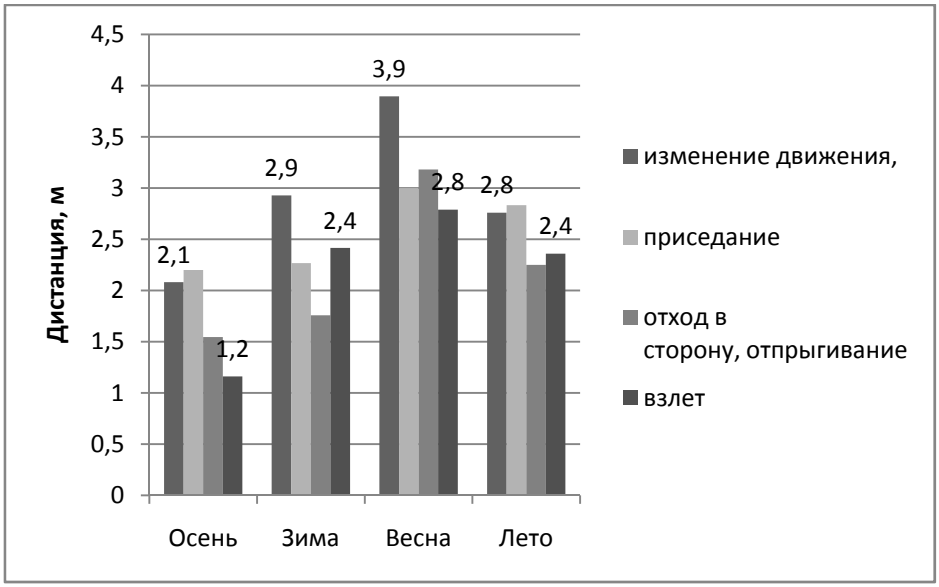


Рис. 2. Динамика дистанции реакции серой вороны по сезонам года

Для галки изменение движения при приближении человека в целом по сезонам колеблется от 2,4 м (зимой) до 2,9 м (летом), а взлет фиксируется на дистанции от 1,5 м (зимой) до 2,1 м (летом) (рис. 3). Таким образом, для галки фиксируются наиболее стабильные показатели дистанции реакции, на которые не влияет период размножения.

В Череповце грач является перелетной птицей и уже в конце октября – начале ноября улетает на зимовку [3]. Однако на территории города могут наблюдаться зимующие грачи (до 11 особей ежегодно). Именно для зимующих грачей были зафиксированы только два вида реакции – изменение движения и взлет. В остальные сезоны года был зафиксирован весь спектр реакций (рис. 4). Наибольшая дистанции реакции зафиксирована в зимний период и составила 7,3. Значение для отхода в сторону и приседания в летний период имеет такое значение в силу того, что его удалось зафиксировать лишь однажды. Остальные показатели наблюдались чаще, чем в 10 вспугиваниях.

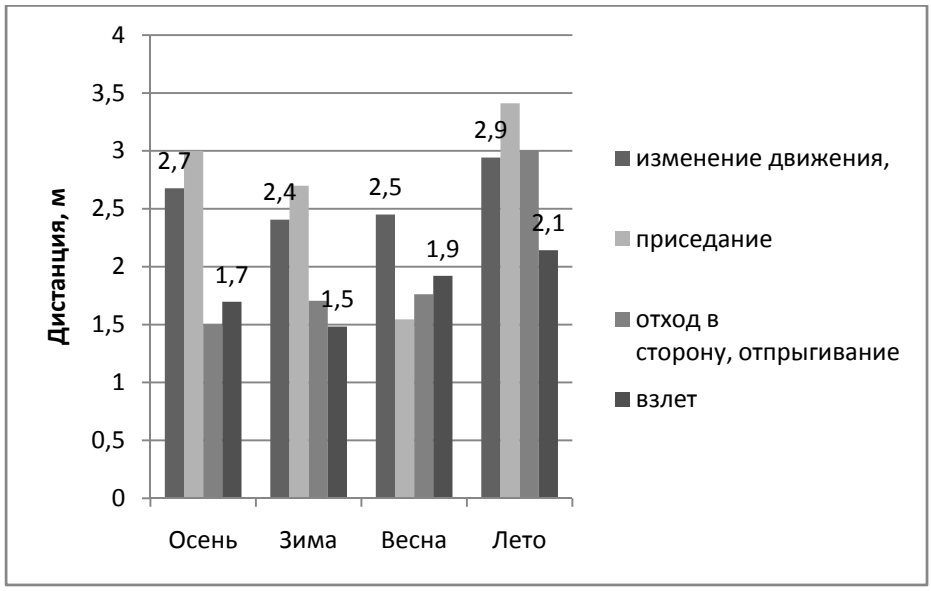


Рис. 3. Динамика дистанции реакции галки по сезонам года

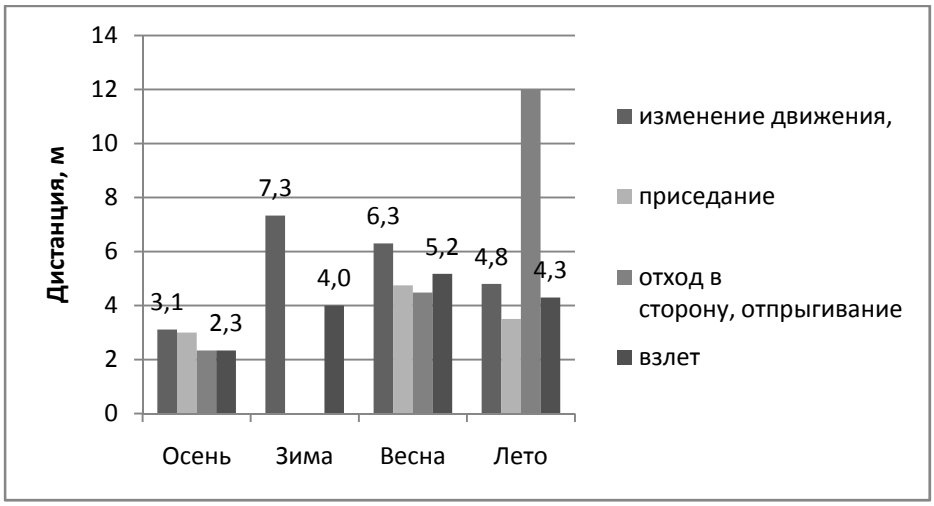


Рис. 4. Динамика дистанции реакции грача по сезонам года

В результате исследования можно заключить, что наибольший показатель дистанции вспугивания наблюдается у грача, что может быть связано с меньшей степенью синантропизации грача в городе. Она составляет 5,7 м.

В свою очередь, для серой вороны и галки этот показатель составляет 3 м и 2,6 м соответственно.

Сезонные изменения дистанции вспугивания ярче выражены у серой вороны, что связано с периодом размножения. Меньше всего сезонные варьирования выражены у галки.

1. Воронцова, М.С. Динамика населения и поведение врановых птиц в урбанизированных ландшафтах Северо-западной части России: автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.08 / Мария Сергеевна Воронцова. – Псков, 2009. – 19 с.

2. Константинов, В.М. Врановые птицы как модель синантропизации и урбанизации / В.М. Константинов // Русский орнитологический журнал. – 2012. – Том 21. – С. 2172–2176.

3. Мальчевский, А.С. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий / А.С. Мальчевский, Ю.Б. Пукинский. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 504 с.

4. Мацюра, А.В. Синантропизация врановых и особенности их адаптаций к антропогенным ландшафтам / А.В. Мацюра, А.А. Зимароева // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – № 1. – С. 155-199.

5. Резанов, А.А. Эколого-поведенческие аспекты синантропизации и урбанизации птиц: дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Резанов Андрей Александрович. – Москва, 2005. – 224 с.

6. Сандакова, С.Л. Поведенческие реакции синантропных птиц на человека и другие факторы среды / С.Л. Сандакова, Т. Уранчимэг // Байкальский зоологический журнал. – 2013. – № 2 (13). – С. 133-134.

7. Blumstein D. T. Flight-Initiation Distance in Birds Is Dependent on Intruder Starting Distance / D. T. Blumstein // The Journal of Wildlife Management. – vol.67. – № 4. – 2003. – pp. 852–857.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ФОНДОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ МОХООБРАЗНЫХ КАФЕДРЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ВОГУ

А.В. Ермаков
Научный руководитель ***Е.В. Кармазина****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проведение инвентаризации фондовых коллекций является неотъемлемой частью любого исследования биологического разнообразия. Инвентаризация позволяет уточнить видовой состав исследуемого объекта и выявить

районы, где степень исследования меньше и требует большего внимания и усилий к изучению.

Гербарное дело в Вологодской области существует около 200 лет. За этот промежуток времени был сформирован огромный гербарий, насчитывающий примерно 105 тысяч образцов, хранящихся на кафедре биологии и экологии Вологодского государственного университета. Стоит отметить, что фактически фондовый гербарий состоял только из высших сосудистых растений, а криптогамы (мохообразные и лишайники) не представляли оформленного гербария и не были инсерированы [12].

Началом оформления гербария мохообразных можно считать 2011 г. Тогда под руководством Е.В. Кармазиной на кафедре Вологодского государственного университета выпускается первая бриологическая работа по Бабушкинскому району О.В. Казуниной [4]. В период с 2011 по 2018 гг. выпускается ряд работ студентов, посвященных изучению мохообразных: С.В. Евсина по исследованию мохообразных д. Шайма (Шекснинский район) [1], Л.В. Карачевой – д. Никольское (Никольский район) [5], И.В. Нефедовской – д. Ногинская (Верховажский район) [7], В.Н. Елегонской – с. Новленское (Вологодский район) [2], А.В. Свитковой – д. Топорня (Кирилловский район) [9], А.В. Ермакова – г. Вологда [3], А.А. Межаковой – с. Чушевицы (Верховажский район) [6]. Параллельно с выпуском работ происходило накопление и оформление бриологического материала в гербарий.

Помимо сборов, приуроченных к выпускным квалификационным работам студентов, в фондовом гербарии мохообразных присутствуют сборы с летних полевых ботанических и реже зоологических практик, которые проходят в разных районах Вологодской области, в том числе и на особо охраняемых природных территориях. В гербарии присутствуют образцы из национального парка «Русский Север» (Кирилловский район), ландшафтного памятника природы «Васькин бор» (Белозерский район) и государственного природного заказника «Спасский бор» (Тарногский район).

В гербарии присутствуют личные сборы преподавателей кафедры биологии и экологии (Е.В. Кармазиной, А.Б. Чхобадзе, А.Н. Левашева, Н.С. Колесовой). Определенный вклад в гербарий мохообразных внес старший научный сотрудник ИБВВ РАН Д.А. Филиппов, сборы которого охватывают сразу несколько районов: Бабушкинский, Вытегорский, Никольский, Сокольский, Сямженский и Усть-Кубинский. В гербарии находятся образцы редких мохообразных, собранных Е.Н. Андреевой. Она также предоставила дублеты редких видов мхов из ботанического института (БИН РАН, г. Санкт-Петербург). Эти образцы являются самыми старыми в гербарии и относятся к 20-м годам XX века, среди коллекторов которых указываются такие известные советские ученые, как А.А. Корчагин и А.П. Шенников.

В 2017–2018 гг. автором была проведена инвентаризация и оформление фондовых материалов по мохообразным кафедры биологии и экологии в со-

ответствии с принятыми номенклатурами и систематикой мохообразных. Номенклатура видов печеночников соответствует списку печеночников России [15]. Номенклатура таксонов листостебельных мхов и их порядок приводятся согласно списку мхов Восточной Европы и Северной Азии [13], с некоторыми поправками в соответствии с позже опубликованной работой [14]. Была составлена электронная база данных для удобного доступа к информации и быстрой навигации по гербарной коллекции.

На данный момент гербарий мохообразных насчитывает примерно 1 тысячу экземпляров и порядка 500 неинсерированных образцов. Фондовый гербарий охватывает 21 район Вологодской области: Бабушкинский (2 вида), Белозерский (17 видов), Вашкинский (1 вид), Великоустюгский (3 вида), Верховажский (44 вида), Вожегодский (1 вид), Вологодский (70 видов), Вытегорский (34 вида), Кадуйский (3 вида), Кирилловский (113 видов), Междуреченский (15 видов), Никольский (50 видов), Нюксенский (12 видов), Сокольский (11 видов), Сямженский (10 видов), Тарногский (5 видов), Тотемский (3 вида), Усть-Кубинский (10 видов), Харовский (1 вид) Череповецкий (2 вида) и Шекснинский (63 вида). Наиболее представленными оказались Кирилловский, Вологодский, Шекснинский, Никольский и Верховажский районы. В гербарии отсутствуют экземпляры из Бабаевского, Грязовецкого, Кичменгско-Городецкого, Устюженского и Чагодощенского районов.

В совокупности по итогам инвентаризации было отмечено 167 видов мохообразных, что составляет всего 41,8% от общего списка мохообразных Вологодской области [10], [11].

Среди отмеченных 167 видов в гербарии присутствует 154 вида листостебельных мхов, которые относятся к 32 семействам и 73 родам. Наибольшая видовая представленность в коллекции отмечена для семейств *Sphagnaceae* (26 видов), *Brachytheciaceae* (16 видов), *Mniaceae* (11 видов), *Amblystegiaceae* (10 видов).

Среди печеночников в гербарии присутствует 13 видов, которые относятся к 12 семействам и 13 родам. Семейство *Lophocoleaceae* представлено 2 видами в коллекции, остальные семейства представлены 1 видом.

В гербарии имеется 28 редких видов (2 вида печеночников и 26 видов листостебельных мхов), внесенных в Красную книгу Вологодской области [8]. Редкие листостебельные мхи: *Sphagnum aongstroemii*, *S. inundatum*, *S. lindbergii*, *S. pulchrum*, *Atrichum flavisetum*, *Polytrichastrum pallidisetum*, *Buxbaumia aphylla*, *Oncophorus wahlenbergii*, *Pleuridium subulatum*, *Weissia controversa*, *Fissidens dubius*, *F. exilis*, *F. taxifolius*, *Schistostega pennata*, *Splachnum rubrum*, *Tetraplodon angustatus*, *Plagiomnium affine*, *P. drummondii*, *Fontinalis squamosa*, *Neckera crispa*, *N. pennata*, *Loeskeobryum brevirostre*, *Eurhynchium angustirete*, *Calliergon richardsonii*, *Callicladium haldanianum* и *Pylaisia selwynii*. Редкие печеночники: *Frullania bolanderi*, *Calypogeia suecica*.

Таким образом, в фондовом гербарии мохообразных кафедры биологии и экологии Вологодского государственного университета представлено 167 видов мохообразных (154 листостебельных мха и 13 печеночников), что составляет 41,8% от общего видового состава мохообразных Вологодской области. В гербарии представлено 28 видов мохообразных, внесенных в Красную книгу Вологодской области. Наиболее представленные по видам районы – Верховажский (44 вида), Вологодский (70 видов), Кирилловский (113 видов), Никольский (50 видов) и Шекснинский (63 вида). Отсутствуют экземпляры из Бабаевского, Грязовецкого, Кичменгско-Городецкого, Устюженского и Чагодощенского районов.

1. Евсин, С.В. Листостебельные мхи д. Шайма и ее окрестностей (Шекснинский район): выпускная квалификационная работа / С.В. Евсин. – Вологда, 2014. – 64 с. [Временный архив кафедры биологии и экологии ВоГУ (далее ВА ВоГУ)]

2. Елегонская, В.Н. Листостебельные мхи села Новленское и его окрестностей (Вологодский район): выпускная квалификационная работа / В.Н. Елегонская. – Вологда, 2015. – 79 с. [ВА ВоГУ]

3. Ермаков, А.В. Особенности произрастания эпифитных мохообразных на тополе бальзамическом (*Populus balsamifera* L.) в условиях г. Вологды: выпускная квалификационная работа: 06.03.02 / А.В. Ермаков. – Вологда, 2017. – 59 с. [ВА ВоГУ]

4. Казунина, О.В. Эпифитные мохообразные окрестностей села Воскресенское (Бабушкинский район): выпускная квалификационная работа / О.В. Казунина. – Вологда, 2011. – 51 с. [ВА ВоГУ]

5. Карачева, Л.В. Листостебельные мхи д. Никольское и ее окрестностей (Никольский район): выпускная квалификационная работа / Л.В. Карачева. – Вологда, 2014 – 51 с. [ВА ВоГУ]

6. Межакова, А.А. Эколого-ценотическая характеристика листостебельных мхов с. Чушевицы и его окрестностей (Верховажский район): выпускная квалификационная работа: 06.03.01 / А.А. Межакова. – Вологда, 2018. – 73 с. [ВА ВоГУ]

7. Нефедовская, И.В. Листостебельные мхи д. Ногинская и ее окрестностей (Верховажский район): выпускная квалификационная работа / И.В. Нефедовская. – Вологда, 2014. – 62 с. [ВА ВоГУ]

8. Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области [Электронный ресурс]: постановление Правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125 // Официальный портал Правительства Вологодской области. – Режим доступа: http://vologda-oblast.ru.

9. Свиткова, А.В. Листостебельные мхи нарушенных местообитаний д. Топорня и ее окрестностей (Кирилловский район): выпускная квалификационная работа / А.В. Свиткова. – Вологда, 2015. – 76 с. [ВА ВоГУ]

10. Филиппов, Д.А. Предварительный список листостебельных мхов Вологодской области / Д.А. Филиппов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – № 6. – С. 24-37.

11. Филиппов, Д.А. Предварительный список печеночников Вологодской области // Д.А. Филиппов, М.В. Дулин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 2 (49). – С. 22-29.

12. Чхобадзе, А.Б. Гербарий Вологодского учительского института: краткий обзор 100-летней истории существования (1912–2014) / А.Б. Чхобадзе // Ботанические коллекции – национальное достояние России: сб. науч. ст. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария имени И.И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества, 17–19 февраля 2015 г. – Пенза, 2015. – С. 108-110.

13. Ignatov, M.S. Check-list of mosses of East Europe and North Asia / M.S. Ignatov, O.M. Afonina, E.A. Ignatova et al. // Arctoa. – 2006. – Vol. 15. – P. 1–130.

14. Ignatov, M.S. On Sciuro-hypnum oedipodium and S. curtum (Brachytheciaceae, Bryophyta) / M.S. Ignatov, I.A. Milyutina // Arctoa. – 2007. – Vol. 16. – P. 47-61.

15. Konstantinova, N.A. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia / N.A. Konstantinova, V.A. Bakalin // Arctoa. – 2009. – Vol. 18. – P. 1-64.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГНЁЗД *FORMICA RUFA* И *F. POLYCTENA* НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Калининский
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Введение. Филогенетическая группа рыжих лесных муравьёв – это одно их важных звеньев лесных сообществ. Эти насекомые входят в трофические сети, и являются регуляторами численности беспозвоночных в различных ярусах леса, в том числе и вредителей [1], и при этом сами представляют объект питания для многих организмов, в том числе птиц и млекопитающих [2]. К тому же эта группа оказывает положительное влияние на процессы почвообразования, разрыхляя её и способствуя накоплению органики [3]. Самыми распространенными представителями группы рыжих лесных муравьев на территории Вологодской области являются малый лесной муравей (*Formica polyctena*) и рыжий лесной муравей (*Formica rufa*). К сожалению, у столь важной с практической и экосистемной группы видов на территории Вологодской области слабо изучены экологические особенности и закономерности пространственного распределения. В частности, морфометрические особенности

гнезд муравьев и характер распределения по территории могут многое сказать о благополучии и потребностях семей муравьёв.

Поэтому целью нашей работы стало изучение биотопического распределения и морфометрических характеристик гнёзд муравьев *Formica polyctena*, *F. rufa* лесов Вологодской области. Нами были поставлены следующие задачи: измерить гнёзда муравьёв, и провести их сравнительный анализ в разных растительных сообществах, а также проанализировать распределение муравейников на изучаемой территории.

Материалы и методы исследования. В работе использованы полевые данные автора, фондовые материалы ВоГУ и школьного лесничества Спасской СОШ Тарногского района Вологодской области, собранные школьниками под руководством учителя Шабановой Галины Евгеньевны, описывающие особенности гнезд муравьев. Исследованиями были охвачены территории трех административных районов Вологодской области (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика изученных материалов

Район	Период наблюдений	Биотоп	S*, га	Кол-во гнезд	Вид
Вологодский, д. Обухово	2015–2018	Хвойно-мелколиственный лес	21	30	*Formica polyctena*
Кирилловский, памятник природы г. Маура	2010–2017	Ельник	87	131	*Formica polyctena*
Кириловский, памятник природы «Сокольский бор», д. Топорня	2010–2017	Сосняк	800	91; 10	*Formica polyctena* *Formica rufa*
Тарногский, природный заказник «Спасский бор», д. Никифоровская	1997–2011, 2018	Сосняк	26	33	*Formica rufa*
Итого			1089	277	

Примечания: S – площадь, изученного участка

Были исследованы следующие параметры гнезд муравьев: высота, радиус, объём и расположение на изученных площадках. Расчёты объёмов муравейников производились по формулам исходя из высоты и радиуса гнезда [4]. Муравьев для видовой идентификации собирали вручную. Для анализа пространственного распределения гнезд определяли их GPS координаты. Характеристика метрических особенностей анализируемых в работе гнезд представлена в таблице 2.

Таблица 2

Метрические показатели гнёзд *Formica polyctena* и *Formica rufa* по результатам полевых исследований

Formica polyctena				*Formica rufa*		
Кирилловский р-н, памятник природы г. Маура				Тарногский р-н, природный заказник «Спасский бор», д. Никифоровская,		
	V*, м^3	R**, м	H***, м	V, м^3	R, м	H, м
Ср.	1,15	0,71	0,62	0,36	0,27	0,32
max	5,63	2,08	1,70	1,16	0,70	0,76
min	0,02	0,10	0,05	0,08	0,19	0,20
Кириловский, памятник природы «Сокольский бор», д. Топорня						
Ср.	0,76	0,56	0,55	3,45	1,42	0,92
max	4,57	1,70	1,74	9,17	2,80	1,50
min	0,07	0,21	0,16	0,34	0,35	0,43
Вологодский р-н, д. Обухово						
Ср.	1,89	1,01	0,71			
max	7,26	2,17	1,53			
min	0,22	0,50	0,20			

Примечания:*V – объём гнезда, **R – радиус гнезда, ***H – высота гнезда

Обсуждение результатов. В сосновых и еловых лесах гнёзда муравьёв были распределены более или менее равномерно и равноудалено друг от друга. Исключением стал хвойно-мелколиственный лес, где муравейники локализовывались в местах произрастания ели, что говорит о большой зависимости данных насекомых от хвойных деревьев, в качестве источников строительного ресурса и косвенного источника пищи (насекомые-фитофаги, падь). Муравейники на данной территории имели к тому же высокую плотность 1,4 гнезда/га. В ельнике горы Маура плотность гнезд составила 1,5 гнезда/гектар. Это самый высокий показатель для всех исследованных участков. В данном местообитании богатая травянистая растительность, способствующая формированию богатой кормовой базы муравьев. Возможно, это также связано с давним освоением муравьями данной местности и зрелостью популяции.

Малый лесной муравей показал большую экологическую пластичность, так как был обнаружен во всех обследованных типах лесных местообитаний. Хотя в литературе все затронутые исследованиями местообитания являются типичными для обоих видов [5]. Единственной из изученных площадок, где отмечены оба, вида является территория Сокольского Бора. Там преобладает *F. polyctena*.

Вид *F. rufa* в изученных лесных биотопах представлен значительно реже и имеет довольно низкую численность. Гнезда муравьев находятся друг от друга на большом расстоянии, что объясняется обособленностью и большой независимостью гнёзд данного вида друг от друга, тогда как семьи *F. polyctena* склонны к кооперации и взаимному обмену особями, строительными материалами и пищей. Вид *F. rufa* был обнаружен исключительно в со-

сновых лесах, а именно в Сокольском и Спасском борах. В первом из них обнаружено всего 10 гнёзд, зато в другом – 33. В Кирилловском районе гнезда находились в среднем в километре друг от друга, а в Тарногском в 150 метрах.

F. polyctena. По нашему опыту объём гнезда показал себя самым наглядным и объективным морфометрическим показателем *в выявлении сильных (то есть наиболее крупных и жизнеспособных) муравьиных семей, так как он учитывает все размерные параметры гнезда. Поэтому мы будем ориентироваться именно на этот показатель.* Самые большие средние значения измеренных параметров муравейников среди *F. polyctena* оказались в хвойно-мелколиственном лесу (1,89 м^3), значительно превосходя видовую норму (55 м^3), указываемую в литературе [6]. Вероятно, это связано с кормовой базой муравьёв, поскольку в лесных сообществах с высоким разнообразием травяно-кустарничкового яруса, которым отличаются хвойно-мелколиственные леса, будет и выше численность беспозвоночных фитофагов, которые составляют основу рациона муравьев. А самые маленькие значения измеренных параметров гнезд были нами отмечены в ельнике горы Маура, всего 0,02 м^3. Однако, диапазон размеров гнезд в этом локалитете (1,13 м^3) куда шире, чем на других изученных территориях, что говорит о большем разнообразии по возрастным группам семей, а значит, устойчивости популяции. В Сокольском бору средние значения параметров гнёзд близки к видовой норме (0,76 м^3).

F. rufa. Гнёзда у *F. rufa* в сосняке деревни Никифоровская значительно меньше по размерам (0,36 м^3), чем в Сокольском бору (3,45 м^3). Рыжие лесные муравьи, в отличие от малых лесных муравьев муравьев живут более или менее обособленными семьями. В Сокольском бору гнёзда находятся далеко друг от друга поэтому семьям не приходиться делить ресурсы между собой. В Спасском бору муравейники расположены плотно, и без кооперационного обмена, как у *F. polyctena,* семьи конкурируют между собой, что не позволяет семьям обеспечить себя достаточным объемом пищи для увеличения численности и как, следствие, они не могут построить крупное жилище. Кроме того различия в размерах гнезд могут быть следствием меньшего разнообразия и низкой численности жертв муравьев в Спасском бору. В напочвенном ярусе этого лесного массива преобладали лишайники, которые являются индикаторами сухих, бедных питательными веществами почв, на которых формируется скудная травянистая растительность, а, следовательно, в состав биоценоза насекомые фитофаги также малочисленны. В Сокольском бору, где травянистый ярус, а, значит, и кормовая база муравьев богаче, там присутствует разнотравье и полукустарнички, формирующие довольно благоприятные условия для питания жертв муравьёв.

Если же сравнивать гнезда муравьев изученных видов на территории Вологодской области, то в средних значениях большие по объёму муравейники оказались у *F. polyctena.*

Выводы. Таким образом, исследование муравьёв *Formica polyctena* и *Formica rufa* в Вологодской области показало, что самым экологически пластичным и распространённым видом из них является *Formica polyctena*. Возможно, это связано с его способностью к кооперации семей. Самым благоприятным для малых лесных муравьёв оказался хвойно-мелколиственный лес. *Formica rufa* был обнаружен исключительно в сосновых лесах. Возможно, его меньшая конкурентоспособность перед *Formica polyctena* связана с неспособностью к кооперации семей.

Благодарность. Автор работы выражает глубокую благодарность Шабановой Галине Евгеньевне и коллективу педагогов и учащихся Спасской школы Тарногского района за предоставленные полевые данные и помощь в организации исследований.

1. Гилев, А.В. Лесозащитный эффект комплекса муравейников Formica policтena в березняке / А.В. Гилев, В.И. Пономарев // Муравьи и защита леса: Матер. XIII Всерос. мирмекол. симп.: сборник статей. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2009. – С. 6-9.

2. Тирронен К.Ф., Новые данные о питании Бурого медведя (*Ursus arctus* L.) Карелии и юга Кольского полуострава / К.Ф. Тирронен, Д.В. Панченко, А.С. Кузнецова // Труды Карельского научного центра РАН. – 2016. – № 12. – С. 114-122.

3. Длусский, Г.М. Муравьи рода Формика / Г.М. Длусский. – Москва: Наука, 1967. – 236 с.

4. Дунаев, Е.А. Муравьи Подмосковья: методы экологических исследований / Е.А. Дунаев. – Москва: МосгорСЮН, 1997. – С. 71-76.

5. Захаров, А.А. Муравей, семья, колония / А.А. Захаров. – Москва: Наука, 1978. – С. 144.

6. Плавильщиков, Н.Н. Краткая энтомология. Пособие для учителей средней школы / Н.Н. Плавильщиков. – Москва: Государственное учебно-педагогическое издательство, 1954. – С. 129-176.

ТРАНСПОРТ РТУТИ ПО ТРОФИЧЕСКИМ ЦЕПЯМ В ЧЕРЕПОВЕЦКОМ РАЙОНЕ*

А.И. Корнилова, О.Ю. Румянцева
Научный руководитель ***Е.С. Иванова****, канд. биол. наук*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Ртутное загрязнение обуславливается антропогенным воздействием и природными факторами [1]. Соединения ртути – это высокотоксичные вещества, относящиеся к веществам I класса опасности, а значит – это приоритетные токсиканты. Монометилртуть опасна для окружающей среды и биоорганизмов. Она имеет высокую стабильностью, выраженный кумулятивный эффект.

ВОЗ рассматривает ртуть и ее соединения как основные химические вещества, которые представляют проблему для общественного здравоохранения [6]. На данный момент ещё недостаточно сведений о ртутной концентрации в природных объектах. Следовательно, изучение этого вопроса актуально.

Цель работы – изучить транспорта ртути по трофическим цепям в биотопах на территории Череповецкого района.

Для достижения цели были поставлены *задачи*:

1) определить уровень содержания ртути в волосах жителей г. Череповца;

2) определить уровни ртути в шерсти домашних животных Череповецкого района;

3) сравнить уровни накопления ртути в дождевых червях, жужелице и слепне бычьем в разных биотопах.

Научная новизна. Впервые изучен транспорт ртути и её производных по трофическим цепям в биотопах Череповецкого района Вологодской области. По результатам исследования выявлены закономерности транспорта ртути по трофическим цепям в биотопах.

Практическое значение. Изучен транспорт ртути и её соединений по трофическим цепям в трёх биотопах на территории Череповецкого района. Результаты исследования можно использовать при дальнейшем изучении закономерностей распределения ртути в разных биотопах на территориях Череповецкого и других районов Вологодской области по трофическим цепям.

В атмосферу г. Череповца выбрасываются промышленные отходы – формальдегиды и сероводород. Промышленность способствует выработке и выбросам ртути и её производных в атмосферу в разных количествах. Загрязнение воды и воздуха промышленными отходами и выхлопными газами препятствует благоприятному обитанию организмов.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00569

Содержание ртути в биотических компонентах наземных экосистем зависит от наличия водно-болотных угодий, где находятся места обитания животных. Водная среда является основным источником поступления ртутьорганических соединений в трофические цепи, именно на заболоченных территориях и в водоёмах создаются благоприятные условия для бактериального процесса [4]. Почва – неотъемлемый компонент в биогеохимическом цикле ртути.

Концентрация ртути увеличивается по трофическим цепям, но достигает max значений в организмах животных высших трофических уровней [3].

В пищевом рационе человека рыба является основным источником поступления ртути в организм. Частое употребление рыбы с повышенным содержанием ртути может привести к риску получения отравления метилртутью. Возникает и риск патологических изменений со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем [5].

Материалы и методы. Данное исследование проводилось в период с 5 по 20 августа 2018 года на трёх биотопах на территории Череповецкого района: осинник в лесопарке «Зелёная роща», материковый луг на территории д. Волгучино и березняк на территории п. Шайма.

Были собраны следующие материалы – дождевые черви (n=36), слепни (n=16), насекомые (жужелицы) (n=29), шерсть домашних животных (n=13), волосы человека (n=55) и почва (n=3). Пробы волос человека и шерсти домашних животных собирались для выявления связи с особенностями питания.

В образцах содержание ртути определялось на ртутном анализаторе РА-915М с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной пробоподготовки.

Статистическая обработка проводилась при помощи программы STATGRAPHICS. Результаты представляли в виде средних значений и их ошибок (x±mx).

Результаты и их обсуждение. При исследовании проб на содержание ртути в волосах выявилось, что max значение = 0,995 мг/кг, min = 0,006 мг/кг. Среднее значение содержания ртути в волосах жителей г. Череповца составляет 0,289±0,032 мг/кг. В шерсти домашних животных max концентрация ртути = 0,425 мг/кг, min = 0,026 мг/кг. Среднее значение содержания составляет 0,132±0,031 мг/кг. В почве max концентрация ртути = 0,053 мг/кг (березняк п. Шайма), min значение = 0 мг/кг (материковый луг д. Волгучино). max значение среднего уровня ртути в дождевых червях = 0,206±0,022 мг/кг (материковый луг д. Волгучино), min = 0,166±0,022 мг/кг (осинник лесопарка «Зелёная роща»). В жужелице max значение ртути = 0,0389±0,006 мг/кг (материковый луг д. Волгучино), min = 0,028±0,007 мг/кг (березняк п. Шайма). В слепне бычьем было max концентрация ртути = 0,089±0,055 мг/кг (материковый луг д. Волгучино), min = 0,061±0,048 мг/кг (березняк п. Шайма) (табл.).

Таблица

Содержание Hg в различных биообъектах Череповецкого района

Объект		Биотоп	Содержание Hg (мг/кг)	Средняя ошибка
Волосы (n=55)			0,289	0,032
Шерсть (n=13)	Собаки (n=10)		0,1	0,03
	Кошки (n=3)		0,229	0,1
Дождевые черви (n=36)		Березняк (n=12)	0,198	0,034
		Материковый луг (n=12)	0,206	0,022
		Осинник лесопарка «Зелёная роща» (n=12)	0,166	0,022
Почва (n=3)		Березняк (n=1)	0,053	
		Материковый луг (n=1)	0,001	
		Осинник лесопарка «Зелёная роща» (n=1)	0,041	
Жужелица (n=29)		Березняк (n=10)	0,028	0,007
		Материковый луг (n=11)	0,039	0,006
		Осинник лесопарка «Зелёная роща» (n=8)	0,028	0,009
Слепень бычий (n=16)		Березняк (n=8)	0,061	0,048
		Материковый луг (n=4)	0,089	0,055
		Осинник лесопарка «Зелёная роща» (n=4)	0,077	0,044

Из исследованных биотопов полученные концентрации ртути в почвах (0–0,053 мг/кг) схожи с фоновыми для европейской части России (0,02–0,5 мг/кг) [2]. Но уровень ртути в данных биотопах в 10 раз меньше, чем в лесных почвах неиндустриальных европейских территорий (0,007–0,55 мг/кг). Все выявленные показатели ниже ПДК (2,1 мг/кг) [2].

Средние концентрации ртути в дождевых червях из биотопов (0,19 мг/кг) в 5 раз меньше, чем в дождевых червях из лесов Швейцарии (~1 мг/кг), не подверженных воздействию промышленности.

В монографии Е.С. Ивановой концентрация ртути в группах насекомых, которые были собраны на территории отлова мелких млекопитающих, – низкое (0,01–0,04 мг/кг), кроме слепней, стрекоз и хищных жужелиц (0,1–0,3 мг/кг) [2]. В ходе данного исследования содержание ртути в жужелице составило 0,035 мг/кг, средняя концентрация ртути в слепне бычьем составило 0,075 мг/кг.

По результатам исследования концентрация ртути в шерсти домашних животных в несколько раз выше, чем в данных, полученных исследователями из Португалии (0,002–0,012 мг/кг) [7].

Череповец является промышленным городом, но уровень содержания ртути в волосах жителей не выше фонового уровня содержания ртути в волосах (1 мг/кг).

Выводы. 1. Среднее содержания ртути в волосах жителей города Череповца равно 0,289±0,032 мг/кг и не превышает фоновый уровень содержания ртути в волосах (1 мг/кг).

2. Средний уровень ртути в шерсти домашних животных составляет 0,1±0,03 мг/кг у собак, в шерсти кошек – 0,229±0,1 мг/кг.

3. Концентрация содержания ртути увеличивается в трофических цепях: почва – жужелица – слепень бычий в трёх биотопах на территории Череповецкого района. В видах по биотопам не установлены различия накопления ртути.

1. Густайтис, М.А. Ртуть в потоках рассеяния высокосульфидных отходов Урского месторождения (Западная Сибирь) по данным термического анализа с атомно-абсорбционным детектированием: автореф. дис. … канд. геол.-минерал. наук (25.00.09) / Густайтис Мария Алексеевна; ИГМ СО РАН. – Новосибирск, 2010. – 142 с.

2. Иванова, Е.С. Закономерности накопления и распределения ртути в компонентах наземных экосистем Вологодской области: автореф. дис. … канд. биол. наук (03.02.08) / Иванова Елена Сергеевна; ИБВВ РАН. – Борок, 2013. – 24 с.

3. Иванова, Е.С. Насекомоядные, грызуны, куньи и псовые околоводных территорий и их участие в транспорте ртути в экосистемах Вологодской области: монография / Е.С. Иванова, В.Т. Комов, Н.Я. Поддубная, В.А. Гремячих. – Череповец: Изд-во Череповецкого гос. ун-та, 2014. – 184 с.

4. Комов, В.Т. Содержание ртути в органах млекопитающих семейства Куньих (Mustelidae) Вологодской области / В.Т. Комов // Поволжский экологический журнал. – 2012. – № 4. – С. 385-393.

5. Краснопеева, И.Ю. Распространение ртути и ее соединений в окружающей среде и влияние на организм человека: научное издание / И.Ю. Краснопеева // Сибирский медицинский журнал. – 2005. – № 5. – С. 7-12.

6. Метилртуть: совмест. изд. Прогр. ООН по окружающей среде, Междунар. орг. труда и ВОЗ: [пер. с англ.]. – Москва: Медицина, 1993. – 124 с.: ил. – (Гигиенические критерии состояния окружающей среды / ВОЗ; 101. МПХБ: с. 97-121.)

7. Ana, C.A. Sousa Mercury, pets’ and hair: baseline survey of a priority environmental pollutant using a noninvasive matrix in man’s best friend / C.A. Ana // Ecotoxicology. − 2013. − Vol. 22. − P. 1435-1442.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ И СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

Д.М. Корякина
Научный руководитель ***Ф.Н. Дружинин****, д-р с.-х. наук, доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Актуальным вопросом, требующим внимания, является сбережение зеленых насаждений на объектах исторического наследия. В связи с этим возникает необходимость в проведении регулярных мониторинговых наблюдений за жизненным состоянием древесно-кустарниковой растительности для принятия своевременных мер по выполнению обоснованных уходов за такими насаждениями.

Одним из таких объектов исследования является памятник природы регионального значения «Сосновая аллея», расположенная на территории Устюженского муниципального района Вологодской области. Памятник природы образован решением исполнительного комитета Вологодского областного Совета депутатов трудящихся от 29 января 1963 года № 98 без изъятия земель и земельных участков у землепользователей, землевладельцев и арендаторов [1].

Сосновая аллея заложена в 1813 году в честь победы в Отечественной войне 1812 года. Посажена она пленными французскими солдатами вдоль старой дороги вблизи памятника природы «Старый парк» в поселке Даниловское. Согласно первоисточникам, изначально аллея тянулась от русла реки Ижины до родового имения Батюшковых – усадьбы в поселке Даниловское – и имела длину около 2 километров. Памятник природы расположен вдоль автомобильной дороги регионального значения: Устюжна – Сандово по обеим ее сторонам [2].

Целью исследования являлась оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в исторической аллейной посадке.

Задачами исследования являлись:

- инвентаризация посадок сосны обыкновенной;

- дендрометрическая, санитарная и декоративная оценки деревьев данного вида;

- дендрохронологическая оценка радиального прироста.

Деревья сосны обыкновенной в аллейной посадке характеризуются разновозрастным строением. Возрастные поколения деревьев выявлялись по внешним признакам [3]. К старовозрастным деревьям при визуальной оценке относились сосны с редкой кроной, ассиметричной тупой вершиной и выраженной многовершинностью. Сучья у этих экземпляров толстые, отходят под прямым углом или тупым. Грубая кора поднимается до половины высоты ствола. В общей сложности к настоящему времени сохранилось лишь 19 таких экземпляров.

Для последующего мониторинга жизненного состояния деревьев присваивался инвентарный номер, а для привязки к местности фиксацию старовозрастных сосен для отображения на картографических материалах выполняли с помощью GPS-навигатора (таблица).

Таблица

Инвентаризационная ведомость выделенных старовозрастных экземпляров сосны обыкновенной

Инвентарный номер	Географические координаты	Диаметр ствола, см	Диаметр кроны, м		Категория санитарного состояния	Класс декоративной оценки	Плотность кроны	Наличие повреждений	Наличие повреждений, % сухих сучьев в кроне
			С-Ю	З-В					
1	N58°43.2657'E36°26.5421'	90,7	12	11	III	2	п.	д.	40
2	N58°43.3076'E36°26.5111'	89,0	8	9	III	2	а.	м.п.	
3	N58°43.3201'E36°26.5149'	73,6	11	9	III	2	а.	в.м.	20
4	N58°43.3348'E36°26.4906'	117,0	11	8	II	2	п.	м.п.	
5	N58°43.3439'E36°26.5033'	77,0	13	14	III	3	а.	с.с.	30
6	N58°43.3458'E36°26.5037'	56,8	10	9	II	3	п.	м.п.	10
7	N58°43.3458'E36°26.4934'	66,7	11	16	II	3	п.	м.п.	30
8	N58°43.3829'E36°26.4798'	80,9	11	13	III	2	пл.	н., г.	20
9	N58°43.3955'E36°26.4702'	63,2	13	12	III	2	пл.	м.т., с.	20
10	N58°43.4276'E36°26.4454'	66,0	10	8	II	3	п.	м.п.	
11	N58°43.4542'E36°26.4311'	80,0	8,5	11	II	3	п.	м.п.,с.с.	
12	N58°43.4747'E36°26.4216'	66,0	10	8	V	1	а.	м.т., р.	
13	N58°43.4764'E36°26.4283'	106,7	17	19	III	2	пл.	н., м.т., д.	40
14	N58°43.4858'E36°26.4230'	76,4	13	11	IV	2	а.	н.,о.в., д.	20
15	N58°43.4926'E36°26.4136'	90,0	14	8	III	3	а.	м.п.,с.с.	
16	N58°43.5076'E36°26.4118'	93,2	17	13	II	2	а.	н.	30
17	N58°43.5167'E36°26.4004'	94,0	15	9	III	3	а.	м.п.	
18	N58°43.5729'E36°26.3691'	105,0	12	10	II	3	а.	м.п	
19	N58°43.5595'E36°26.3735'	84,7	14	17	II	4	пл.	мв.	30

Примечание: плотность кроны: а. – ажурная, п. – плотная, пл. – полуажурная; повреждения: м.п. – механические повреждения, д. – дупла, с.с. – сухие сучья, н. – нарост, г. – губка, м.т. – морозобойная трещина, с. – смолоподтеки, о.в. – облом вершины, мв. – многовершиность, р. – рак серянка

В ходе выполненных изысканий установлено следующее. Зафиксированные значения диаметров сосны имеют значения от 63,2 до 117 см. Обследованные деревья по категории состояния отнесены к сильно ослабенным с наличием сухих сучьев, дупел и наростов вследствие неправильно проведенных уходов. Декоративность оценивалась по 4-бальной шкале. Средний балл составил 2,4, что характерно для деревьев с заметным угнетением в росте и развитии, при деформации кроны и ствола. Плотность кроны большинства деревьев ажурная, просветы составляют 50 % и более. Выявлены поражения отдельных деревьев корневой губкой у основания ствола в местах поранений,

отмечены сухобочины. Стволы старовозрастных сосен сбежистые, кривые, многовершинные с множеством механических повреждений, в том числе и кроны.

Для определения возраста дерева использовался возрастной бурав. Отбирали керны, которые в дальнейшем использовали для последующего дендрохронологического анализа ростовых процессов. В камеральных условиях строили древесно-кольцевые ряды по образцам, отобранным в ходе осмотра и обследования [4], [5]. В результате камеральной обработки данных для каждого отобранного образца построены древесно-кольцевые хронологии (рис.).

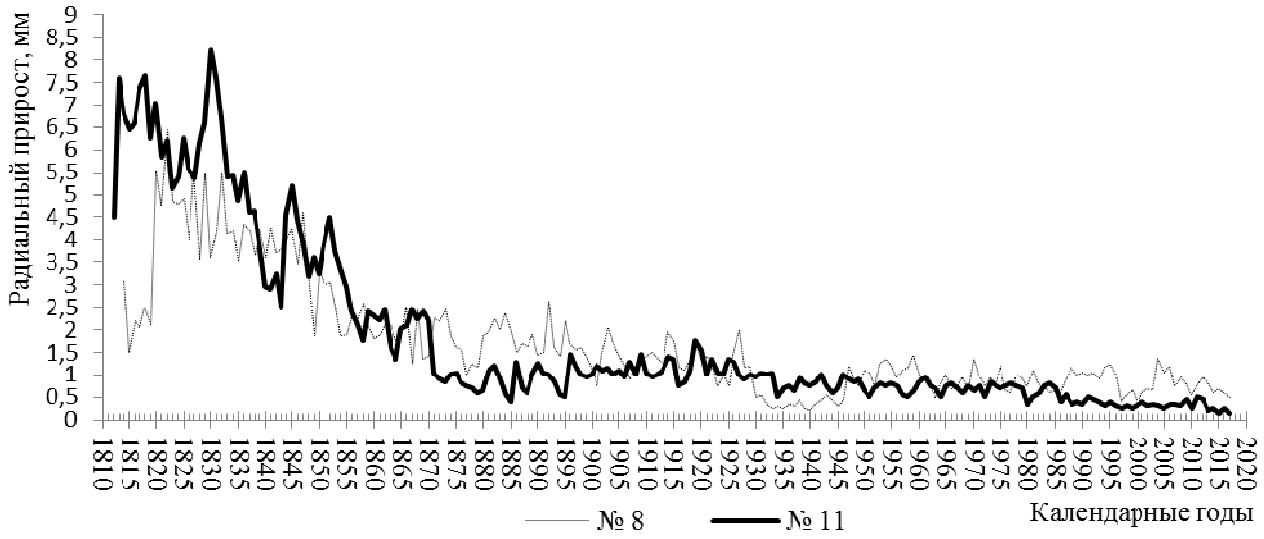


Рис. Динамика радиального прироста сосны обыкновенной (инвентарный № 8, № 11)

Общая продолжительность построенных древесно-кольцевых хронологий для отобранных экземпляров составила:

- инвентарный № 11 – 205 лет;
- инвентарный № 8 – 204 года.

Динамика радиального прироста отражается в чередовании подъемов и спадов ширины годичных слоев на протяжении всех стадий развития растений. Такой характер роста обусловлен влиянием как климатических, так и антропогенных факторов (автодороги, деятельности человека). Спектральный анализ показал, что в полученных древесно-кольцевых хронологиях содержится довольно большое количество циклов длительностью от 2 до 50 лет. В тоже время длительность коротких циклов в диапазоне до 11 лет имеет существенные различия, что позволяет нам судить о значительном влиянии антропогенных факторов на жизненное состояние растений и их ростовые процессы. На момент учетных работ значения радиального прироста характеризуются минимальными значениями, что вызвано не только возрастом обследуемых экземпляров.

Полученные данные позволяют нам обосновать и предложить следующие рекомендации по содержанию и сохранению этих ценных, в историческом плане, экземпляров старовозрастных сосен. По результатам обследования необходимо лечение поранений и обработка стволов арбофлексом, удаление сухих сучьев, мониторинг за жизненным состоянием старовозрастных сосен, установка светоотражающих элементов у стволов деревьев.

1. Об охране парков, типичных ландшафтов, геологических и палеонтологических памятников природы в Вологодской области: [Решение исполнительного комитета Вологодского областного совета народных депутатов трудящихся 29 января 1963 № 98].

2. Об утверждении положений о памятниках природы «Старый парк» в деревне Восное, «Старый парк» в поселке Даниловское, «Старый парк» в селе Михайловское, «Сосновая аллея» Устюженского муниципального района Вологодской области: [Постановление правительства Вологодской области от 14.04.2009 № 632].

3. Зябченко, С.С. Сосновые леса Европейского Севера / С.С. Зябченко. – Ленинград, 1984. – 248 с.

4. Методы дендрохронологии. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учебно-методическое пособие / С.Г. Шиятов [и др.]. – Красноярск, 2000. – Ч. 1. – 79 с.

5. Мазепа, В.С. Пространственно-временная изменчивость радиального прироста хвойных видов деревьев в субарктических районах Евразии: автореф. дисс. … докт. биол. наук: 03.00.16 / Мазепа Валерий Семенович. – Екатеринбург, 1998. – 38 с.

ЛАБОРАТОРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПИТАНИЕМ *PTEROSTICHUS MELANARIUS* (COLEOPTERA, CARABIDAE)

Д.Н. Коткова
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

К числу практически значимых в природных сообществах групп беспозвоночных относятся жуки из семейства жужелиц (Carabidae). Род *Pterostichus* один из самых многочисленных в данном семействе, представители которого играют большую роль в регуляции численности многих беспозвоночных. Как в естественных, так и в городских условиях вид *Pterostichus melanarius* составляет ядро фауны, поэтому изучение его трофических особенностей важно для оценки роли в биоценозах. К тому же особенностям питания жужелиц на территории Вологодской области ранее была посвящена лишь одна работа [6].

Целью нашего исследования стало изучение трофических особенностей *Pterostichus melanarius*.

Pterostichus melanarius – вид с евро-сибирским ареалом, встречается от северной тайги до степей. На территории Вологодской области данный вид широко распространен и имеет высокую численность в разных типах природных сообществ [2; 3]. По классификации жизненных форм И.Х. Шаровой вид относится к зоофагам стратобионтам подстилочно-почвенным [3; 7].

Для установления некоторых закономерностей питания нами были отловлены имаго данного вида. Жуки (12 экземпляров) были помещены в пластиковые контейнеры 30х18 см. Они содержались как попарно (самец+самка, 6 экз.), так и индивидуально (6 экз.). Жужелиц собирали из-под укрытий на участках с сорно-рудеральной растительностью на территории г. Сокола. В качестве корма им предлагались потенциальные жертвы, которые были встречены в этих же укрытиях: высшие олигохеты (Lumbricomorpha), стебельчатоглазые (Stylommatophora), равноногие (Isopoda), жесткокрылые (Coleoptera), костянки (Lithobiomorpha), перепончатокрылые (Hymenoptera), а также рядом на растительности (полужесткокрылые (Hemiptera)). Вместе с этим жукам предлагали нетипичный для представителей семейства корм – сырое мясо. Каждый раз в условиях эксперимента жукам предлагался широкий спектр пищевых объектов одновременно. Проверка контейнеров производилась раз в 2 дня.

Нами отмечается, что вид, независимо от пола и предлагаемого спектра жертв, более охотно поедал представителей отрядов Lumbricomorpha и Stylommatophora. Однако и другие пищевые объекты, к примеру из отряда Coleoptera (стафилиниды и личинки жуков-щелкунов), привлекали самцов и самок, но гораздо реже (рис. 1, 2).

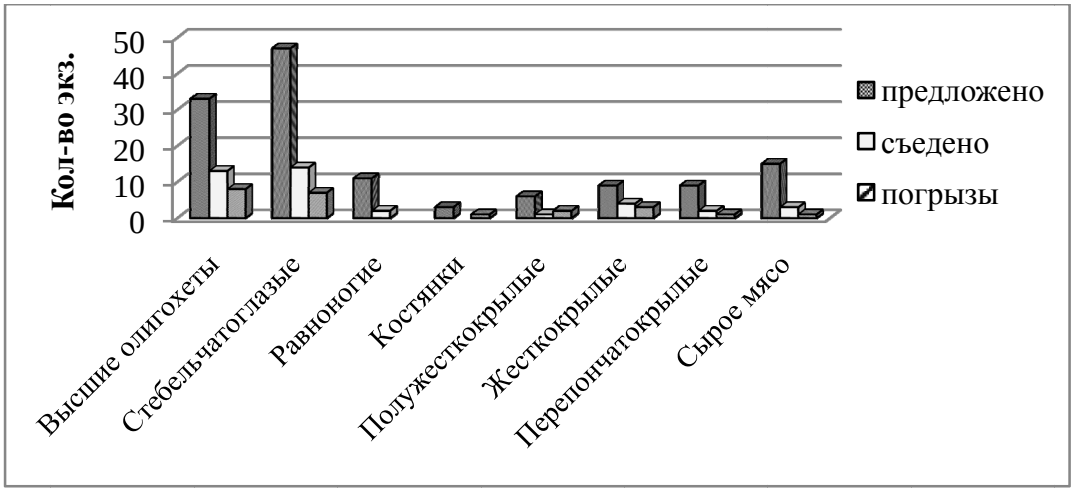


Рис. 1. Количественная характеристика питания самок Pterostichus melanarius в эксперименте

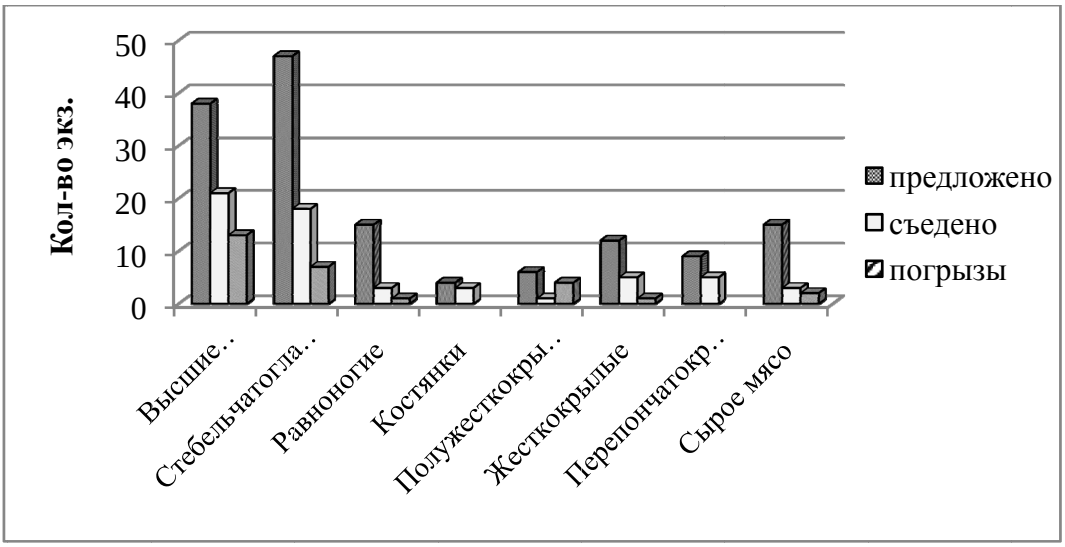


Рис. 2. Количественная характеристика питания самцов Pterostichus melanarius в эксперименте

В целом мы можем отметить, что жуки предпочитают в пищу малоподвижные кормовые объекты с мягкими кожными покровами.

Расчеты приблизительной массы пищевых объектов, съеденных *Pterostichus melanarius* в течение эксперимента, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количественная характеристика питания жужелиц в эксперименте

Вид	Пол, кол-во жуков	Приблизительная масса съеденных кормовых объектов, г
Pterostichus melanarius	Самка, 3	34,404
	Самец, 3	45,550
	Самка + самец, 6	40,537

На примере дождевых червей (высшие олигохеты) как самого поедаемого корма мы рассчитали приблизительное количество съеденных б/п в среднем за сезон (май–август) в расчете на 1 самца и 1 самку без наличия альтернативного корма и с выбором пищевого объекта соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Приблизительная оценка массы дождевых червей (высшие олигохеты), потребляемых *Pterostichus melanarius* в эксперименте

Пол	Без наличия альтернативного корма [6]		При наличии альтернативного корма	
Самец	Масса (г)	Кол-во, экз.	Масса (г)	Кол-во, экз.
	74,214	114	14,322	22
Самка	38,409	59	8,21	13

Проведена приблизительная оценка массы дождевых червей, потребляемых самками и самцами *Pterostichus melanarius* в биоценозах (табл. 3). Для

расчетов взяты полученные нами данные о численности жуков на территории города Сокола за три года полевых исследований (2014–2017 гг.).

Таблица 3

Приблизительная оценка массы беспозвоночных животных, потребляемых *Pterostichus melanarius* в биоценозах (при наличии альтернативного корма)

Год	Самка, экз.	Масса съеденных кормовых объектов (высшие олигохеты) за сезон, г	Самец, экз.	Масса съеденных кормовых объектов (высшие олигохеты) за сезон, г
2014	25	489	35	977
2015	48	939	94	2625
2016	63	1232	104	2904

С учетом лабораторных данных масса съедаемых жуками дождевых червей за сезон составляет от 1,5 до 4,1 кг. Это еще раз доказывает, что жужелицы являются весьма эффективными регуляторами численности беспозвоночных животных в биоценозах.

Как говорилось выше, данный вид формирует ядро населения жужелиц городских территорий в пределах различных природных зон. Поэтому мы использовали наши данные о питании вида *Pterostichus melanarius* в лабораторных условиях для приблизительной оценки массы дождевых червей, потребляемых жужелицами в городских сообществах на единицу поверхности (табл. 4). По нашим расчетам с 1 м^2 городской территории в течение сезона жуками может быть съедено от 60 до 360 г беспозвоночных.

Таблица 4

Приблизительная оценка массы беспозвоночных животных, потребляемых жужелицами в биоценозах

Город	Природная зона	Плотность жужелиц, экз./1 м^2	Приблизительная биомасса б/п, поедаемых жужелицами с единицы площади (1 м^2) за сезон, г
Томск [1]	Лесостепь	27,1	366
Казань [5]	Широколиственные леса	7,9	106,8
Екатеринбург [4]	Тайга	4,606	62,3

Таким образом, по данной работе можно сделать выводы:

1) Вид *Pterostichus melanarius* предпочитают в пищу малоподвижных беспозвоночных животных с мягкими покровами. Их доля составляет более 60 %.

2) В среднем за сезон (май–август), один самец *Pterostichus melanarius* способен съесть 22 особи дождевых червей, а самка – 13 при наличии альтер-

нативного корма. Низкая прожорливость самок по сравнению с самцами связана, скорее всего, с их низкой активностью на поверхности почвы.

1. Бабенко, А.С. Особенности населения жужелиц урбанизированных территорий в условиях сибирских городов / А.С. Бабенко, Н.И. Еремеева // Вестник Томского государственного университета. – 2007. – № 1. – С. 5-17.

2. Белова, Ю.Н. Особенности формирования карабидокомплексов в лесах на границе южной и средней тайги // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 2. – С. 132-137.

3. Белова, Ю.Н. Отряд жуки (жесткокрылые) – Coleoptera / Ю.Н. Белова // Разнообразие насекомых Вологодской области. – Вологда: Центр оперативной полиграфии «Коперник», 2008. – С. 48-136.

4. Вершинина, С.Д. Структура почвенной мезофауны в градиенте урбанизации / С.Д. Вершинина // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. – 2011. – Вып. 2. – С. 84-89.

5. Гордиенко, Т.А. Влияние рекреации на сообщества почвенной мезофауны лесопарковой зоны г. Казани / Т.А. Гордиенко, Д.Н. Вавилов, Р.А. Суходольская // Поволжский экологический журнал. – 2016. – № 2. – С. 144-154.

6. Коткова, Д.Н. Изучение питания преобладающих на территории города Сокола видов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) / Д.Н. Коткова // Материалы межрегиональной научной конференции X Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых учёных: в 3 т. – Вологда: ВоГУ, 2017. – Т. 2. – С. 67-71.

7. Шарова, И.Х. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae) / И.Х. Шарова. – Наука, 1981. – 360 с.

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ СЕЛА ИМЕНИ БАБУШКИНА

Я.С. Кускова
Научный руководитель ***Н.С. Колесова****, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Введение. Темпы антропогенной трансформации природной среды постоянно увеличиваются. Изменённая окружающая среда характеризуется стабильным присутствием новых элементов антропогенного происхождения, к которым относятся как транспортные магистрали, так и наземные транспортные средства. Глобальное расширение сети автодорог позволило некоторым зоологам рассматривать их как самостоятельную экологическую систему [1], [3].

Актуальность. Булавоусые чешуекрылые используют дорогу как миграционный путь, т.к. это открытый участок, упрощающий перемещение. По обочинам дорог растет большое количество энтомофильных растений, также привлекающих бабочек. Дороги оказывают и отрицательное воздействие: транспорт снижает численность животных в результате столкновений. Постоянное увеличение количества машин усиливает антропогенное давление на сообщества вблизи автодорог, что приводит к более сильным изменениям структурно-функциональных связей [2].

Влияние автомобильных дорог на животное население многие годы является объектом исследования. Проанализировано 8 работ, в том числе фондовые материалы кафедры биологии и экологии ВоГУ – под руководством Ю.Н. Беловой, Н.С. Колесовой и А.А. Шабунова. Количество гибнущих на дорогах животных высокое и во многом определяется интенсивностью и скоростью движения автомобилей. В Удмуртской Республике за летний период количество погибших от столкновения с автотранспортом шмелей в разных сообществах достигает 6–11 тыс. на 1 км дороги [3].

Цель – изучить влияние автомобильных дорог на булавоусых чешуекрылых с. им. Бабушкина. Для реализации цели поставлены следующие *задачи*: 1. проследить зависимость плотности сбитых особей от интенсивности движения автотранспорта; 2.проанализировать структуру животного населения сбитых особей; 3. оценить адекватность метода сбора сбитых булавоусых чешуекрылых для выявления видового богатства, населения и сезонной активности.

Материал и методы. Исследования проводились с период с 20.07–24.08. 2018 г. на территории села им. Бабушкина Бабушкинского района. На трёх маршрутах протяженностью 1 км на улицах Бабушкина, Восточной и Советском переулке в течение 30 мин. проводился учет сбитых животных разных систематических групп, среди которых особое внимание уделялось булаво-

усым чешуекрылым. Учеты проводились в периоды: 11:00–11:30, 14:00–14:30 и 15–15:30. Всего проведено 30 количественных учетов (по 10 дней на каждом из маршрутов). Всего зафиксировано 297 особей, из которых 140 – булавоусые чешуекрылые. Для контроля оценки сбитых особей в эти же сроки проводились учеты булавоусых чешуекрылых методом безвыборочного сбора на территории д. Холм, в 40 км. от исследуемой территории. Зафиксировано 513 особей, было проведено 32 учета (по 16 учетов на каждой площадке), из них использованы 10 дней, максимально близких для сравнительного анализа к срокам учета сбитых особей. Параллельно на протяжении всего учета (в течение 30 мин) оценивалось количество проезжающего транспорта. Также отмечались климатические факторы: во время учета в 2 часа дня фиксировалась температура воздуха и наличие осадков, если начинался дождь или сильный порывистый ветер – учёт прекращался.

Описание результатов. При анализе структуры животного населения на исследуемых маршрутах выявлены систематические группы животных. Преобладают насекомые, относительное обилие которых составляет 96,9%, среди них доминируют булавоусые чешуекрылые – 47,1%, 140 экземпляров 13 видов.

Aporia crataegi, Pieris brassicae – массовые виды и попадают под колеса автотранспорта чаще остальных видов (18% и 23% соответственно) (рис. 1). Однако редкий для нашей области *Vanessa atalanta* в это лето имела высокую численность, что повлияло на количество сбитых особей (34% из всех сбитых бабочек). Также два массовых в области вида (*Aphantopus huperantus* и *Nymphalis urticae*) имели высокую численность. Сравнительный анализ структуры населения булавоусых чешуекрылых д. Холм показал представленность в населении тех же доминантов, что и на обочинах дорог. Однако в д. Холм выявлено видовое богатство – 26 видов, что в 2 раза больше, чем на дорогах в селе имени Бабушкина (13), что совместно с большей выравненностью по обилию свидетельствует о большем видовом разнообразии и меньшем антропогенном воздействии на сообщества.

Во время исследования проводилась оценка влияния абиотических факторов на булавоусых чешуекрылых. Чем выше регистрировалась температура, тем наблюдалась большая активность особей и, соответственно, степени их перемещения. Это приводило к большим вылетам на проезжую часть, что повышало риск гибели. Температуры за время исследования колебались от 20°С до 27°С, максимум отмечен 10 августа, при низкой влажности. Чем интенсивнее и длительнее период дождей, тем меньше активность бабочек и меньше сбитых особей.

Фауна булавоусых чешуекрылых испытывает отрицательное влияние от рекреационного использования. Основной поток машин отмечен на ул. Бабушкина – главной проезжей части села (основная трасса Вологда – Бабушкино – Никольск), в отличие от переулка Советского, который имеет самый низ-

кий показатель интенсивности транспорта. На ул. Бабушкина самое большое количество проехавшего транспорта приходится на 24 августа. Советский переулок отличается наименьшим количеством машин – максимум отмечен 20 июля и составляет 5 ед./30 мин (рис. 2). Здесь отмечена и минимальная плотность погибших особей.

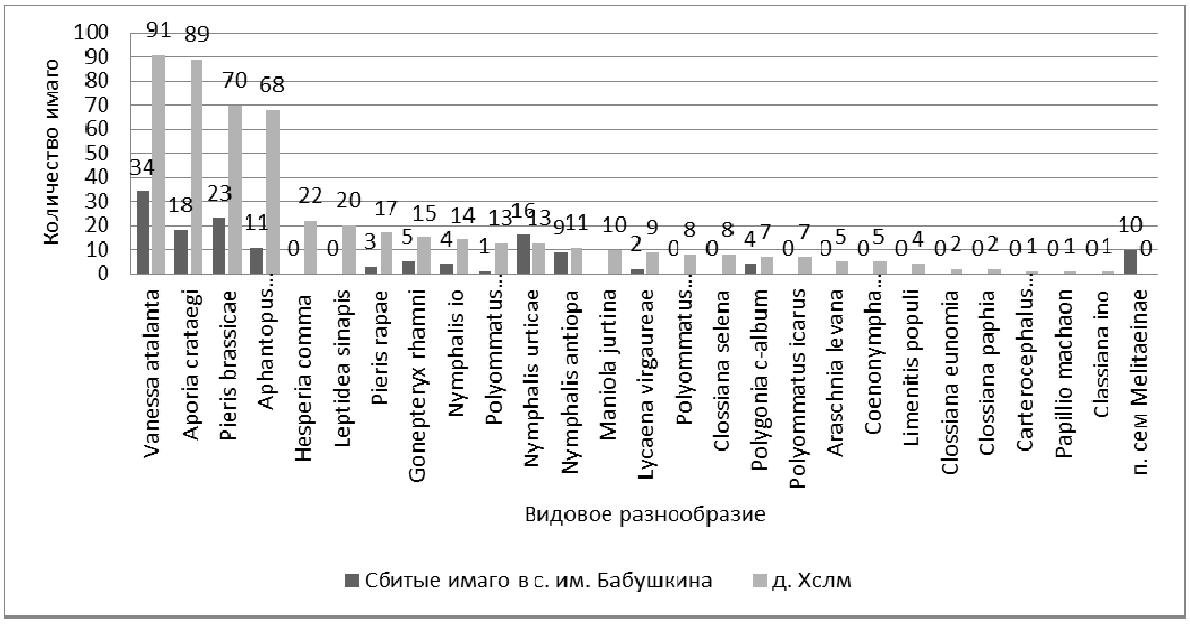


Рис 1. Структура населения булавоусых чешуекрылых

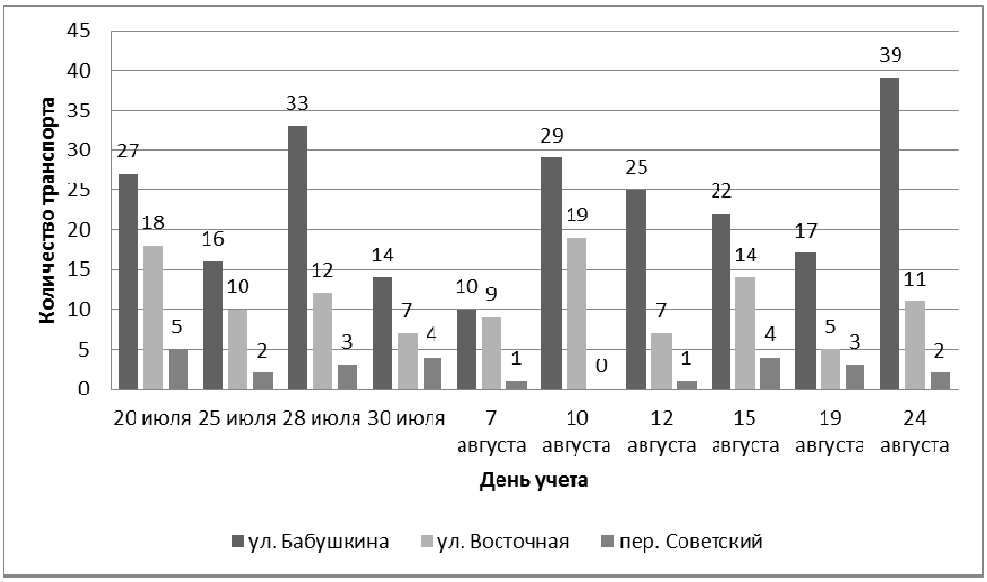


Рис. 2. Сезонная динамика автотранспорта

На модельном объекте, в качестве которого выбрана улица Восточная с максимальным количеством сбитых особей (рис. 3), показана корреляция динамики активности транспорта и сбитых особей: максимум отмечен 10 августа, минимум – 19 августа.

Анализ литературных источников также показал, что чем больше активность транспорта, тем больше количество сбитых особей. Однако на дорогах обнаруживаются не все насекомые, гибнущие от машин. После столкновения с автомобилями некоторые особи остаются на них, это характерно в первую очередь для двукрылых и чешуекрылых. Часть насекомых, прежде всего обладающих прочными жесткими покровами, от столкновений отлетают в придорожные канавы, где их обнаружение затруднено, потоками ветра туда же выносятся и бабочки.

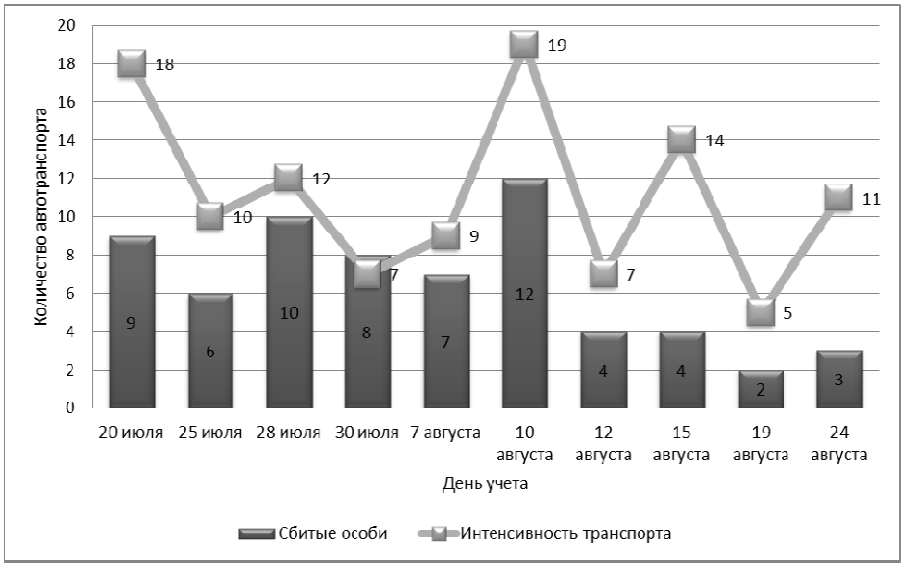


Рис 3. Влияние активности движения автотранспорта на численность сбитых животных

Таким образом, можно говорить о существенном негативном влиянии автотранспорта на животное население. Среди систематических групп животных, сбиваемых на дорогах, преобладают насекомые, относительное обилие которых составляет 96,9%, среди которых доминируют булавоусые чешуекрылые (47,1%) преимущественно массовых видов. Наблюдается положительная корреляция между активностью транспорта и плотностью сбитых особей, особенно в выходные дни, когда интенсивность движения максимальная. Метод сбора сбитых насекомых адекватен для выявления сезонной активности. Также он даёт информацию о видовом богатстве и населении, но не максимально возможную. Важно параллельно со сбором сбитых особей оценивать влияние абиотических факторов на активность. Интересным аспектом может быть параллельный с данным учетом анализ населения и плотности бабочек на прилегающей территории методом безвыборочного сбора и выявление относительного обилия гибнущих особей.

1. Резанов, А.Г. Трофические связи птиц с транспортными магистралями и наземным транспортом / А.Г. Резанов, А.А. Резанов // Русский орнитологический журнал, 2009. – Том 18. – С. 723-742.

2. Туданов, Р.А. Анализ метода учета шмелей на автомагистралях / Р.А. Туданов, Г.В. Ломаев // Университет им. В.И. Вернадского, 2008. – Том 1. – С. 12-17.

3. Туданов, Р.А. Гибель животных на дорогах в результате столкновения с автомобильным транспортом / Р.А. Туданов // Вестник Удмуртского университета, 2007. – № 10. – С. 39-46.

МОНИТОРИНГ МЕРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ИМАГО ПОПУЛЯЦИИ *CARABUS NEMORALIS* (COLEOPTERA, CARABIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ ПАРКА ВЕТЕРАНОВ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

Э.С. Рипенко
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Введение. Одним из широко используемых объектов исследований по изучению влияния антропогенных условий на организмы в их среде обитания являются представители семейства жужелицы (Carabidae) из отряда жесткокрылых (Coleoptera). Представители этой группы распространены в различных биотопах [1], имеют высокую численность [2] и являются хорошими биоиндикаторами почвенно-растительных условий. При этом показателями особенностей биотопов могут быть фауно-экологические показатели [3]. Также в качестве показателей особенностей местообитаний могут быть использованы популяционные признаки. Вопросы популяционной динамики представляют теоретический интерес, так как отражают особенности адаптации к конкретным условиям среды. Однако популяционные особенности у насекомых и жужелиц в частности изучены недостаточно [4].

Нами проведено исследование популяционных особенностей одного из самых многочисленных на территории г. Вологда видов жужелиц – *Carabus nemoralis*.

Carabus nemoralis – это хищный вид, преимущественно питающийся дождевыми червями [2]. Он распространен в странах Европы. В России отмечен в Европейской части, на Урале и Западной Сибири. Встречается в Казахстане, Киргизии. Также вид был ввезен на территорию Северной Америки, Новой Зеландии [5]. Для вида характерна смена типов местообитаний в ареале. Так, на юге вид обитает на открытых участках (агроценозы, в поймах рек), а в северной части встречается в городских парках, скверах и в лесах с сильной антропогенной нагрузкой [6]. По данным многих исследователей, вид является урбанофильным, то есть его численность в городских местообитаниях выше в сравнении с естественными и мало трансформированными [7]. Есть предположение, что в условиях европейского севера вид является синантропным [8].

Изучение вида *Carabus nemoralis* на территории г. Вологды проводились в п. Ветеранов. Выбор территории исследования определен тем, что она подвергается большой антропогенной нагрузке. Со всех сторон парк окружают автомобильные дороги, он активно посещается горожанами на протяжении всего года. Кроме того, на территории парка проводятся многолетние исследования напочвенных и почвенных беспозвоночных и накоплен довольно большой материал, который позволяет прослеживать динамику популяционных показателей отдельных видов за несколько лет.

Цель исследования. Проанализировать морфометрические показатели имаго *Carabus nemoralis* на территории парка Ветеранов города Вологды.

Материалы и методы исследования. В основе исследования лежат полевые материалы собранные автором почвенными ловушками Барбера в период 2015–2018 гг. А также сборы имаго *C. nemoralis* Е.В. Калашниковой вручную в 2013 г. Всего собрано и проанализировано 1071 особь.

Для собранных имаго жужелиц проведено определение пола, выполнены измерения имаго по 8 параметрам: длина и ширина надкрыльев, длина и ширина переднеспинки, длина и ширина головы, общая длина, масса тела. Для самцов и самок вида, собранных в разные годы, посчитаны средние значения измеренных признаков. Сравнение выборок имаго по среднему значению признака выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента. Для анализа изменчивости метрических параметров имаго *Carabus nemoralis* использовали коэффициент вариации.

Результаты и анализ. Проведен анализ динамики численности популяции *Carabus nemoralis* на территории изученного парка. Выявлено, что уловистость вида по многолетним значениям (с 2015 по 2018 гг.) равнялась 1,13 экз./ лов. – сут. (для 2013 г. показатели уловистости не рассчитывались).

Проведен анализ половой структуры популяции изучаемого вида на территории парка (табл. 1). В 2013 году жуков собирали вручную, в такой выборке самцы и самки представлены почти поровну. В последующие годы для сбора имаго применяли ловушки, которые, прежде всего, отлавливают самых активных особей. У жуков самцы более подвижны, чем самки, и поэтому именно самцы преобладают в сборах 2015–2018 гг.

Таблица 1

Половая структура имаго на территории парка Ветеранов города Вологды

Год	2013		2015		2016		2017		2018		Сумма	
Пол	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Количество	143	189	48	121	37	119	68	168	73	105	369	702
Доля(%)	46	54	29	71	24	76	20	80	41	59	34	66
Всего	332		169		156		236		178		1071	

Анализ морфологической изменчивости имаго показал, что средние значения измеренных параметров с 2013 по 2018 гг. уменьшаются (табл. 2). Мак-

симальные значения линейных признаков имаго отмечались в 2015 году, в дальнейшем происходила миниатюризация имаго. Хотя в 2018 году значения измеренных признаков вновь немного увеличились, однако не достигли значений 2015 года. Обращает на себя внимание то, что динамика значений линейных признаков и массы тела не связаны напрямую между собой. Наибольшие массы имаго отмечены в 2016 и 2017 годах, когда наметилась тенденция к снижению размеров жуков.

Таблица 2

Средние морфометрические показатели имаго на территории парка Ветеранов города Вологды

Год	2013	2015	2016	2017	2018
Самки					
Длина переднеспинки	5,06±0,08	5,43±0,19	5,36±0,07	4,18±0,03	4,23±0,03
Длина тела	26,27±0,46	31,2±0,9	25,64±0,16	21,22±0,09	21,08±0,1
Ширина правого крыла	2,26±0,06	2,85±0,08	2,14±0,07	1,9±0,02	2,09±0,02
Ширина левого крыла	2,2±0,04	2,81±0,08	2,04±0,06	1,92±0,02	1,9±0,02
Масса	187,94±4,79	184,81±12,97	284,97±14,63	250,17±7,71	207,8±5,1
Самцы					
Длина переднеспинки	5,12±0,06	5,68±0,1	5,25±0,04	3,98±0,02	4,07±0,02
Длина тела	26,1±0,34	31,4±0,58	25,6±0,1	19,55±0,06	19,72±0,08
Ширина правого крыла	2,26±0,04	2,94±0,05	2,28±0,24	1,79±0,01	1,9±0,02
Ширина левого крыла	2,22±0,03	2,79±0,06	2,16±0,04	1,78±0,02	1,66±0,02
Масса	171,4±2,24	211,53±8,88	217,8±4,09	276,65±7,36	199,66±3,77

Наиболее важными абиотическими факторами, влияющими на жизнь и развитие насекомых, в том числе жуков изучаемого вида, являются температура и влажность. Мы предположили, что такие линейные параметры имаго, как длина и ширина разных частей тела имаго, зависят от особенностей личиночного развития, и в частности от успешности роста личинок. Мы проанализировали характеристику погодных условий в месяцы, когда происходит развитие личинок, а именно в июле – августе с 2012 по 2018 год (табл. 3). При этом мы рассматривали влияние на метрические характеристики имаго того или иного года погодных условий предшествующего года, то есть периода, когда происходило развитие личинки. По нашему мнению, наибольшее влияние на размеры имаго оказывает влажность почв, оцененная нами через показатель числа выпавших осадков. Естественно предположить, что в годы с большим количество осадков влажность почв выше. Материалы исследования показывают, что развитие личинок в период с обильными дождями приводит к миниатюризации имаго.

Таблица 3

Характеристика погодных условий в период наблюдений по данным архива погоды (по данным сайта rp5.ru)

Год	ср. t˚C, (июль–август)	min t˚C, (июль–август)	max t˚C, (июль–август)	Количество выпавших осадков (мм) (июль–август)
2012	+16,4	+1,0	+30,9	42
2013	+17,0	+2,6	+28,6	85
2014	+17,3	+4,2	+30,6	83
2015	+14,9	+2,5	+25,8	118
2016	+18,7	+2,8	+29,4	149
2017	+16,4	+6,9	+29,2	167
2018	+17,7	+7,0	+28,5	151

Выводы. Численность вида на территории парка Ветеранов в городе Вологде стабильна (среднемноголетнее значение уловистости 1,13 экз./ лов. – сут.). Наиболее изменчивыми метрическими показателями являются ширина головы и масса тела. В выборке имаго, собранной с помощью ловушек Барбера, преобладают самцы. По нашим наблюдениям, одним из факторов, влияющих на линейные размеры тела имаго, является влажность почвы (определяемая количеством выпавших осадков) в период личиночного развития.

1. Дудко, Р.Ю. Вертикально-поясное распределение жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Северо-восточного Алтая / Р.Ю. Дудко, Д.Е. Ломакин // Сибирский экологический журнал. – 1996. – № 2. – С. 187-194.

2. Крыжановский, О.Л. Фауна СССР. Жесткокрылые / О.Л. Крыжановский. – Ленинград: Наука, 1983. – Т. 1, вып. 2. – 341с.

3. Мордкович, В.Г. Зоологическая диагностика почв лесостепной и степной зон Сибири / В.Г. Мордкович. – Новосибирск: Наука, 1977. – 109 с.

4. Феоктистов, В.Ф. Состав и экологическая структура населения жужелиц фитоценотических рядов в Мордовском заповеднике / В.Ф. Феоктистов // Фауна и экология беспозвоночных животных: Сб. тр. – Москва: Изд-во МГПИ им В.И. Ленина, 1978. – С. 53-57.

5. Кабак, И.И. Новые данные о распространении Carabus (Archicarabus) nemoralis Müller, 1764 (Coleoptera, Carabidae) на Северном Тянь-Шане / И.И. Кабак, Д.В. Власов // Евразиатский энтомологический журнал. – 2012. – № 11 (4). – С. 332.

6. Тимофеева, Г.А. Морфометрическая структура популяции жужелиц (COLEOPTERA, CARABIDAE) в антропогенных ландшафтах / Г.А. Тимофеева. – Казань, 2010.

7. Бенедиктов, А.А. Аборигены или вселенцы? / А.А. Бенедиктов // Экология и жизнь. – 2008. – № 4. – С. 77-78.

8. Алемасова, Н.В. Жужелицы как индикаторы антропогенного воздействия / Н.В. Алемасова / Вестник Мордовского университета – № 1. – 2009. – С. 8-9.

К ВОПРОСУ О МОРФОЛОГИЧЕСКОМ СОСТАВЕ КРОВИ МОЛОЧНЫХ КОРОВ

В.М. Смыслов
Научный руководитель ***Ю.Л. Ошуркова****, канд. биол. наук, доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Одной из ведущих отраслей агропромышленного комплекса Вологодской области является молочное скотоводство. Однако высокий генетический потенциал традиционной для области черно-пестрой породы коров реализуется не в полной мере. Интенсификация молочного скотоводства в условиях промышленной технологии часто приводит к ухудшению здоровья и значительному сокращению жизни коров. Продолжительность промышленной эксплуатации молочного скота в большинстве случаев не превышает 3–4 лактаций. Причинами снижения продуктивности является концентрация животных на ограниченных площадях, дефицит в рационах полноценных кормов, стрессы, нарушения обмена веществ. В таких условиях актуальной задачей становится своевременный мониторинг состояния здоровья организма животных.

Один из важнейших диагностических методов, применяемых в ветеринарии, – морфологический анализ крови. При оценке морфологического состава крови сельскохозяйственных животных важное значение принадлежит анализу эритроцитарных и лейкоцитарных показателей.

При этом приводимые в литературе данные по вышеуказанным показателям имеют противоречивый характер, не учитываются возраст, направление и уровень продуктивности. Однако на морфологические показатели крови существенное влияние оказывает не только физиологическое состояние животного (возраст, беременность, продуктивность), но и условия кормления, содержания, эксплуатации, а также среда обитания. Поэтому исследование морфологического состава крови необходимы для определения референтных величин, характеризующих соматическое здоровье молочного скота. Это позволит своевременно выявлять различные нарушения у животных в условиях промышленной эксплуатации и осуществлять необходимые лечебно-профилактические мероприятия, а также корректировать кормление и содержание скота.

В связи с этим целью наших исследований являлась оценка показателей морфологического анализа крови коров в разных хозяйствах Вологодской области.

Для достижения этой цели были поставлены задачи:

1) определить количество эритроцитов, лейкоцитов и лейкоцитарную формулу для некоторых хозяйств Вологодской области;

2) сравнить полученные результаты, выявить закономерности.

Материалы и методы. Исследуемая кровь была взята из хвостовой вены у клинически здоровых коров черно-пестрой породы в возрасте 2–4 лет в 5 хозяйствах Вологодской области: СХПК «Передовой» (группа 1), ОАО «Заря» (группа 2), ОАО «Заречье» (группа 3), ООО «Монза» (группа 4) и АО Племзавод «Заря» (группа 5). Для забора крови были использованы пробирки с антикоагулянтом ЭДТА.

Подсчет общего количества эритроцитов и лейкоцитов проводили при помощи камеры Горяева.

Лейкоцитарную формулу определяли в мазках, окрашенных по Паппенгейму, при увеличении 1000Х.

Полученные в ходе исследования результаты обрабатывали с помощью программного пакета Microsoft Excel. Значения полученных результатов представлены в виде M±m, где M – средняя величина, m – стандартная ошибка средней.

Результаты исследования. Для оценки морфологического состава крови коров в хозяйствах Вологодской области оценивали количество эритроцитов, лейкоцитов, относительное содержание палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов, эозинофилов, базофилов, моноцитов и лимфоцитов. Полученные результаты представлены на рисунках 1 и 2 и в таблице 2.



Рис. 1. Средние показатели количества эритроцитов здоровых коров в хозяйствах Вологодской области

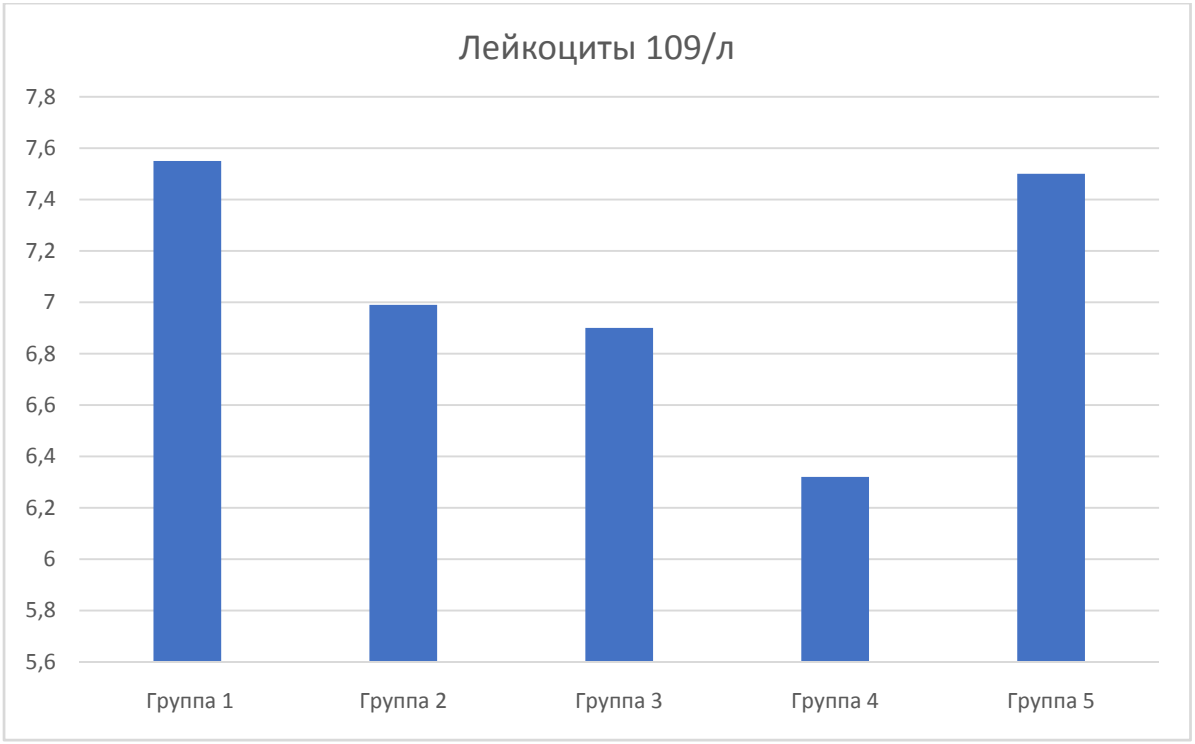


Рис. 2. Средние показатели количества лейкоцитов здоровых коров в хозяйствах Вологодской области

Таблица 2

Усредненные показатели качественного состава белой крови здоровых коров в хозяйствах Вологодской области

Показатель	Группа 1 (60 голов)	Группа 2 (60 голов)	Группа 3 (60 голов)	Группа 4 (30 голов)	Группа 5 (80 голов)
Палочкоядерные нейтрофилы,%	4,00±0,66	2,87±0,34	4,23±0,57	5,67±1,14	3,30±0,46
Сегментоядерные нейтрофилы,%	29,00±1,60	34,72±1,53	33,19±1,40	25,97±2,80	30,41±1,25
Эозинофилы, %	4,96±0,64	3,88±0,33	5,14±0,48	7,87±1,14	10,45±0,85
Базофилы, %	1,20±0,23	0,30±0,08	1,36±0,18	0,83±0,21	0,90±0,13
Моноциты, %	6,52±0,63	7,10±0,59	4,62±0,45	7,30±1,24	6,41±0,45
Лимфоциты, %	54,26±1,44	51,13±1,43	50,87±1,34	52,37±2,29	48,64±1,36

Сравнивая количество эритроцитов в крови коров хозяйств Вологодской области, можно отметить их повышенное содержание у животных всех опытных групп, кроме группы 4.

Количество лейкоцитов укладывалось в референсный диапазон, представленный в таблице 1.

Процентное содержание палочкоядерных нейтрофилов во всех группах, кроме группы 4, не совпало с нормами рекомендуемыми авторами, а сравнивая с референтным пределом, предложенным в «Гематологии сельскохозяйственных животных» [3], можно было бы отметить у всех коров регенеративный

сдвиг лейкоцитарной формулы влево, что является признаком воспалительной лейкограммы.

Количество сегментоядерных нейтрофилов в группах 1, 4 и 5 попадало в рамки нормативных значений, предложенные А.В. Васильевым [3], но значительно превышало нормы, предложенные другими авторами, что также может указывать на наличие воспалительных процессов в организме коров или стресс-лейкограмму [5].

По количеству эозинофилов сравнимы с нормой, предложенной авторами, оказались показатели только 4 группы, в группах 1, 2 и 3 их количество оказалось ниже, а в группе 5 выше предложенных большинством авторов [1], [2], [3], [4]. Повышение количества эозинофилов может свидетельствовать о наличии аллергической реакции, инвазии паразитов или отравлении микотоксинами, содержащимися в корме, а низкие значения могут указывать на начальную фазу инфекционно-токсического процесса или наличие стресс-гормонов.

Количество лимфоцитов в крови всех исследуемых групп животных было значительно ниже нормы, предложенной авторами «Ветеринарной гематологии» [4], что позволяет заподозрить у коров наличие вирусных заболеваний или нарушение структуры лимфоузлов. Количество базофилов и моноцитов также отличалось от норм, предложенных авторами (табл. 1).

Обобщая всё выше сказанное, можно сделать вывод: существует необходимость устанавливать свои референсные значения показателей гематологического анализа для каждого отдельно взятого хозяйства для более точного определения патологий у коров в Вологодской области.

1. Ветеринарная клиническая гематология: учебное пособие / Ю.Г. Васильев, Е.И. Трошин, А.И. Любимов. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 656 с.

2. Мейер, Д. Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика: пер. с англ. / Денни Мейер, Джон Харви. – Москва: Софион, 2007. – 456 с.

3. Васильев, А.В. Гематология сельскохозяйственных животных: учебное пособие / А.В. Васильев. – Москва: Сельхозгиз, 1948. – 448 с.

4. Симонян, Г.А. Ветеринарная гематология: учебное пособие / Г.А. Симонян, Ф.Ф. Хисамутдинов. – Москва: Колос, 1995. – 256 с.

5. Фомина, Л.Л. Общий клинический анализ крови у животных. Морфология и функция клеток. Патологические изменения морфологии клеток крови: учебное пособие / Л.Л. Фомина, Ю.Л. Ошуркова. – Вологда–Молочное: изд-во Вологодской ГМХА, 2016. – 123 с.

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ *LENTINULA EDODES*

Л.В. Толстая
Научный руководитель ***В.Н. Попов****, д-р биол. наук, профессор*
Воронежский государственный университет
г. Воронеж

Последние десятилетия производство шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) стремительными темпами развивается в Китае и других странах Восточной Азии. Этот ценный гриб, широко известный своими лечебными свойствами, выращивается также в Западно-Европейских странах по индустриальной технологии [2]. В связи с этим разработка совершенствования технологии промышленного культивирования в условиях Европейской части России является актуальной.

Целью работы являлось изучение влияния количества высокопитательных компонентов в растительном субстрате при производстве стерильных субстратных блоков для выращивания шиитаке.

Были поставлены следующие задачи:

1) выяснить влияние избыточного количества пшеничных отрубей на сроки плодоношения и структуру урожая плодовых тел шиитаке;

2) определить значимость влияния фактора концентрации в субстрате пшеничных отрубей в качестве высокопитательного компонента;

3) выявить количество отрубей, добавляемых в субстрат, которое определяется как избыточное.

Объектом исследования являлся промышленный штамм шиитаке 40–80 фирмы «Sylvan».

Для проведения исследований использовали метод производства стерильных субстратных блоков шиитаке, рекомендованный фирмой «Sylvan» применительно к штамму 40–80. Регистрация массы плодовых тел проводилась индивидуально с каждого блока непосредственно сразу после сбора урожая.

В ходе исследования был поставлен опыт, где субстратные блоки различались по содержанию высокопитательных компонентов. Также использовалась контрольная группа, не имевшая в составе субстрата фракции злаковых культур в виде зерна или отрубей (субстрат контрольной группы включал опилки дуба, лузгу подсолнечника, мел, воду).

Первая группа включала высокий процент содержания пшеничных отрубей: 16% от сухой массы субстрата. Вторая группа – 8% пшеничных отрубей. Третья группа включала лишь 4% от сухой массы субстрата. Прочие компоненты в опытных группах не имели различий, техника приготовления увлажнения и термообработки была идентичной согласно методике, изложенной в

инструкции фирмой «Sylvan» по приготовлению субстратных блоков. Все четыре группы субстратных блоков состояли из упаковок, содержащих 1,5 кг субстрата на момент, предшествующий стерилизации.

В послеинкубационный период проводилась индукция плодообразования по единой схеме: удаление полиэтиленовой плёнки и дождевание холодной водой при температуре 12 °С.

Через двое суток наблюдалось образование примордиальных структур в контрольной группе и двух опытных группах (№ 2 и 3).

С момента формирования зародышей было отмечено, что в третьей группе число зародышей преобладало количественно по отношению как к контрольной группе, так и группе № 2. Среднее количество зародышей на блоках представлено на рис. 1.

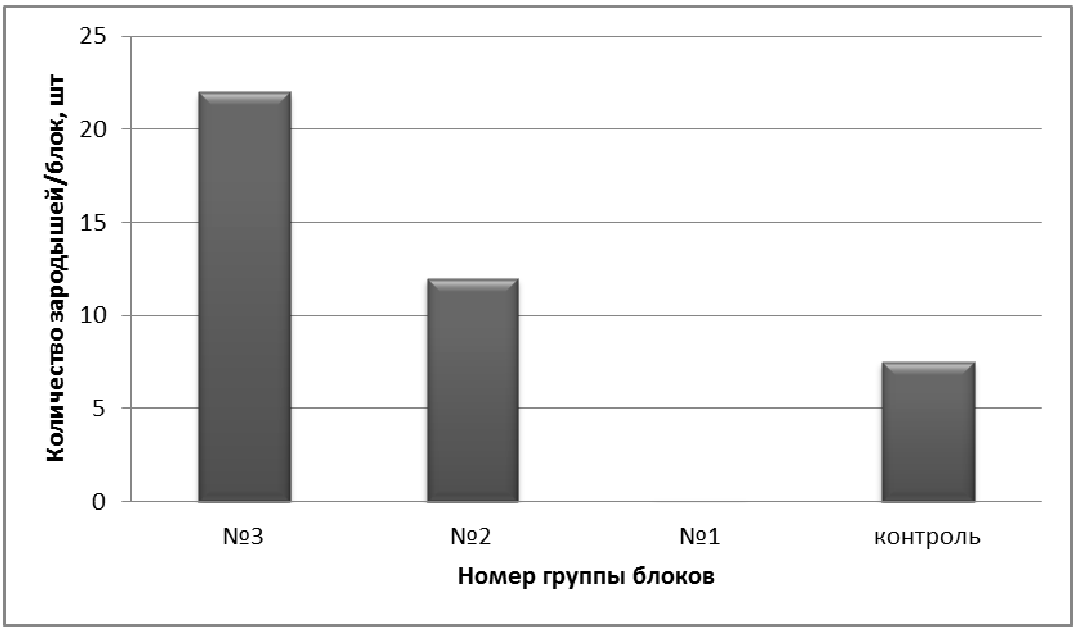


Рис. 1. Влияние состава субстрата на количество зародышей

Во всех группах размер плодовых тел оставался характерным для данного штамма, что объясняется формированием однородных параметров микроклимата внутри общей камеры для плодоношения, где проводился эксперимент.

Таким образом, результат показал, что различия по количеству зародышей плодовых тел и, как следствие, по объёму урожайности имеют корреляцию с долей высокопитательных компонентов в составе субстрата.

В продолжение опыта проводился контроль за сроками плодоношения как внутри опытных групп, так и в контрольной группе. Хорошо известно, что на сроки плодоношения шиитаке существенное влияние оказывает режим температурной индукции (температурный стресс-фактор) [1]. Прочие факторы, имеющие влияние на объём и структуру урожая, имеют меньшее значение в сравнении с температурным стресс-воздействием [3].

В связи с тем, что условия культивирования для всех групп были однородными, удалось выявить влияние фактора обеспечения потенциального урожая у различных по количеству высокопитательного компонента (отруби пшеницы) субстратов.

Было выявлено, что увеличение во второй группе количества отрубей по отношению к третьей проявляется в изменении структуры урожая, а именно: если в третьей группе первая волна урожая преобладала над второй и третьей волной сбора грибов, то добавление отрубей в количестве 8% смещало максимум урожайности на вторую волну. Третья волна плодоношения в обеих опытных группах демонстрировала тенденцию к снижению интенсивности плодоношения. Однако добавление пшеничных отрубей в количестве 16% являлось фактором, блокирующим формирование плодовых тел на протяжении длительного периода. Первые единичные зародыши грибов образовались лишь на 12–14 неделе от момента переноса блоков в камеру плодоношения. Весь предшествующий период субстратные блоки демонстрировали процессы, характерные для фазы вегетативного развития. Фаза плодоношения наступила с большим отставанием и, кроме того, сопровождалась отсутствием определённого биологического ритма формирования базидиом, поэтому развивающиеся плодовые тела разделить на волны плодоношения не представлялось возможным.

Таким образом, избыточное обеспечение субстратных блоков высокопитательными компонентами приводило как к отсрочке фазы плодоношения, так и к искажению ритма и структуры урожая.

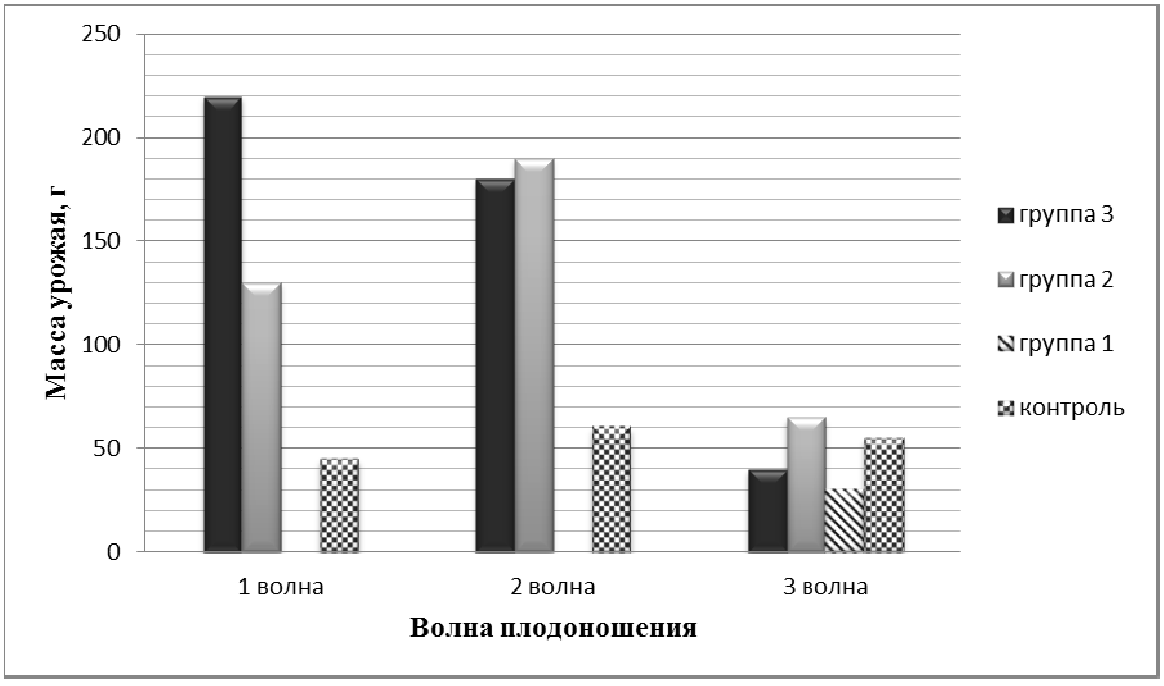


Рис. 2. Влияние объёма высокопитательных компонентов на структуру урожая шиитаке

На рис. 2 показано распределение массы собранных грибов в каждой из опытных групп при учёте по трём волнам плодоношения.

Результаты проведённых исследований в дальнейшем применяли при постановке опытов по разработке промышленной технологии культивирования шиитаке. Рекогносцировочные производственные испытания подтвердили полученные в эксперименте выводы.

Выводы:

1. Избыточное содержание высокопитательных компонентов имеет отрицательную корреляцию с показателем суммарной урожайности плодовых тел шиитаке в условиях культивирования на субстратных блоках.

2. Доля высокопитательных компонентов, присутствующая в субстратной композиции, является одним из ведущих факторов, определяющим сроки начала фазы плодоношения субстратных блоков шиитаке.

3. Добавление избыточного количества пшеничных отрубей (16%) существенно замедляет начало фазы плодоношения.

1. Гарибова, Л.В. Биология *Lentinus edodes* / Л.В. Гарибова [и др.] // Микология и фитопатология. – 1999. – Т. 33. – № 2. – 114 с.

2. Гуков, Г.В. Биологическая продуктивность *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler в Приморском крае / Г.В. Гуков, В.Г. Иванов, П.А. Комин // Вестник ИрГСХА. – 2012. – № 53. – С. 52-54.

3. Тишенков, А.Д. Культивирование шиитаке / А.Д. Тишенков // Школа грибоводства. – 2000. – № 1. – 27 с.

ПАРАЛЛЕЛИЗМ ТЕРИЗИНОЗАВРОВ С ПЛАТЕОЗАВРАМИ

Ю.В. Федорова

Научный руководитель ***Т.П. Рыжакина****, канд. ветеринар. наук, доцент*

Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Параллелизм – это эволюционное развитие генетически близких групп, заключающееся в независимом приобретении ими сходных черт строения на основании особенностей, унаследованных от общих предков. Параллелизм широко распространен среди различных групп организмов в процессе их исторического развития. В наше время есть множество примеров параллелизма в животном мире. Например, бипедальной локомоцией (способностью бегать на тазовых конечностях) обладают некоторые виды ящериц. К ним относятся плащеносные ящерицы (*Chlamydosaurus*), водные агамы (*Physignathus*), василиски (*Basiliscus*) [1]. До них такой способностью обладали архозавры. Например, эупаркерия [5]. К ящерицам с длинными рёбрами относятся летаю-

щие агамы из рода *Draco* [1]. Например, агама летающий дракон несколько похожа на вымершую ящерицу кюнезавра [6]. Эти виды могли планировать на длинные дистанции. Но и у древних животных была параллельная эволюция по отдельным структурам организма. Например, двупалыми были не только тираннозауриды [7], но и компсогнаты [3], шилезавры [2] и *Balaur bondoc* [4], а булава на конце хвоста развивалась у шунозавра [8] и анкилозаурид [9]. В данной работе рассматривается параллельная эволюция терезинозавров и платеозавров.

Целью работы являлось выявление параллелизма между теризинозаврами и платеозаврами.

Предком теризинозавров был фалкарий. Всеяден. В строении головы выделяют предглазничную ямку и глазничное кольцо. Шея длинная. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями, а тазовые – четырёхпалые. Относился к полуящеротазовому и полуптицетазовому типу. Вилочка присутствовала. Хвост длинный [10].

Строение теризинозавров. Алксазавр. Небольшого размера травоядное животное. Зубы листовидной формы с зазубринами. Шея длинная. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями, тазовые – четырёхпалые. Относился к ящеротазовому типу. Имелась вилочка. Хвост средней длины [11].

Эрлианзавр**.** Небольшого размера, травоядный. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями. Тип неизвестен [12].

Янчангозавр. Небольшого размера, травоядный. Имел две предглазничные ямки и глазничное кольцо. Глазницы крупные. Возможно, вёл сумеречный образ жизни. Зубы листовидной формы с зазубринами. Шея длинная. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями, тазовые – четырёхпалые. Относился к полуящеротазовому и полуптицетазовому типу. Имелась вилочка. Хвост длинный [13].

Бейпиаозавр. Был травоядным. Имел предглазничную ямку и глазничное кольцо. Зубы листовидной формы с зазубринами. Шея длинная. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями. Относился к полуящеротазовому и полуптицетазовому типу. Имелась вилочка. Хвост средней длины [14].

Нотроних. Был травоядным. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями, тазовые – четырёхпалые. Относился к птицетазовому типу. Конец лобковой кости был загнут вперёд, соединялся с седалищной костью. От подвздошной кости отходил отросток. Имелась вилочка. Хвост короткий [15].

Сегнозавр. Был травоядным. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями, тазовые – четырёхпалые. Относился к птицетазовому типу. Конец лобковой кости был загнут вперёд, соединялся с седалищной костью. От подвздошной кости отходил отросток, направленный внутрь [16].

Наншиунгозавр. Был травоядным. Относился к птицетазовому типу [17]. Теризинозавр. Был травоядным. Имел предглазничную ямку и глазничное кольцо. Зубы листовидной формы с зазубринами. Зубы на верхней челюсти

начинались с середины. Шея длинная. Шейные позвонки утолщены. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями (70 см), тазовые – четырёхпалые. Относился к птицетазовому типу. Лобковая кость соединена с седалищной. От подвздошной кости отходил отросток. Имелась вилочка. Хвост короткий [18].

Строение платеозавров. Платеозавр. Был травоядным. Имел предглазничную ямку. Зубы листовидной формы с зазубринами. Шея длинная. Конечности пятипалые. Относился к ящеротазовому типу. Вилочка отсутствовала [19].

Анхизавр. Небольшого размера, травоядный. Имел предглазничную ямку. Зубы листовидной формы с зазубринами. Шея длинная. Конечности пятипалые. Относился к ящеротазовому типу. Вилочка отсутствовала [20].

Лессемзавр. Был травоядным. Имел предглазничную ямку и глазничное кольцо. Зубы листовидной формы с зазубринами. Шея длинная. Конечности пятипалые. Относился к ящеротазовому типу. Вилочка отсутствовала [21].

Сейтаад. Небольшого размера, травоядный. Конечности пятипалые. Относился к ящеротазовому типу. Вилочка отсутствовала [22].

Сравнение теризинозавров с платеозаврами представлено в таблице 1. Сходство включает длинную шею, листовидные зубы с зазубринами, наличие предглазничной ямки и глазничного кольца. Лопатка узкая. Грудная клетка широкая. Ящеротазовый тип. Отличия заключаются в том, что у теризинозавров шейные позвонки утолщены, поперечные отростки короткие, широкие. Таз широкий. Грудные конечности трёхпалые с длинными когтями, тазовые – четырёхпалые. Пальцы длинные. Короткий хвост. Птицетазовый, полуящеротазовый и полуптицетазовый тип. Ходили на двух конечностях. Имелась вилочка. У платеозавров шейные позвонки были тоньше, поперечные отростки длинные, узкие. Конечности пятипалые. Пальцы короткие. Таз узкий. Ящеротазовый тип. Могли ходить как на четырёх, так и на двух конечностях. Отсутствовала вилочка.

Таблица 1

Обобщённая таблица параллелизма у теризинозавров с платеозаврами

Части скелета	Фалкарий (предок теризинозавров)	Теризинозавры	Платеозавры
Череп	Предглазничная ямка, глазничное кольцо		
Зубы	Острые, конусовидные	Листовидные с зазубринами	
Шея	Длинная		
Толщина шейных позвонков	Утолщены		Тонкие
Поперечные отростки	Короткие, узкие	Короткие, широкие	Узкие, длинные
Остистые отростки	Отсутствие	Широкие, короткие или отсутствие их	Короткие, узкие
Грудная клетка	Широкая		

Окончание табл. 1

Части скелета	Фалкарий (предок теризинозавров)	Теризинозавры	Платеозавры
Лопатка	Узкая		
Вилочка	Присутствует		Отсутствует
Грудные конечности	Трёхпалые, длинные пальцы с длинными когтями		Пятипалые пальцы – короткие
Тазовые конечности	Четырёхпалые		Пятипалые
Таз	Полуптицетазовый и полуящеротазовый		
		Ящеротазовый	
		Птицетазовый	
	Широкий		Узкий
Хвост	Длинный	Короткий	Длинный
Тип хождения	На двух конечностях		
			и четырёх
Тип питания	Всеядный	Растительноядный	

В результате анализа иллюстративного материала, обнаруженных палеонтологами скелетов или их частей можно сделать следующие выводы.

Теризинозавры схожи с платеозаврами по строению черепа (предглазничная ямка, глазничное кольцо), зубов (листовидные с зазубринами), шеи (длинная); длине остистых отростков (короткие), грудной клетки (широкая), форме лопатки (узкая), типу таза (ящеротазовый), типу хождения (на двух конечностях), типу питания (растительноядный). Возможно, теризинозавры являлись бы новой линией, которая в дальнейшем могла эволюционировать в новый тип зауропод.

1. Гуржий, А.Н. Ваш террариум / А.Н. Гуржий. – Москва: Вече. – 2005. – 240 с.

2. Chilesaurus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.paleonews.ru/index.php/new/544-chilesaurus.

3. Диксон, Д. Всемирная энциклопедия динозавров / Дугал Диксон; пер. с англ. Н. Мироновой. – Москва: Эксмо. – 2009. – 256 с.

4. Balaur bondoc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Balaur_bondoc.

5. Эупаркерия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/.

6. Кюнеозавр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://batrachos.com/wiki/lepidosauromorpha.

7. Тираннозаури́ды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/

8. Shunosaurus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Shunosaurus.

9. Анкилозауриды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/.

10. Фалкарий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%

11. Alxasaurus elesitaiensis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/

12. Erliansaurus [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Erliansaurus

13. Jianchangosaurus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Jianchangosaurus

14. Beipiaosaurus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Beipiaosaurus

15. Nothronychus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Nothronychus

16. Сегноза́вр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://yourblog.in.ua/segnozavr.html

17. Nanshiungosaurus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/

18. Теризинозавр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dinosaurs.afly.ru/therizinosauria/195

19. Платеозавр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dinopedia.ru/dinosaur.php?id=53

20. Анхизавр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dino–all.ru/anhizavr.php

21. Lessemsaurus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Lessemsaurus

22. Сейтаад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Берсенев И.О. Разработка установки для экспериментального моделирования изнашивания 4

Гольбрайх Д.М. Развертка с увеличенным диапазоном регулировки рабочего размера 8

Зайцева В.Н. Автоматизация расчета себестоимости блок-контейнеров 12

Залесова И.А. Инструментальное обеспечение фрезерных станков с числовым программным управлением 15

Макаров А.Г. Инструментальное обеспечение долбежных станков с ЧПУ 19

Осипов Д.Р. Использование онлайн-сервиса для исследования характеристик машин 22

Пивень Г.Ю. Анализ структуры и свойств твёрдых сплавов с железной связкой 26

Секция «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

Алимова А.Н. Исследование надежности аппаратов низкого напряжения и его особенности 30

Балашов Е.П. Повышение энергоэффективности функционирования подстанции 35/10 КВ 33

Беликов С.Н. Способ автоматизированного расчета замены неизолированного провода на воздушных линиях 36

Белозерова В.А. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии бытовых потребителей 39

Белых С.М. Обучающая программа для расчета режимов в электрических сетях 42

Быстров А.И. Повышение эффективности работы бревно-поворотного станка путем регулирования напряжения 44

Вологдин П.А. Анализ элементов цифровых подстанций 48

Вязников И.В. Набор данных фотоплетизмограммы для системы мониторинга артериального давления 51

Голицын А.М. Мониторинг и управление электрическими нагрузками посредством беспроводных датчиков электроэнергии 55

Гресев А.А. Управление подводного робота 58

Дроздова С.А. Повышение эффективности ремонтов электродвигателей на основе ультразвуковых явлений 60

Иванова М.А. Внедрение автоматизированной информационно-измерительной системы учета электроэнергии 63

Кичигина Е.М. Пути оптимизации режимов сельской электрической сети 66

Лапшин Д.А. Оценка оптимального варианта подключения сенсоров в различных помещениях бюджетного образовательного учреждения..... 69
Лобов И.Р. Увеличение срока службы биохимического анализатора с использованием стабилизатора напряжения..... 73
Логинов К.В. Компенсация реактивной мощности с помощью FACTS..... 75
Макаров А.А., Богошевич С.Н. Система наружного освещения парка «Осановская роща»..... 79
Маташкин В.С. Цифровые подстанции..... 82
Мороз П.А. Способы повышения эффективности отопления на подстанции..... 86
Олейникова Е.А. Проблема оптимизации потерь электроэнергии..... 90
Осипов Н.А. Симметрирование нагрузки деревообрабатывающего предприятия с решением вопросов запуска и самозапуска электродвигателей..... 93
Перегудов О.А. Математическая модель поверочного расчёта вентильно-индукторной электрической машины..... 95
Петров Т.И. Разработка метода проектирования синхронных двигателей с постоянными магнитами для привода станков-качалок..... 100
Синовац С.П. Повышение эффективности городской электрической сети... 104
Черняев Н.В. Оптимизация энергопотребления в корпусе Вологодской областной клинической больницы..... 107
Шляхто М.С. Разработка математической модели движения экзоскелета, управляемого электроприводом..... 109
Шмаков Д.Н. О возможности повышения эффективности производственного освещения..... 113
Шубин И.П. Организация энергосберегающих мероприятий в муниципальных образованиях..... 117

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

Быкова Е.Д. Информационное обеспечение танцевальной студии..... 120
Вальченко В.О. Применение технологии AJAX и текстового формата обмена данными JSON..... 124
Вихрова М.В. Применение частотных словарей для пополнения англоязычного лексического запаса..... 126
Воробьев А.М. Облачная приватная сеть..... 129
Егоров А.Н. Многоагентная система для обработки контекстной информации..... 134
Кинякин К.С. разработка проекта осмысленного взаимодействия человека с роботом NAO..... 138
Киселица А.Л. Система мониторинга библиотечных фондов общеобразовательных организаций..... 141

Кузьменко М.Н. Геоинформационные технологии в системе мониторинга городских зеленых насаждений 144
Мурзаков Э.А. Оптимизация алгоритмов выполнения операций в микроконтроллерах 148
Погорелец А.В. Разработка автоматизированной системы документооборота ООО «Строительная компания» 151
Притыченко И.А. Интернет-магазин цифровых ключей компьютерных игр .. 154
Прусаков Д.М. Промышленный интернет вещей как способ автоматизации производств 158
Сенченко Д.А. Автоматизация работы кафе на базе веб-приложения 161
Сергеев А.С. Комплексный анализ сети с помощью современных моделирующих комплексов в обучении 163
Сорокин А.Л. Разработка социальной подкаст-платформы 166
Степуков Н.С. Применение интеллектуальных агентов для моделирования алгоритмов поиска в пространстве состояний 169
Титов М.С. Выбор способа построения маршрута в приложении 172
Фомичев П.С. Выбор искусственной нейронной сети для прогнозирования временных рядов 175
Шумило Н.А. Использование геоинформационных технологий для ведения реестра рекламных конструкций в городе Вологде 177

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

Амиров Э.Э. Анализ технологичности устройства монолитной фундаментной плиты с пустотообразователями 182
Быков И.Е., Хмелёв А.А. Применение методов фотограмметрии при выполнении исполнительной съемки строительного объекта 186
Дмитриева А.А. Систематизация основных этапов реконструкции и перепрофилирования промышленных зданий 190
Завгородняя Д.В. Использование беспилотного летательного аппарата в строительстве 195
Калабанов В.А. Оптимизация и выбор свайного фундамента под малоэтажное строительство 198
Куражова Ю.В. Исследование геодезической сети города Вологды и Вологодской области 201
Ночевалова Ю.А. Прогрессирующее обрушение многоэтажных зданий с металлическим каркасом 206
Олейник Е.С., Олейник К.С. Влияние параметров здания на характеристики энергосбережения 209
Стеблева И.В. Инновации в межевании застроенных территорий 212
Щавина А.В. Исследование способов повышения звукоизоляции межквартирных перегородок 216

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

Иньков А.Э. результаты обследования учебных корпусов областного училища искусств и художественных ремесел им. В.В. Верещагина в г. Череповце 221

Каберов Д.А. Оценка несущей способности и жесткости балок из тонкостенных оцинкованных профилей 225

Корепина И.А. Расчет щелевых фундаментов глубокого заложения по осадке 228

Кузнецова Н.А. Оценка конструктивного решения высотного здания с учетом прогрессирующего обрушения 232

Насоновская А.Н. Разработка конструкций панелей для холодных кровель 236

Соболева Е.В. Расчет буронабивных висячих свай с уширениями 240

Сысоева Е.А. Конструкция покрытия теннисного корта 244

Фетюков А.Г. Технологические приемы повышения прочности арболита .. 247

Чекулаева Т.Н. Расчет ребристой фундаментной плиты ребрами вниз 251

Шевцов Л.С. Анализ надежности железобетонной балки по длине трещины возможностным методом 254

Секция «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Березина Л.С. К разработке нового горелочного устройства комбинированного типа 258

Ванюшин А.А., Макаров А.А. Оценка эффективности отопления помещения 261

Евстафьева А.А. Использование пара утилизационных установок для подогрева питательной воды 264

Казакова Е.Д. Анализ современных теплоизоляционных материалов, применяемых для трубопроводов теплосетей 267

Куницкий В.А., Кузнецова Е.Ю., Юхтарова О.С. Исследование неравновесных процессов 271

Трапатанов А.Д. Моделирование и оптимизация процесса нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком 273

Чистяков Л.В. Исследование эффективности регенеративного теплообменника для защиты органов дыхания 277

Юхтарова О.С., Куницкий В.А., Виноградов П.А. Энергетическая функция неравновесного состояния (мера неравновесности системы) 280

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

Абрамов А.С. Обезжелезивание подземных вод 283
Батова А.В. Анализ современного состояния систем водоснабжения малых населённых пунктов 286
Брыгин А.Ю. Исследование эффективности работы биореактора в полупромышленных условиях 289
Киценко А.П. Разработка регламента работы очистной станции водоподготовки г. Вологды 292
Краева О.Н. Оптимизация работы очистных сооружений малой производительности 295
Крылова Ю.В. Анализ применяемых технологий очистки сточных вод, образующихся с автомобильных дорог 299
Силинский В.А. Предложения по эффективности проведения электролиза на минерализованных подземных водах 303
Смирнов К.В. Предложения по подготовке технической воды на предприятиях целлюлозно-бумажного производства 306
Стоюшко К.М. Проблемы обеспечения качественной питьевой водой населения города Вытегры 309
Яцкович А.А. Оценка эффективности использования замутнителей при коагуляции примесей воды 313

Секция «АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ»

Альтапова А.А. Послойный анализ исторического квартала городе Вологде 316
Вайнило С.Н. Выявление приёмов регенерации фабрики «Бельфор» в городе Ярославле 319
Герасимовская Е.Н. Исследование проблемы соседства в пределах квартальной застройки 323
Нилова Г.С. Эволюция исторической городской среды и её влияние на безбарьерность 327
Петроченко Ю.Е. Методология проектирования музея культуры в Матере, Италия 331
Романова А.О. Влияние реализации «Дорожной карты» в сфере кадастра на формирование городов 335
Тимофеева Е.Г. Комплексный градостроительный анализ постиндустриальной территории хладокомбината в г. Вологде 339
Шпигина А.В. Методика послойного анализа исторической городской среды Вологды 344

Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Берсенева Л.В. Оценка качества посадочного материала сосны скрученной 349

Горлищева М.А. Анализ структуры и состава лесов Спасского лесничества Тарногского лесхоза Вологодской области 352
Заступов Н.Д. Пиролитический способ переработки полимерных отходов.... 355
Иванов С.Л. Влияние процессов выветривания на состояние геологического наследия 359
Иванова Е.С., Копылов Д.С. Ртуть и другие тяжелые металлы в почве и биоте в районе Череповецкого промышленного комплекса 363
Ионова Е.Д. Исследование микробиологических параметров почв в кедровых насаждениях Грязовецкого района 366
Карпуничев А.В. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения 369
Кашалкина Ю.А. Повышения эффективности работы водоочистных сооружений города Сокола 374
Кудреванов Н.А. Предпосылки уровской эндемии в Вожегодском районе Вологодской области 377
Макарова Д.И. Выделение репрезентативных участков в арендной базе лесозаготовительного предприятия 380
Падерина С.Н. Анализ состава лесов Верхнетоемского лесничества Архангельской области 382
Попов А.В. Разработка технологии безотходной переработки древесных отходов Вологодской области 386
Рустамов М.Ю. Влияние характеристики торфа на его адсорбционную способность 389
Федотовская Г.А. Применение новых технологий для улучшения качества питьевой воды в сельском поселении Подболотное 393
Фролов А.С. Оценка пейзажной выразительности городского парка 396
Харева И.А. Влияние ацетата меди на прорастание семян *Alisma Plantago-Aquatica* L. 398
Чежина Е.П. Подземные воды Бабушкинского района Вологодской области 402
Шешерина М.А. Основы защиты окружающей среды от различных загрязнителей 405

Секция «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Баданина Л.Н. Об истории изучения орнитофауны г. Вологды 409
Ваничева П.Е., Короткова Т.Б. Оценка толерантности врановых птиц города Череповца к человеку 413
Ермаков А.В. Инвентаризация фондовой коллекции мохообразных кафедры биологии и экологии ВоГУ 417

Калининский А.В. Сравнительная характеристика морфометрических особенностей гнёзд *Formica rufa* и *F. Polyctena* на территории Вологодской области 421
Корнилова А.И., Румянцева О.Ю. Транспорт ртути по трофическим цепям в Череповецком районе 426
Корякина Д.М. К вопросу оценки и сохранения объектов исторического наследия 430
Коткова Д.Н. Лабораторные наблюдения за питанием *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) 433
Кускова Я.С. Влияние автомобильных дорог на булавоусых чешуекрылых села имени Бабушкина 438
Рипенко Э.С. Мониторинг мерических признаков имаго популяции *Carabus nemoralis* (Coleoptera, Carabidae) на территории парка Ветеранов города Вологды 442
Смыслов В.М. К вопросу о морфологическом составе крови молочных коров 446
Толстая Л.В. Влияние количества пшеничных отрубей на урожайность *Lentinula edodes* 450
Федорова Ю.В. Параллелизм теризинозавров с платеозаврами 453

Научное издание

XII ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Материалы межрегиональной научной конференции
(Вологда, 19–23 ноября 2018 г.)

Том I
Естественно-техническое направление

Редактор О.М. Ванчугова
Оригинал-макет подготовлен С.В. Кудрявцевым

Подписано в печать 13.12.2018.
Формат 60×90 1/16. Бумага офисная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 29,0.
Тираж 100 экз. 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