Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Вологодский государственный университет

XV ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Материалы
Всероссийской научной конференции

(Вологда, 23 ноября 2021 г.)

Том I

Вологда
2021

УДК 001(06)
ББК 72
П99

Утверждено научным советом ВоГУ

Редакционная коллегия:

А. А. Синицын (главный редактор), А. М. Прахова,
В. А. Горбунов, А. Н. Швецов, А. С. Степанов, В. А. Раков, А. Н. Андреев,
С. Б. Федотовский, С. В. Колобова, Н. М. Дементьев, Л. Э. Шашкова,
И. С. Казакова, Ж. В. Кошелева, С. А. Мясникова, С. Н. Рыбаков,
О. В. Баженова, М. А. Иванова, И. А. Мухин, Н. А. Зейслер

П99 **XV Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых :** материалы Всероссийской научной конференции (Вологда, 23 ноября 2021 г.) : в 3 т. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Вологодский государственный университет ; [главный редактор А. А. Синицын]. – Вологда : ВоГУ, 2021. – Т. 1. – 478 с. : ил.

ISBN 978-5-87851-991-5
ISBN 978-5-87851-992-2 (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 информационных систем и технологий, машиностроения, электроэнергетики, строительства, архитектуры, экологии и биологии.

УДК 001(06)
ББК 72

ISBN 978-5-87851-992-2 (т. 1)
ISBN 978-5-87851-991-5

© ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», 2021

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

НАВИГАЦИЯ АГЕНТОВ В СИМУЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Л.А. Абакумов, Т.Д. Казаркин
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева
г. Самара

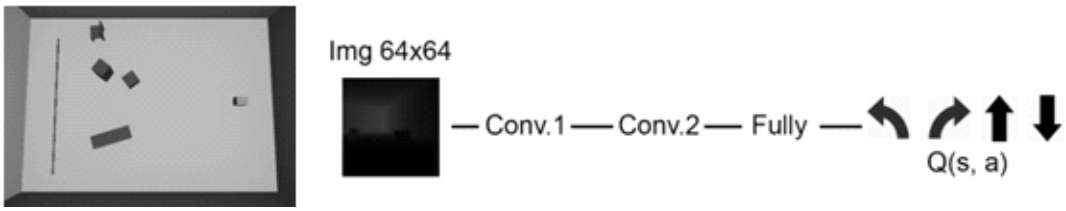
Распространение автономных систем и роботов значительно выросло из-за разнообразных вариантов их использования, в том числе для задач доставки и эксплуатации на опасных объектах [1]. Комплект для навигации состоит из множества модулей, включая одновременную локализацию и сопоставление расположения с использованием наблюдений с датчиков и камер [2].

В последние годы все чаще используется передача данных обученного агента из моделируемой среды на реальное физическое устройство, где для прогнозирования движения роботов используется глубокое обучение [3]. Основная проблема навигации робота – незнание окружающей среды, в частности если велика вероятность взаимодействия агента с движущимися объектами. Модели обучения с подкреплением обучаются в среде, основанной на оценке успешного и неудачного автоматизированного пилотирования, где на каждом этапе обучения агент наблюдает за окружающей средой и получает текущее состояние, а затем выполняет действие, за которое он получает некоторую награду. Награда – это скалярная величина, которая сообщает об успехе или неудаче выполненного действия, и цель агента – максимизировать дисконтированное вознаграждение [4]. Q-обучение частный и хорошо известный метод обучения с подкреплением при отсутствии знаний об окружающей среде.

В работе авторов [5] показана возможность успешного использования комбинации Q-обучения со сверточной нейронной сетью (CNN) – глубокого Q-обучения (DQN), где изображение является входным параметром CNN, а функция которая определяет действие, является выходным параметром [6]. В данной статье представлены результаты исследования и моделирования самообучающейся навигации и предотвращения столкновений со статическими и движущимися препятствиями для наземного робота в сложной среде.

В качестве основы для экспериментов была реализована 3D-сцена с использованием Unreal Engine – движка с открытым исходным кодом для визуализации и моделирования. Сцена обучения агента представляет собой комнату фиксированной длины, в которой случайным образом размещены различные статические 3D-препятствия, такие как перегородки, ящики, стулья и т.д. Агент представляет собой виртуальный наземный робот, на котором располо-

жена виртуальная фронтальная камера, фиксирующая двухмерное изображение на виртуальной матрице. На рисунке 1 показан вид сверху робота-агента в смоделированной комнате с препятствиями внутри.



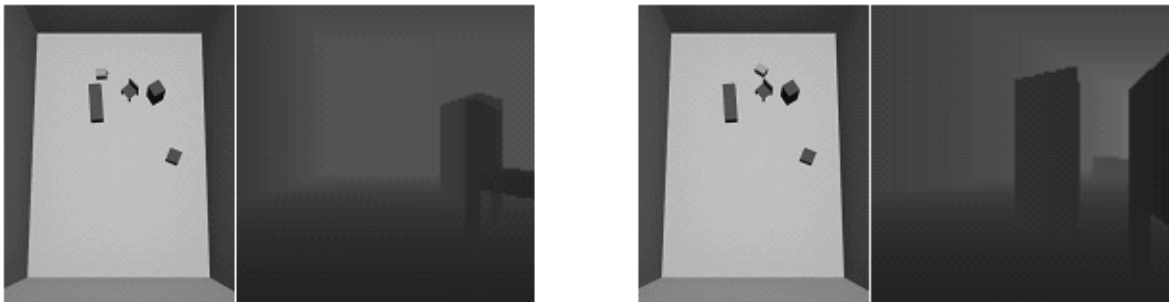
а *б*

Рис. 1. Агент в смоделированной 3D-сцене (а) и последовательная диаграмма DQN (б)

Сцена трехмерной симуляции для эксперимента представляет собой комнату размером 8×10 м. Максимальная скорость движения агента составляла 2 м/с. На рисунке 2 схематически показаны метод DQN и структура CNN, использованные в нашем эксперименте. В каждом обучающем эпизоде агент начинает движение из начальной точки комнаты (рис. 1а) к противоположной стене комнаты, получая изображение глубины 64×64 пикселя (рис. 1б) с фронтальной камеры и произвольно выбирая действия. Выходной сигнал DQN представляет собой дискретный четырехмерный вектор: движение вперед или назад, поворот вправо или влево. Сверточная нейронная сеть используется для сопоставления состояния с соответствующими значениями Q, а структура TensorFlow для глубокого обучения используется в качестве основы для создания программы обучения с подкреплением.

Было проведено два типа экспериментов: а – обучение в комнате с 4 статическими объектами; б – обучение в комнате с 4 подвижными объектами. Обучающий эпизод заканчивался, когда агент достигал пункта назначения, за который он получал награду «+1», в противном случае при столкновении с препятствием агент получал отрицательное вознаграждение «-0,01». После успешного прохождения комнаты симуляция запускалась повторно, но объекты в комнате изменяли свое положение.

На рисунке 2 показаны вид сверху и вид с записывающей камеры агента в комнате с расположенными препятствиями в процессе совершения двух последовательных действий.



а *б*

Рис. 2. Поворот агента после принятия N решения и соответствующее ему изображение глубины с камеры регистрации в комнате со статическими объектами

Как видно на рисунке 2, в симуляции агент получает изображение комнаты с объектами в поле зрения камеры, и в процессе принятия N решений камера агента фиксирует изменение положения в пространстве комнаты с обновлением фиксируемых изображений глубины. В данной постановке симуляции основная задача агента заключалась в самостоятельном исследовании комнаты и ориентации по карте глубины с соответствующим принятием N решений для достижения противоположного конца комнаты без столкновения с окружающими предметами. Идея второго эксперимента заключалась в изучении способности агента адаптироваться и предсказывать столкновения с явно движущимися объектами. На рисунке 4 показана последовательность действий агента, который находится в сцене с динамическими объектами. Таким образом, агент был помещен в комнату с объектами, которые двигались с постоянной скоростью 1 м/с в произвольном направлении. На рисунке 3 показана зависимость суммарного вознаграждения каждого агента в процессе обучения для 300 тысяч эпох.

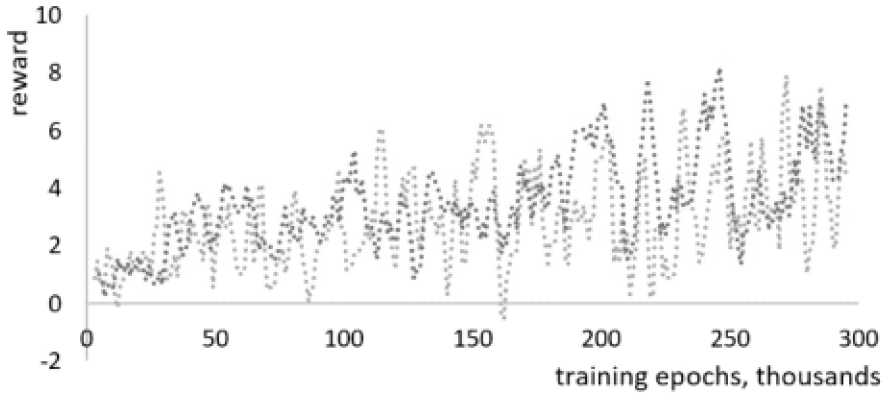


Рис. 3. Зависимость вознаграждения от количества эпох обучения. Агент в статической среде (серая кривая); среда с динамическими объектами (черная кривая)

Оба агента продемонстрировали способность учиться избегать столкновений с объектами, однако агент, который научился избегать движущихся объектов, учился немного быстрее, о чем свидетельствует общая награда, полученная в симуляции. После 300 тысяч эпох обучение каждого агента было остановлено, и агенты были размещены в противоположных комнатах. Таким образом, агент, обучающийся не сталкиваться со статическими объектами, был помещен в комнату с движущимися объектами, а агент, обученный в динамической среде, был помещен в статическую комнату. Далее было проведено 40 тысяч валидационных экспериментов, в результате которых было проанализировано среднее расстояние, пройденное до успешного завершения эпохи обучения. В результате было выявлено, что для агента из динамической среды, помещенного в статическую комнату, среднее пройденное расстояние составило 348 метров, в то время как агент из статической среды быстрее исследовал комнату с динамическими объектами, а пройденное расстояние со-

ставило 296 метров. Мы предполагаем, что это связано с выбранной архитектурой нейронной сети и низким разрешением входного изображения камеры агента в наших экспериментах, которое не позволяет нам достаточно точно фиксировать вектор движения объектов в окружающей среде на последующих кадрах. Изначально выбор разрешения входного изображения для нейронной сети был обусловлен простотой формы объектов и высокой скоростью моделирования, однако в будущем мы планируем исследовать обучение агентов на изображениях с более высоким разрешением.

В статье представлен анализ поведения и навигации агентов с избеганием столкновений с объектами среды. Было показано, что агент, обученный не сталкиваться со статическими объектами, быстрее достигал точки назначения без столкновений. Реализованная среда симуляции позволяет исследовать различные подходы и использовать полученные в исследовании данные для переноса обучения на реальные симуляционные сценарии, которые могут быть недоступны или ограничены.

1. Paelke, V. Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0 environment / V. Paelke // Proceedings of the 2014 IEEE emerging technology and factory automation (Barcelona, September 16–19 2014). – Barcelona. – 2014. – P. 1–4.

2. Kamaev, A. N. Visual navigation of an autonomous underwater vehicle based on the global search of image correspondences / A. N. Kamaev, D. A. Karmanov // Computer Optics. – 2018. – Vol. 42 (3). – P. 457–467.

3. An Improved Method Based on Deep Reinforcement Learning for Target Searching / X. L. Wei, X. L. Huang, T. Lu, G. G. Song // Proceedings of the 2019 4th International Conference on Robotics and Automation Engineering (Singapore, November 22–24 2019). – Singapore. – 2019. – P. 1–5.

4. Kober, J. Reinforcement learning in robotics: A survey / J. Kober, J.A. Bagnell, J. Peters // The International Journal of Robotics Research. – 2013. – Vol. 32 (11). – P. 1238–1274.

5. Human-level control through deep reinforcement learning / V. Mnih, K. Kavukcuoglu, D. Silver [et al.] // Nature. – 2015. – Vol. 518. – P. 529–533.

6. Lample, G. Playing FPS Games with Deep Reinforcement Learning / G. Lample, D. S. Chaplot // Proceedings of the Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence (San Francisco, February 4–9 2017). – San Francisco. – 2017. – P. 2140–2146.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

Т.С. Аносова
Научный руководитель ***Г.А. Сазонова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Под понятием бизнес-процессы понимают комплекс связанных и скоординированных мероприятий и работ, направленных преимущественно на создание определенного продукта или услуги, которые представляют ценность для конечного потребителя. Правильное построение бизнес-процессов способствует увеличению ценности для потребителя, а также росту рентабельности и прибыли организации. Поэтому бизнес-процессы должны быть построены оптимально. Исследование бизнес-процессов организации необходимо для формирования целостного представления об управлении бизнес-процессами компании, для определения используемых методов, средств и ресурсов.

Целью работы является моделирование и анализ бизнес-процессов спортивно-оздоровительных центров.

Для представления организации деятельности спортивно-оздоровительного центра были рассмотрены протекающие в нем бизнес-процессы.

Бизнес-процесс должен отвечать трем характеристикам: стоимость (должна сводиться к минимальной величине), длительность (должна сводиться к максимальной скорости реализации процессов), степень удовлетворенности клиента (отвечает за качество продукта, то есть способность продукта соответствовать заявленным требованиям).

Бизнес-процессы принято классифицировать на три категории: операционные процессы (формируют основной поток доходов), поддерживающие процессы (поддерживают операционные процессы) и управляющие процессы (управляют функционированием системы) [1].

Приведены основные группы бизнес-процессов и бизнес-функций спортивно-оздоровительного центра согласно представленной классификации.

К операционным бизнес-процессам можно отнести обслуживание клиентов. Для бизнес-процесса «Обслуживание клиентов» были определены следующие бизнес-функции:

- продажа абонементов;
- проведение учебно-тренировочных занятий;
- аренда спортивного зала;
- выдача и сбор инвентаря;
- регистрация посещения клиентов;
- проведение спортивно-массовых мероприятий по различным видам спорта;
- оказание медицинской помощи по спортивной медицине и лечебной физкультуре.

В качестве поддерживающих бизнес-процессов спортивно-оздоровительных центров могут служить планирование и поддержание ресурсов. Для бизнес-процесса «Планирование и поддержание ресурсов» определены следующие бизнес-функции:

- закупка спортивного инвентаря и оборудования;
- организация бухгалтерского, налогового, управленческого и статического учета;
- контроль правильности и достоверности ведения документов;
- отчетность по финансовым операциям (текущие расходы, доходы);
- проведение санитарных работ в помещениях;
- ремонт оборудования.

Управляющими бизнес-процессами спортивно-оздоровительного центра являются управление персоналом и процессами. Для бизнес-процесса «Управление персоналом и процессами» были выделены следующие бизнес-функции:

- формирование штата сотрудников;
- обеспечение спортивной экипировкой, спортивным оборудованием и инвентарем работников;
- составление расписания занятий;
- планирование стратегического менеджмента.

На основе данных бизнес-процессов была разработана диаграмма декомпозиции первого уровня, представленная на рисунке 1.

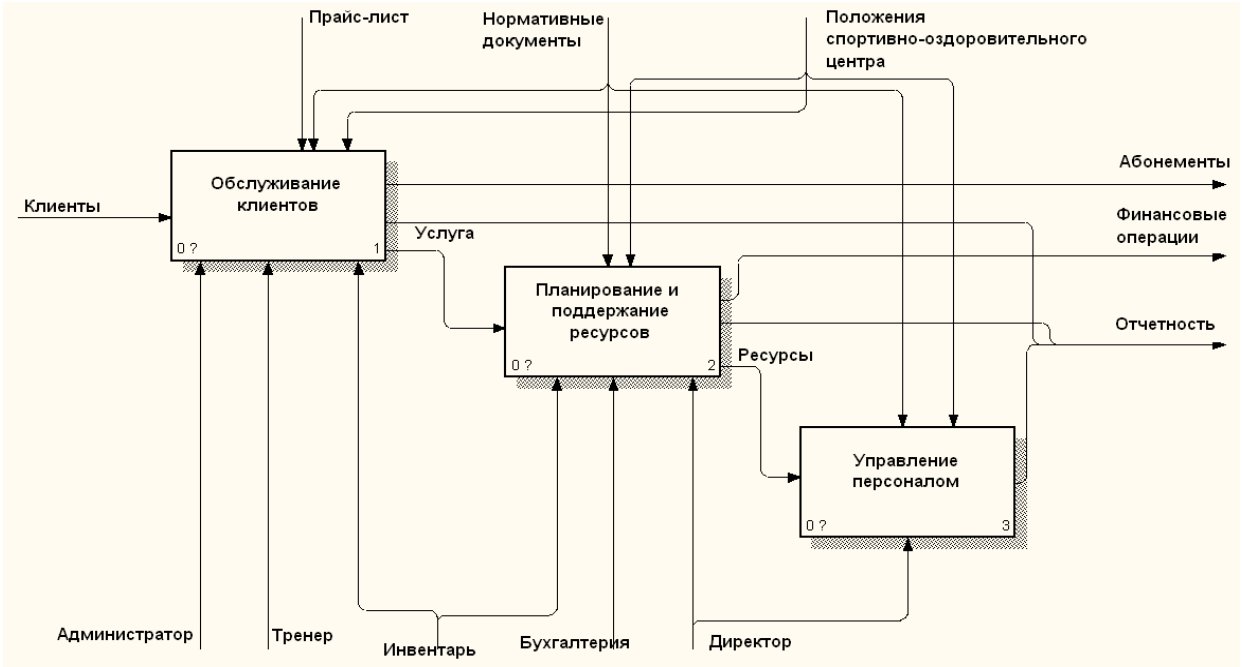


Рис. 1. Диаграмма декомпозиции первого уровня

В качестве представления текущего состояния спортивно-оздоровительного центра была использована модель AS-IS («как есть»), позволяющая

структурировать и систематизировать протекающие процессы и информационные потоки. Такой вид модели строится не на идеализированном представлении проходящих внутри организации потоков, а на реальных потоках процесса.

В качестве модели AS-IS было разработано дерево функций AS-IS для спортивно-оздоровительного центра, представленное на рисунке 2.

Рис. 2. Дерево функций AS-IS

Модель AS-IS позволяет выявить проблемные места, на основе которых определяются необходимые изменения. На основе данной модели была разработана модель «как должно быть» (TO-BE) с устранением имеющихся недостатков.

Модель «как должно быть» (TO-BE) разрабатывается на основе анализа модели AS-IS и включает в себя оптимизацию процессов для эффективности деятельности организации путем устранения слабых мест. Рекомендуется производить в модели TO-BE автоматизацию бизнес-процессов с целью минимизации рисков, связанных с излишними затратами из-за автоматизации несовершенных процессов. Такая модель описывает будущее состояние процессов с учетом всех пожеланий и требований заказчика и анализа существующих процессов. Переход от модели AS-IS к TO-BE подразумевает формирование того, что «будем иметь в будущем».

Для модели TO-BE были определены функции, которые необходимо реализовать в информационной системе для спортивно-оздоровительного центра. К таким функциям относятся: работа с клиентами, учет финансов, управление персоналом, учет ресурсов. В качестве модели TO-BE было разработано дерево функций TO-BE для спортивно-оздоровительного центра (рис. 3).

Каждая группа бизнес-процессов в модели TO-BE обладает своим набором определенных функций. Так, в состав бизнес-процесса «Работа с клиен-

тами» были определены следующие бизнес-функции: регистрация клиентов, продажа абонементов, выдача спортивного инвентаря, проведение занятий, учет посещений клиента, аренда спортивных залов, составление учебно-тренировочных занятий.

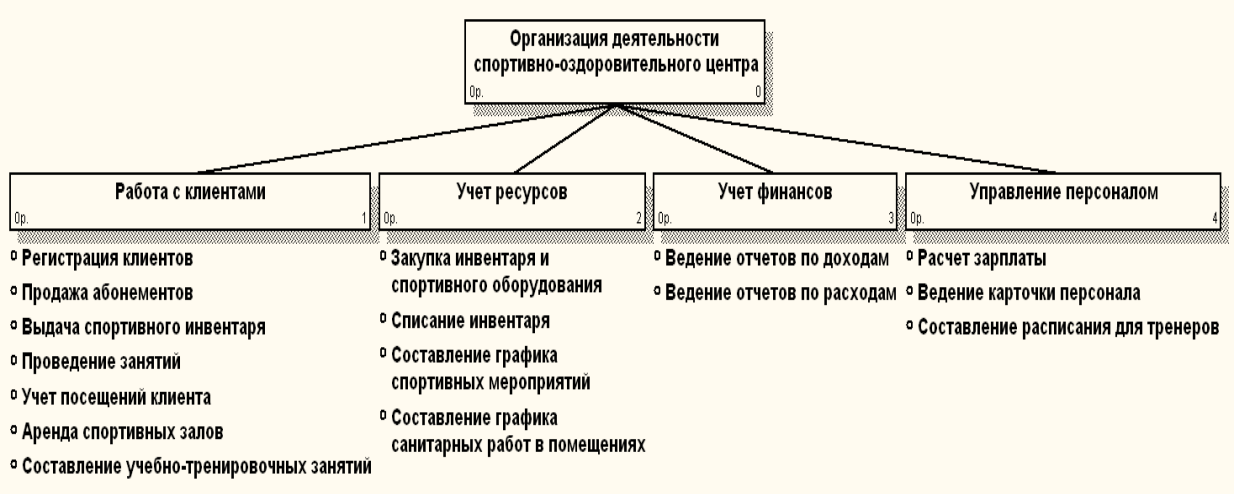


Рис. 3. Дерево функций TO-BE

К бизнес-функциям процесса «Учет ресурсов» были определены: закупка инвентаря и спортивного оборудования, списание инвентаря, составление графика спортивных мероприятий, составление графика санитарных работ в помещениях.

В состав бизнес-процесса «Учет финансов» включили функции: ведение отчетов по доходам, ведение отчетов по расходам.

К бизнес-процессу «Управление персоналом» были отнесены: расчет зарплаты, ведение карточки персонала, составление расписания для тренеров.

Моделирование бизнес-процессов позволяет систематизировать, структурировать и передавать информацию о бизнес-процессах. Кроме того, моделирование бизнес-процессов способствует установлению взаимосвязей между процессами, разработке норм и правил выполнения отдельных операций для достижения результативности, оптимизации структуры управления. Для моделирования бизнес-процессов необходимо определить: действия, которые выполняются в процессе; их порядок внутри процесса; результат бизнес-процесса; движение документов в ходе процесса; надежность процесса.

Практическая значимость исследования и моделирования бизнес-процессов спортивно-оздоровительного центра проявляется в увеличении эффективности кадрового ресурса, качестве контроля отдельных этапов работы, а также прибыли организации.

1. Варзунов, А. В. Анализ и управление бизнес-процессами : учебное пособие / А. В. Варзунов, Е. К. Торосян, Л. П. Сажнева. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2016. – 112 с.

АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММИРУЕМОЙ МОДЕЛИ ПОЖАРА

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

При рассмотрении такого серьезного события, которое напрямую связано с безопасностью человека и среды его обитания, как пожар внутри какого-либо здания или сооружения, начать стоит с четкого и однозначного ответа на вопрос: «Что это такое?». Согласно определению, указанному на официальном сайте МЧС России [1], пожар – это неконтролируемый процесс горения вне специального очага, возникший непроизвольно или по злому умыслу, в ходе которого выделяются тепло и дым, а также который сопровождается материальным ущербом и угрожает здоровью или жизни людей. Если постараться расширить это понятие путем разложения целого на его составные части, то станет ясно, что, как и любое другое явление, пожар является совокупностью нескольких процессов, оказывающих негативное воздействие на людей, а также предметы, здания, сооружения и природу. В качестве таких составных элементов этого губительного для всего окружения процесса можно рассматривать [2]:

– повышенную температуру, тепловые потоки, искры и пламя;

– понижение концентрации кислорода и повышение содержания в окружающей среде токсичных веществ, образующихся в результате термического разложения продуктов горения;

– снижение видимости, возникающее в результате задымления;

– потеря прочности несущих конструкций и перегородок, риск обрушения зданий.

Этот список можно дополнить рядом других опасных для жизни и благополучия людей факторов, например такими, как негативное воздействие средств пожаротушения, повреждение системы обеспечения здания электричеством или системы канализаций, но поскольку создание модели предполагает в той или иной степени абстрагирование от реальности, которое достигается как раз таки исключением ряда переменных из общего уравнения реальной системы, то и мы в рамках выполняемой работы не будем распыляться на все и сразу. Более того, на начальном этапе реализации проекта правильным подходом будет концентрация всего нескольких основных поражающих факторов. В результате такая стратегия позволит заложить фундамент модели и минимизировать риски возникновения ошибок при его проектировании.

Таким образом, для реализуемой модели распространения пожара в помещении принято решение на начальном этапе разработки сконцентрировать внимание на таких расчетных параметрах, как [3]:

– предел огнестойкости простых объектов из различных материалов (дерево, металл, бетон, железобетон и т.д.);

– предел огнестойкости типовых строительных конструкций (металлическая балка, железобетонная плита и т.д.);

– предел распространения огня по строительным конструкциям и объектам.

Не стоит забывать, что модель распространения огня **внутри помещения** не может быть ограничена расчетом вышеупомянутых величин в рамках лишь нескольких отдельно существующих друг от друга типовых строительных конструкций и материалов, из которых они сделаны. Именно по этой причине стоит отметить еще ряд факторов, позволяющих приблизить модель к реальной системе. Речь идет о подготовке данных для конкретного объекта моделирования, т.е. здания, в котором предстоит виртуально воспроизводить пожар.

Наиболее необходимыми и значимыми параметрами какого-либо сооружения выступают объемно-планировочные, архитектурно-строительные и технологические решения, характеристики размещенного оборудования, ограждающих конструкций, горючих веществ, материалов и прочих объектов, а также количество и места вероятного скопления людей [4]. Эта информация о конструкции здания и его наполнении позволяет эффективно и достоверно спрогнозировать наиболее проблемные помещения, где может ожидаться предельная степень опасности для жизни людей и сохранности имущества.

Определив планировку здания и типовые конструкции, из которых оно состоит, объекты, расположенные внутри, и материалы, из которых они изготовлены, стоит перейти к вопросу моделирования так называемых «сценариев» пожара. Сценарий пожара представляет собой вариант развития распространения огня с учетом принятого места возникновения возгорания и характера его развития [5]. Его можно спрогнозировать исходя из имеющейся информации о планировке помещения и его наполнении различными объектами. Хочется отметить, что из всевозможных вариантов протекания процесса распространения огня, наиболее строго и внимательно стоит относиться к наихудшим сценариям. Они характеризуются пиковыми показателями по сложности эвакуации людей и скорости усугубления ситуации за счет высокой динамики нарастания опасных факторов пожара.

В любом случае, для каждого потенциально возможного сценария должна быть сформирована базовая математическая модель, которая затем будет воспроизведена в динамике. В конечном счете, будут получены следующие результаты моделирования:

– время блокировки путей эвакуации или, говоря другими словами, время, за которое будет утеряна прочность ключевых несущих и вспомогательных конструкций;

– графики зависимости опасных факторов пожара от времени;

– поля опасных факторов пожара.

Уже на основе этих показателей можно будет рассчитать максимально допустимое время эвакуации людей, построить оптимальные маршруты, которые будут проложены по самым безопасным зонам, а также оценить возможный материальный ущерб.

В заключение всего вышесказанного, хочется еще раз отметить, что первоочередной целью разработки данной модели является не сама симуляция процесса пожара в здании, а оценка тех последствий, которые могут произойти при его воплощении в жизнь. И именно благодаря проделанной работе, основная суть которой изложена в данной статье, в результате выполненного анализа наиболее значимых опасных факторов пожара, определения ключевых параметров зданий, сооружений и их конструкций, а также детального разбора такого понятия, как «сценарий» пожара, были определены фундаментальные аспекты создаваемой системы моделирования распространения огня внутри помещения.

1. МЧС России : Что такое пожар? : официальный сайт. – Вологда, 2021 – URL: https://60.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/3193761 (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

2. Прогнозирование опасных факторов пожара : конспект лекций / С. Ф. Храпский. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2012. – 80 с.

3. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» / А. А. Абашкин, А. В. Карпов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : ВНИИПО, 2014. – 226 с.

4. МГСУ : Огнестойкость строительных конструкций : официальный сайт. – Вологда, 2021. – URL: https://mgsu.ru/organizations/RealizDogovorov/realizatsiya-2011/11-7-1-NOM7.pdf (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

5. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов (К СНиП II-2-80) / ЦНИИСК им. Кучеренко. – Москва : СТРОЙИЗДАТ, 1985. – 55 с.

ИНТЕРАКТИВНЫЙ МОДУЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.А. Березина
Научный руководитель ***А.Н. Швецов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Интеллектуальные информационные системы оказывают влияние на все сферы человеческой жизни, поэтому являются особо значимым элементом при решении задач, связанных с автоматизацией и управлением сложными объектами. Современное понимание значения интеллектуальных систем образовалось из теоретических основ таких дисциплин, как кибернетика, теория управления, теория алгоритмов, а также повсеместного развития современных информационных технологий и совершенствования методов и средств в области развития искусственного интеллекта [1].

Понятие интерактивный модуль основывается на представлении об интеллектуальных системах, а также современной теории управления. Исследования, направленные на понимание искусственного интеллекта, начали активно проводится одновременно с возросшей скоростью развития средств вычислительной техники, а также увеличением ее мощностей.

В процессе обучения по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии возникла необходимость в знакомстве с проблемами в области реализации искусственного интеллекта в системах, построенных на процессах автоматизированной обработки информации и управления. Для этого была проведена исследовательская работа, основанная на анализе существующих интерактивных модулей. Из этого материала были получены сведения об архитектуре и классификации модулей, а также об областях применения подобных систем.

В рамках дисциплины «Представление знаний в интеллектуальных системах» можно наиболее полно рассмотреть интерактивные модули на конкретных примерах. Это позволит развить у студентов базовые представления о математических моделях знаний, методах и способах их визуализации и реализации в интеллектуальных системах. Помимо этого, будет затронут способ получения технологии и средств создания моделей. Формирование квалифицированно проектировать и создавать модели интеллектуальных систем образовательного, а также любого другого назначения, опирается на полученные знания из вышеуказанной дисциплины [2].

В рамках работы обратимся к учебным интерактивным модулям, основанным на информации по тому или иному предмету. Каждый модуль построен по определенной схеме, а именно пошаговому построению нового знания, с помощью конечного числа определенных моделей, с опорой на ранее усвоен-

ный учебный материал, с использованием преимущества информационных компьютерных технологий.

Интерактивный модуль, создаваемый для реализации учебного процесса, строится на основании информации, хранящейся в модели области изучения и модели учащегося, принимает решения о выборе наиболее подходящей стратегии воздействия на обучающихся. Он обеспечивает адаптивность систем, а также отвечает за работу механизма определения ошибок и корректность работы интеллектуального помощника в выполнении тестовых заданий, лабораторных и практических работ. Задачи учебного интерактивного модуля в виде структурной схемы представлены на рисунке 1.

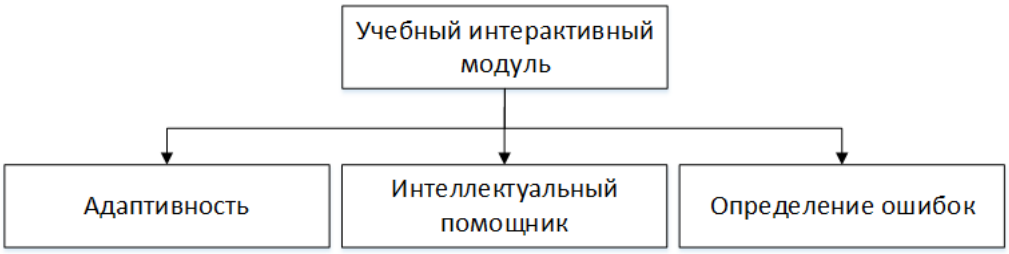


Рис. 1. Задачи учебного интерактивного модуля

Блок «Адаптивность» позволяет воспроизвести метод обучения, при котором компьютер выполняет качества интерактивного обучающего устройства, которое позволяет адаптировать используемый учебный материал в соответствии с нуждами учащихся посредством оценки их ответов на тесты и задания. Главной целью адаптивного обучения является предоставление обучающимся высокого уровня интерактивности, близкого к достигаемому только при индивидуальной работе с преподавателем.

Блок «Интеллектуальный помощник» отображает ссылку на лекцию, которая позволяет восполнить знания обучающихся по тем или иным моментам пройденного материала.

Блок «Определения ошибок» основывается на особенностях архитектуры изучаемой предметной области.

Для формирования высокого уровня знаний учащихся могут использоваться электронные образовательные ресурсы, такие как «Е-Стади», Microsoft Teams, Яндекс.Школа, Google Classroom. В своей структуре все существующие системы опираются на «модули».

Понятие «модуль» можно определить как базовую единицу, несущую в себе различные виды и формы образовательной деятельности, ориентированные на улучшение определенных способностей.

При построении структуры модулей особенно важна последовательность тематик изучаемого курса. Так, задания, находящиеся в модуле, и примеры выполнения опираются на данную последовательность.

Интерактивный модуль является определенной единицей обучения, которая обладает относительной самостоятельностью и целостностью в рамках учебного курса, поскольку имеет: свое собственное содержание в виде логически завершенного блока в рамках учебной дисциплины; собственные цели, направленные на обучение данному содержанию; технологическое и методическое содержание, образующее дидактический процесс для согласования с целями обучения; организационные формы обучения, обеспечивающие дидактический процесс; систему контроля результатов в виде тестов и шкалу оценивания [3].

Разработана структура интерактивного обучающего модуля, которая представлена на рисунке 2.

Рис. 2. Структура интерактивного обучающего модуля

1. Интеллектуальные системы. – Текст : электронный // LIB.SUSU : сайт. – URL: https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000539905&dtype=F&etype=.pdf (дата обращения: 20.10.2021).

2. Рабочая программа дисциплины «Представление знаний в интеллектуальных системах». – Текст : электронный // UMP.VOGU35 : сайт. – URL: https://ump.vogu35.ru/obrazovatelnye-programmy/bakalavriat/ochnaya-forma-obucheniya?task=download.send&id=20293&catid=632&m=0 (дата обращения: 20.10.2021).

3. Интерактивный учебный модуль. – Текст : электронный // LIB.HERZEN : сайт. – URL: https://lib.herzen.spb.ru/text/molotkova_150_220_231.pdf (дата обращения: 21.10.2021).

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ЖКХ

А.А. Бутенко, А.Р. Кузеева
Научный руководитель ***А.А. Попов****, канд. техн. наук, доцент*
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова
г. Москва

Интернет вещей на протяжении уже многих лет активно развивается и совершенствуется. Эту технологию называют одной из технологий будущего. Ей уже найдено множество применений, а с развитием технологии и распространением сетей 5G возможности интернета вещей станут еще шире. Пределом развития и внедрения интернета вещей называют этап, когда все устройства будут работать самостоятельно – без участия человека [1].

Тема интернета вещей сейчас является актуальной и востребованной. Аналитики компании Gartner, делая прогноз самых перспективных технологий следующего года, много лет подряд указывают интернет вещей и смежные с ним сферы технологий в числе первых. Это связано с тем, что общий тренд на автоматизацию и оптимизацию любых процессов в бизнесе и жизни становится все актуальнее. Анализ российского рынка устройств интернета вещей актуален также потому, что наша страна уже долгое время работает над инновационным развитием и стремится составить конкуренцию мировым разработчикам и производителям высокотехнологичных программных продуктов и устройств, в том числе и в сфере интернета вещей.

Цель настоящей статьи – анализ российского рынка устройств интернета вещей в сфере ЖКХ. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить три задачи: дать определение такому явлению, как интернет вещей, выбрать группу крупнейших производителей, которые определяют вектор развития отечественного рынка устройств интернета вещей в сфере ЖКХ, и рассмотреть состав и характеристики продуктов, которые они предоставляют на этом рынке – то есть определить множество отечественных устройств интернета вещей в сфере ЖКХ.

Интернетом вещей называют сеть передачи данных между физическими объектами. Такие объекты должны быть оснащены специальными модулями, которые отвечают за отправку и прием сообщений от других объектов. Передача данных позволяет устройствам взаимодействовать между собой с помощью автоматизированных алгоритмов, нейронных сетей и искусственного интеллекта. Также устройствами интернета вещей может удаленно управлять человек – с помощью специальных пультов управления либо программных продуктов для компьютеров и телефонов [2]. Устройства интернета нуждаются в управлении человеком, а может действовать самостоятельно в рамках некоторых алгоритмов. Устройства выполняют свои функции под управлением алгоритмов с за-

данными условиями либо под контролем искусственного интеллекта, который на основании собственных алгоритмов регулирует работу устройства [3]. Интернет вещей в перспективе позволит компаниям полностью перевести производство в автоматический режим. На данный момент это еще не до конца осуществимо, но компании уже используют устройства интернета вещей – для контроля за расходованием электроэнергии, газа, воды, тепла.

Обзор открытых данных о рынке интернета вещей в России показал, что самыми крупными являются компании Livenhouse, СТРИЖ, WAVIoT, РИА-ГРУПП, Инкотекс, Новоучет и Вега-Абсолют [4]. Ниже рассмотрены продукты этих компаний и их отличительные особенности.

Компания Livenhouse производит умные счетчики для контроля потребления электроэнергии. Это датчики, которые контролируют нагрузку электрической сети и могут детализировать эту нагрузку. Они могут понять, как много энергии потребляет каждое конкретное устройство в сети [5]. Такой датчик может увидеть, что определенное устройство уже в течение долгого времени работает и потребляет электричество. Он отправит уведомление об этом факте пользователю – через приложение в телефоне или в корпоративную систему компании. Пользователь поймет, что устройство забыли выключить, выберет соответствующую опцию в приложении – и датчик отключит устройство от питания, чтобы сэкономить электроэнергию. Такой функционал актуален на крупных производствах, где потребление электричества отдельными устройствами может достигать огромных значений.

Компания СТРИЖ предлагает более комплексное решение. Она продает автоматизированные системы коммерческого учета для электроэнергии, воды, газа и тепла. Это полезно, например, для управляющих компаний – они могут подключить систему ко всем счетчикам на своей территории. Теперь автоматизированная система коммерческого учета будет собирать показатели со всех счетчиков и представлять их в любом удобном виде: агрегировано для составления отчетов или дифференцированно, чтобы узнать объемы потребления и задолженности каждого конкретного пользователя [6].

Кроме того, СТРИЖ позволяет автоматизировать многие процессы взаимодействия между управляющей компанией, жильцами и рабочими. Так, их система позволяет жильцам не собирать показания счетчиков. Их соберет система и предоставит в управляющую компанию – жильцу нужно будет только оплатить предоставленный счет. В случае, если пользователь не оплачивает услуги управляющей компании, система позволяет отключить его от услуг.

Также система позволяет автоматизировать большую часть бухгалтерии, потому что она агрегирует данные и представляет их в виде конкретных записей бухгалтерского баланса. Бухгалтеру нужно только перенести данные из автоматизированной системы коммерческого учета в систему бухгалтерии. Еще у компании СТРИЖ есть система контроля протечек воды и аварий. Уст-

ройство размещается в месте потенциальной протечки. Если она произойдет, устройство сообщит об этом.

Возможности по использованию устройств интернета вещей СТРИЖ для построения информационного пространства ЖКХ были рассмотрены в [7]. Поэтому исследования, проведенные в данной работе, можно считать логическим продолжением исследований, проведенных в [7].

Свои автоматизированные системы коммерческого учета электричества, воды, газа и тепла есть у компании WAVIoT [8]. Их функционал в целом идентичен тому, который был рассмотрен выше. WAVIoT также предлагает программный продукт для расчета потерь электроэнергии на предприятиях. Эта система – надстройка для автоматизированной системы коммерческого учета электричества. Она считает, сколько энергии должно потребляться при текущей нагрузке, затем сравнивает расчетные показатели с фактическими и показывает, где именно происходит расхождение.

Другая компания – РИА-ГРУПП – разработала собственную технологию передачи данных для интернета вещей [9]. Она позволяет строить LPWAN и LPWPAN сети – именно на них и работает интернет вещей. Более того, по ряду показателей их технология превосходит зарубежные. Это делает компанию уникальной на рынке и позволяет ей делать предложение, которому нет аналогов. На базе своей технологии LINC РИА-ГРУПП также строит автоматизированные системы коммерческого учета различных показателей ЖКХ. В целом их функционал совпадает с предложениями конкурентов, рассмотренных выше, однако собственный протокол передачи данных отличает продукцию РИА-ГРУПП и является одним из главных конкурентных преимуществ компании.

LINC – это первый российский протокол передачи данных для интернета вещей. Эта разработка делает нашу страну одной из самых передовых в этой сфере и позволяет развивать интернет вещей независимо от иностранных партнеров.

На рынке представлено еще множество компаний, которые специализируются на создании устройств интернета вещей. Самые крупные из них – это Инкотекс, Новоучет и Вега-Абсолют. У Инкотекса 4 завода по России и 3 разрабатывающих компании в разных городах. Новоучет также разработал собственный протокол передачи данных. Вега-Абсолют работает в этой сфере с 1996 года и также предоставляет решения в области автоматизированных систем коммерческого учета различных показателей ЖКХ.

Из приведенной информации можно сделать вывод, что российский рынок устройств интернета вещей в сфере ЖКХ уже оформился и продолжает свое развитие. Продукты, которые предлагают компании-производители, востребованы среди потенциальных потребителей. Спрос на устройства интернета вещей со временем только растет, поскольку технология совершенствуется и развивается, а люди узнают о ней и ее возможностях все больше важной информации. Это позволяет прогнозировать, что в будущем устройства интерне-

та вещей получат действительно широкое распространение и станут основой для дальнейшего развития цифровой экономики и общества, построенного на знаниях и информации. Отдельно стоит подчеркнуть, что Россия в этом отношении находится в числе лидирующих стран. Здесь работает множество производителей и разработчиков устройств интернета вещей, создаются собственные технологии для развития этой отрасли.

В статье было дано определение интернета вещей. Также, основываясь на данных, размещенных в сети, был составлен список основных российских производителей на рынке интернета вещей в сфере ЖКХ. Затем был проведен анализ продукции этих компаний, были определены ассортимент предлагаемой продукции, функционал, который предлагают определенные продукты, а также отличия между компаниями и их продуктами. Таким образом, были выполнены три задачи, поставленные в начале работы. Следовательно, поставленная цель была достигнута.

1. Довгаль, В. А. Интернет Вещей: концепция, приложения и задачи / Довгаль, В. А., Довгаль, Д. В. // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2018. – № 1 (212). – С. 129–130.

2. Ким, Е. О. Интернет вещей: перспективы применения / Ким Е. О., Шин А. А. // Вестник ЧелГУ. – 2019. – № 3 (425). – С. 230–234.

3. Лочкарева, Т. Г. Интернет вещей / Т. Г. Лочкарева // Инновационная наука. – 2016. – № 12–2. – С. 83–84.

4. Обзор производителей IoT-устройств для ЖКХ на российском рынке – сайт компании АКТИВ-СБ. – URL: aktivsb.ru/statii/obzor_proizvoditeley_iot-ustroystv_dlya_zhkkh_na_rossiyskom_rynke.html (дата обращения: 24.10.2021). – Текст : электронный.

5. Livenhouse: как мы создали компанию по разработке и производству интернета вещей в России. – Текст : электронный // vc.ru : сайт. – URL: vc.ru/tribuna/283665-livenhouse-kak-my-sozdali-kompaniyu-po-razrabotke-i-proizvodstvu-interneta-veshchey-v-rossii (дата обращения: 24.10.2021).

6. СТРИЖ: LPWAN для интернета вещей – сайт компании СТРИЖ. – URL: strij.tech/ (дата обращения: 24.10.2021). – Текст : электронный.

7. Попов, А. А. Анализ возможности использования устройств Интернета вещей для формирования единого информационного пространства жилищно-коммунального хозяйства / А. А. Попов // Креативная экономика. – 2017. – Т. 11, № 2. – С. 223–240.

8. WAVIoT – LPWAN-решения для АСКУЭ и интернета вещей – сайт компании WAVIoT. – URL: waviot.ru/ (дата обращения: 24.10.2021). – Текст : электронный.

9. РИА-ГРУПП | Участник проекта Сколково – страница компании РИА-ГРУПП на сайте проекта Сколково. – URL: navigator.sk.ru/orn/1122959 (дата обращения: 24.10.2021). – Текст : электронный.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

А.В. Викторова
Научный руководитель ***Г.А. Сазонова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Среди факторов, влияющих на эффективность и качество образования дошкольников, важная роль принадлежит выбору материалов для подготовки к занятиям с детьми. Поиск в сети Интернет материалов по темам к занятиям, таких как конспекты, презентации, картотеки, видео, занимает много времени у педагогов дошкольного образовательного учреждения. Педагогам при составлении плана занятия приходится каждый раз анализировать огромное количество интернет-ресурсов, учитывая требования образовательной программы детского сада. Проектирование информационно-аналитической системы позволит проводить анализ интернет-ресурсов по заданным критериям в соответствии со стандартами образовательной программам, благодаря чему уменьшится нагрузка работников детских садов при подготовке к урокам, а также повысится эффективность и качество занятий.

Целью работы является разработка информационно-аналитической системы для дошкольного образовательного учреждения.

При создании информационно-аналитической системы для дошкольного образовательного учреждения для анализа материалов требуется решить проблему выбора данных для программы занятия, которые соответствовали бы требованиям образовательной программы.

Разработана функциональная структура системы (рис. 1), состоящая из пяти блоков.

Блок формирования базы данных детского сада предназначен для ввода информации для составления программы занятия, о воспитанниках и их посещаемости, о группах, о родителях и о воспитателях.

Блок обработки критериев используется для отбора критериев и оценки критериев. Модуль отбора критериев предназначен для подготовки экспертами критериев и включает в себя следующую последовательность действий: выбор критерия, анкетирование экспертов и анализ результатов. Модуль оценки критериев позволяет определить весовые коэффициенты критериев и состоит из двух этапов: утверждения списка критериев и определения весовых коэффициентов критериев.

Блок информационной поддержки принятия решения делает возможным лицу, принимающему решение, выбрать на основе проанализированных критериев лучшие альтернативы. В основе блока лежит метод анализа иерархий (МАИ) [1].

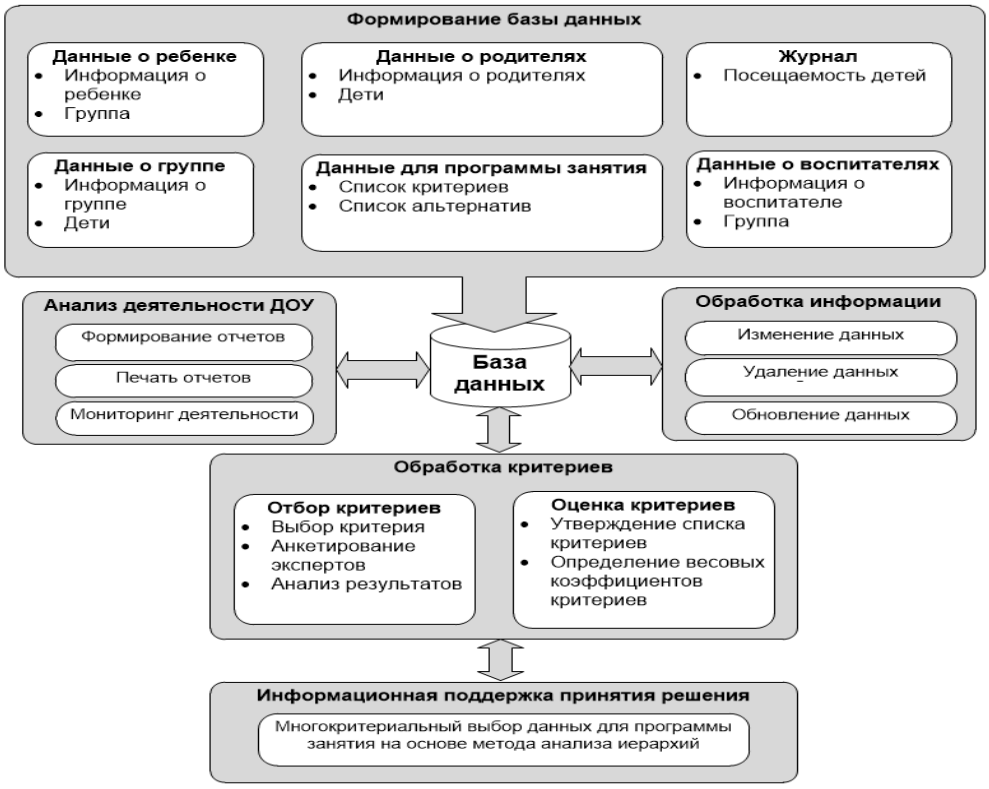


Рис. 1. Функциональная структура системы

Блок формирования отчетов позволяет рассчитать показатели для отчетов, подготовить данные для отчетов по требованию, сформировать отчеты и вывести их на печать. Для блока формирования отчетов был составлен перечень входной и выходной документации, оформление которой требует автоматизации. Спроектирована диаграмма структур данных (рис. 2).

Руководство дошкольного образовательного учреждения в лице заведующего делает следующие запросы: запрос отчета «Материалы к уроку», запрос отчета «Список воспитателей», запрос отчета «Список воспитанников», запрос отчета «Распределение детей по возрастам», запрос отчета «Распределение педагогов по стажу работы», запрос отчета «Муниципальный отчет», запрос отчета «Общая посещаемость детей», запрос отчета «Распределение педагогов по возрастам», запрос отчета «Карточка воспитанника», запрос отчета «Форма № 5».

Перечень отчетов для заведующего детским садом, которые должен формировать блок отчетов: отчет «Материалы к уроку», отчет «Список воспитателей», отчет «Список воспитанников», отчет «Распределение детей по возрастам», отчет «Распределение педагогов по стажу работы», отчет «Муниципальный отчет», отчет «Общая посещаемость детей», отчет «Распределение педагогов по возрастам», отчет «Карточка воспитанника», отчет «Форма № 5».

Для получения дошкольниками качественного образования необходимо выбрать образовательную программу или курс. Решение проблемы выбора курсов для дошкольного образовательного учреждения производится с помощью блоков обработки критериев и блока информационной поддержки при-

нятия решения с использованием многокритериального подхода – метода анализа иерархий (МАИ). Для оптимального выбора курса был изучен ряд факторов, имеющих решающее значение для успешного процесса обучения, и были проанализированы различные показатели эффективности. Разработана иерархическая модель оценки качества курса (рис. 3).

Рис. 2. Диаграмма структур данных

В результате проведенного анализа существующих современных образовательных курсов для дошкольного образовательного учреждения в качестве альтернатив были выбраны следующие:

1. «Программа воспитания и обучения в детском саду» (под редакцией М.А. Васильевой).
2. «Истоки» (под редакцией Л.А. Парамоновой).
3. «Радуга» (Т.Н. Доронова).
4. «Детство» (В.И. Логинова).
5. «От рождения до школы» (под редакцией Н.Е. Вераксы).

В качестве критериев курса были рассмотрены: Установка на развитие личности F1, Установка на развитие основных знаний, навыков и умений F2, Учет психологического возраста ребенка F3, Гибкость планирования педагогической деятельности F4, Преобладание в образовательном процессе проблемно-игровых методов обучения над организованными занятиями F5. Сравниваемые альтернативы представлены на последнем уровне иерархии в модели, из которых будет осуществляться выбор с учетом всех критериев.

С помощью метода парного сравнения заполняются матрицы парных сравнений приоритетов, рассчитываются локальные приоритеты и нормализованный вектор приоритетов (НВП) для всех критериев. После обработки полученных оценок рассчитываются глобальные приоритеты, представляющие обобщенные оценки важности всех элементов (рис. 4).

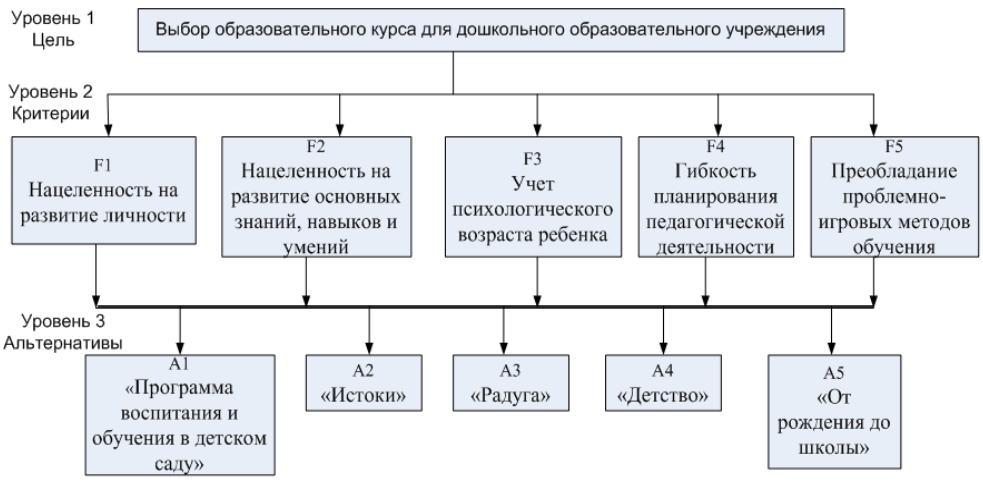


Рис. 3. Иерархическая модель оценки качества курса

Использована девятибалльная шкала Саати для сравнения критериев и альтернатив. В результате расчетов были получены оценки предпочтений альтернативных курсов по всем критериям: A_1=0,151; A_2=0,12; A_3=0,2973; A_4=0,3; A_5=0,132. Чем больше приоритет, тем лучше объект с учетом всех критериев и их важности. Из полученных данных видно, что A_4 («Детство», В.И. Логинова) – наилучшая альтернатива из рассматриваемых курсов, которую можно рекомендовать пользователю.

Рис. 4. Этапы оценки качества курса с помощью МАИ

Разрабатываемая информационно-аналитическая система может быть использована в дошкольном образовательном учреждении для помощи руководителю в контроле над деятельностью учреждения, а также для проведения анализа данных при подготовке педагогов к занятиям.

1. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – Москва : Радио и связь, 1989. – 316 с.

ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

С.Р. Гусева
Научный руководитель ***Е.А. Смирнова,*** *канд. пед. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Сегодня существует множество бесплатных инструментов для проведения учебных викторин. С их помощью можно проверить знания учащихся по изученной теме и «освежить» занятие веселой игрой, добавив соревновательный элемент. У педагога современной школы нет свободного времени на поиск и изучение интерфейсов разных программ. Исследование популярных сервисов, указание лучшего с инструкцией по пользованию упростит работу педагога по составлению теста, а учащимся запомнится урок, проведенный с работой в интересной программе.

Цель исследования – проанализировать сервисы для контроля знаний учащихся и выбрать наиболее удобный для работы в современной школе.

Задачи исследования:

– изучить популярные сервисы для контроля знаний учащихся;

– выбрать оптимальный вариант: удобный интерфейс, многофункциональное пространство для создания вопроса; различные пути обратной связи;

– апробировать тест по конкретной теме школьного курса математики на учащихся средней школы.

Объектом исследования являются современные сервисы для контроля знаний учащихся.

Научная новизна заключается в применении электронных образовательных ресурсов посредством интерактивных сервисов для изучения математики в современной школе.

Для решения поставленных задач были использованы различные методы: теоретические (исследование литературных источников, работа с интернет-ресурсами) и эмпирические (создание викторины в сервисе).

Было проведено исследование, направленное на поиск сервиса, наиболее подходящего для работы в школе. Для начала предлагаем рассмотреть несколько самых популярных сервисов для контроля знаний учащихся.

1. Kahoot! [1] – это онлайн-сервис для создания интерактивных заданий. Позволяет создавать тесты, опросы, викторины. Пожалуй, самый популярный инструмент для оценивания. Учащиеся могут использовать любое устройство (настольный компьютер, ноутбук, планшет или смартфон) для входа в систему и прохождения викторины. Важным моментом является то, что учащиеся должны использовать свое настоящее имя для отслеживания данных.

2. Quizizz [2] – очень похожа на Kahoot. Разница заключается в том, что Kahoot, как правило, возглавляется учителем, а Quizizz – учениками. Учащиеся могут отвечать на вопросы в собственном темпе. Кроме этого, существует

система мемов после правильного и неправильного ответа. А недавно в сервис добавили бонусы, которые могут дать преимущество игроку, к примеру увеличить очки за правильный ответ в два раза или заморозить время.

3. Mentimeter [3] – данный сервис имеет множество типов вопросов для создания интерактивного контента. Может быть использован не только на уроках, но и при проведении семинаров, мастер классов и воркшопов (коллективный метод обучения, подразумевающий активное участие каждого обучающегося – ученик максимально вовлекается в учебный процесс, спорит, доказывает свою точку зрения).

В ходе нашего исследования остановимся на ярком интерактивном цифровом сервисе контроля знаний учащихся Kahoot!, показывая его преимущества.

Обратимся к интерфейсу сервиса: в бесплатной версии сервиса Kahoot! викторина может включать в себя 100 вопросов двух видов: «Quiz» (вопрос и 4 ответа) и «True or false» (ответом на вопрос является высказывание да/нет). Всего сыграть можно 100 раз. Заметим, что в бесплатной версии Mentimeter опрос может содержать не более двух вопросов.

Рассмотрим рабочую область сервиса. По центру располагается область для написания вопроса. Ниже можно прикрепить рисунок, находящийся на компьютере или добавить из библиотеки Kahoot!. Помимо фото, есть возможность добавления ссылки на YouTube-видео с указанием времени, с которого необходимо начать просмотр.

Kahoot! можно сыграть как в классе, используя выведенный на экран специальный идентификатор, так и играть удаленно – с мобильных устройств учащихся в любое удобное для них время (в Quizizz тестирование нельзя проводить в одном темпе и с одинаковой последовательностью вопросов для всех учащихся). Викторина открывается на ограниченный срок, установленный автором. В дополнительных настройках можно включить таймер, генератор случайных вопросов и автоматическое создание никнеймов, что нежелательно для школы, так как не удастся идентифицировать личность учащегося (Mentimeter – только анонимно).

Чтобы поделиться созданным Кахутом, можно скопировать ссылку или воспользоваться популярными социальными сетями и платформами для общения. Такой же алгоритм действий используется для Quizizz и Mentimeter.

Для ознакомления с результатами викторины скачивается файл с отчетом. Итоги подводятся автоматически – формируется Excel-документ со статистикой по каждому вопросу и общей таблицей прохождения викторины. Mentimeter не имеет возможности экспорта результатов, совместного использования и настройки оформления.

Тема «Параллелограмм» проходится в 8 классе. Возраст учащихся 8 класса 14–15 лет. То есть позволяющий проводить интерактивные игры, не слишком загруженные анимацией. Удобнее всего будет разработать викторину с помощью сервиса Kahoot!, дающего возможность создавать онлайн-викторины, тесты и опросы в новом формате.

Составив тест в сервисе Kahoot! по теме «Параллелограмм» [4], мы можем дать следующие советы по работе с программой:

• чтобы учащимся было интересно играть, вопросы теста должны быть не слишком длинными. Поэтому лучше всего использовать чертежи и схемы;

• помимо вопросов, связанных непосредственно с темой, можно добавить несколько интересных фактов о параллелограмме. За эти вопросы баллы ставиться не будут, но правильный ответ обязательно появится.

Исследование показало, что учащиеся с интересом восприняли новый вид работы на уроке и внимательно изучали новый материал, чтобы правильно ответить на вопросы теста Kahoot! в конце урока.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило, что сервис Kahoot! больше подойдет для использования в школьном классе, Quizizz сделает домашнюю работу более интересной, а Mentimeter обеспечит мгновенную обратную связь от класса по окончании урока [5].

1. Kahoot!: официальный сайт. – 2021. – URL: https://kahoot.com (дата обращения: 23.08.2021). – Текст : электронный.

2. Quizizz: официальный сайт. – 2021. – URL: https://quizizz.com/ (дата обращения: 10.09.2021). – Текст : электронный.

3. Mentimeter: официальный сайт. – 2021. – URL: https://www.mentimeter.com/ (дата обращения: 10.09.2021). – Текст : электронный.

4. Мерзляк, А. Г. Геометрия: 8 класс : учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонский, М. С. Якир. – Москва : Вентана-Граф, 2013. – 208 с.

5. Повышение познавательного интереса на уроках геометрии в 7–9 классах / Т. Е. Податнова. – Текст : непосредственный // Общественно-политический и научно-методический журнал. – 2020. – № 3–4. – С. 12–13.

ПЕРЕВОД В ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ БАЗ ДАННЫХ

М.В. Денисова

Научный руководитель ***С.Ю. Ржеуцкая***, *канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Дистанционное обучение является одним из важнейших и эффективных направлений развития образования, которое стимулирует самостоятельную работу учащихся. При правильной организации дистанционного обучения по любым техническим дисциплинам особое внимание следует уделять созданию развитого лабораторного практикума.

Актуальность обусловлена как сложившейся эпидемической ситуацией, так и необходимостью повышения эффективности учебного процесса с помощью современных интернет-технологий.

Было проведено исследование для повышения качества проведения лабораторных работ за счет автоматизации функции проверки выполнения работ по дисциплине «Базы данных» студентами с помощью технологий непрерывной интеграции/непрерывного развертывания (CI/CD) [1].

Объектом исследования является лабораторный практикум по дисциплине «Базы данных» (БД). Принципиально предложенный подход был ранее протестирован автором на предмете «Распределенные системы обработки информации». Предмет исследования – быстрый способ проверки и самопроверки лабораторных работ по БД.

Кафедра автоматики и вычислительной техники использует в учебном процессе проверяющую систему собственной разработки, которая автоматизирует проверку работоспособности программного кода, разработанного студентами. Технология CI/CD может стать хорошим дополнением к проверяющей системе, т.к. снизит нагрузку на проверки, а также позволит выводить в удобной форме результаты проверки и проверять более сложные комплексные программные решения, требующие дополнительных сервисов, например API + DB. Особенно актуально выполненное исследование для обучения бакалавров.

Для примера выделим основные этапы подготовки и выполнения работы «Разработка SQL запросов к учебной базе данных Автовокзал», ориентируясь, в основном, на технологию CI как более подходящую для учебного процесса.

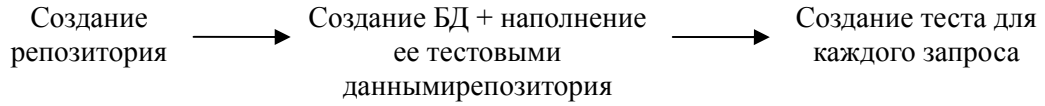


Рис. 1. Последовательность действий преподавателя при подготовке работы

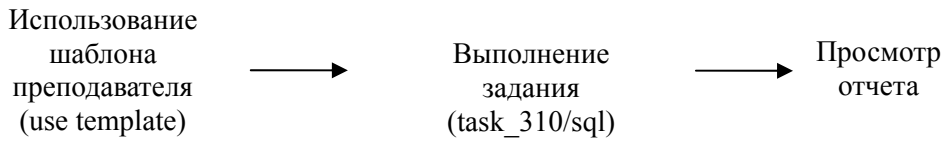


Рис. 2. Последовательность действий студента при выполнении работы

Первым этапом идет разработка шаблона с помощью системы контроля версий, которая имеет встроенную возможность CI/CD (GitHub, GitLab, Bitbucket) или использовать отдельную платформу, которая использует CI/CD. В примере я использую GitHub. GitHub – это платформа, хранящая различные Git-репозитории на своих многочисленных серверах. Шаблон – репозиторий, который имеет написанные тесты и настроенные автоматизированные проверки (CI/CD).

В шаблон входят:

– скрипт загрузки базы данных «Автовокзал» (используется СУБД PostgreSQL);

– приемочное тестирование разрабатывается преподавателем и является основным критерием оценки работы студента. В данном случае преподаватель должен написать эталонные решения к каждому запросу из лабораторной работы;

– конфигурация базового workflow (автоматизированный запуск этапов приема работы) с обязательными проверками.

Вторым этапом является use template настроенного репозитория преподавателя и выполнение лабораторной работы в настроенной среде.

Третьим этапом является загрузка выполненного задания и просмотр отчета.

В качестве самопроверки студенту выводится результат студента и результат эталонного запроса, разработанного преподавателем.

Автоматизация рутинной функции ручной проверки работ преподавателем позволяет повысить качество проведения дистанционного лабораторного практикума.

1. CI, CD и снова CD: принцип работы и отличия. – URL: https://timeweb.com/ru/community/articles/ci-cd-i-snova-cd-princip-raboty-i-otlichiya (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

2. Андрианов, И. А. Распределенные системы обработки информации : учебно-методическое пособие / Андрианов И. А., Ржеуцкая С. Ю. – Вологда : ВоГУ, 2020. – 72 с.

АГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ФЕЛЬДШЕРСКО-АКУШЕРСКИХ ПУНКТОВ

Д.С. Дианов
Вологодский научный центр Российской академии наук
г. Вологда

Сфера здравоохранения в наши дни – предмет всеобщего пристального внимания. На фоне растущей потребности в медицинских услугах при их ограниченности существует проблема оптимального их предоставления населению.

Проблема рассматривается в виде совокупности следующих составляющих:

– технической (определение минимума ресурсов, необходимых для достижения определенного результата);

– продуктивной (выбор наилучшего варианта из альтернативных ресурсов);

– распределительной (оптимальное распределение ресурсов).

В качестве ресурсов, в данном случае, выступают медицинские услуги. Об оптимальности их распределения можно судить по временному отрезку от возникновения потребности в медицинской услуге до непосредственного ее оказания.

Исходными данными задачи по распределению ресурсов являются:

– установленные приоритеты развития системы здравоохранения;

– имеющиеся ресурсы для реализации;

– существующая инфраструктура;

– территориальное распределение населения, его количественная и качественная характеристики.

На данный момент подобная задача решается, преимущественно, методами математической оптимизации, представленными гораздо более широко в зарубежной литературе [1].

Целью работы является построение прототипа агентной модели функционирования ФАПов в рамках территории Бабушкинского района Вологодской области. Такая модель позволит протестировать применимость агентного подхода в качестве инструмента нахождения оптимальной пространственной конфигурации инфраструктурных единиц.

Реализация прототипа подразумевает решение следующих задач:

– выбор инструментария, подходящего для разработки модели;

– формирование архитектуры разрабатываемой модели (состав агентов, их параметры и алгоритмы поведения);

– сбор данных о регионе, необходимых для осуществления моделирования;

– реализация прототипа модели;

– анализ работы модели и формирование выводов о необходимых совершенствованиях, нацеленных на решение проблемы исследования с использованием данного подхода.

Моделирование можно осуществлять при помощи различных средств: начиная от языков программирования и библиотек к ним, заканчивая программными пакетами.

В качестве языка программирования для агентного моделирования широкое распространение обрел Java, в том числе в формате фреймворка (пример: Jade). Также на платформе Java функционирует программа для имитационного моделирования AnyLogic, среди прочих подходов поддерживающая агентный. Помимо Java можно выделить специализированный ЯП NetLogo, обладающий собственной интегрированной средой разработки.

Для реализации прототипа был выбран инструментарий, предлагаемый AnyLogic, предоставляющий наиболее подходящий для прототипирования агентных моделей с возможностью комбинировать агентный подход с другими в тех случаях, когда это окажется более удобным (например, реализация работы очереди при помощи дискретно-событийного моделирования).

В качестве агентов в модели выступают ФАПы, оказывающие медицинские услуги населению, а также само население в виде граждан, нуждающихся в услугах.

В рамках реализации с использованием AnyLogic использовались сущности, приведенные в таблице.

Таблица

Сущности, используемые в прототипе модели

Название	Параметры	Функция
МО (Service)	время приема 1 пациента; количество пациентов в очереди; местоположение	принимает пациентов, передает информацию о его занятости (времени до завершения очереди)
Населенный пункт (Settlement)	размер населения; местоположение	создает агентов пациентов
Пациент (Person)	перечень доступных МО	получает от организаций данные об их занятости и удаленности, выбирает и отправляется к выбранной МО

В модели используются данные о местоположении населенных пунктов и МО Бабушкинского района, полученные из встроенной в AnyLogic ГИС, а также данные Росстата о численности населения в разрезе населенных пунктов. На данный момент принимаются попытки извлечения данных о путях с целью построения графа дорог и более удобного его использования в модели. Также ведется поиск информации о возрастном и половом составе населения, к которой можно наиболее точно применить статистические данные о заболеваемости. Данные о количестве обращений были получены из постановления от 14 декабря 2020 года № 1483 Об утверждении региональной программы Вологодской области «Модернизация первичного звена здравоохранения Вологодской области» на 2021–2025 годы.

Реализованная модель показала следующие результаты:

– за год в Бабушкинском районе было совершено 49915 обращений в первичное звено здравоохранения;

– в ФАП, находящийся в д. Ида Миньковского с.п., поступило всего 2133 обращения, из чего можно судить о малой эффективности его расположения;

– AnyLogic накладывает ограничения на количество одновременно создаваемых агентов.

На рисунке представлен внешний вид работающей модели:

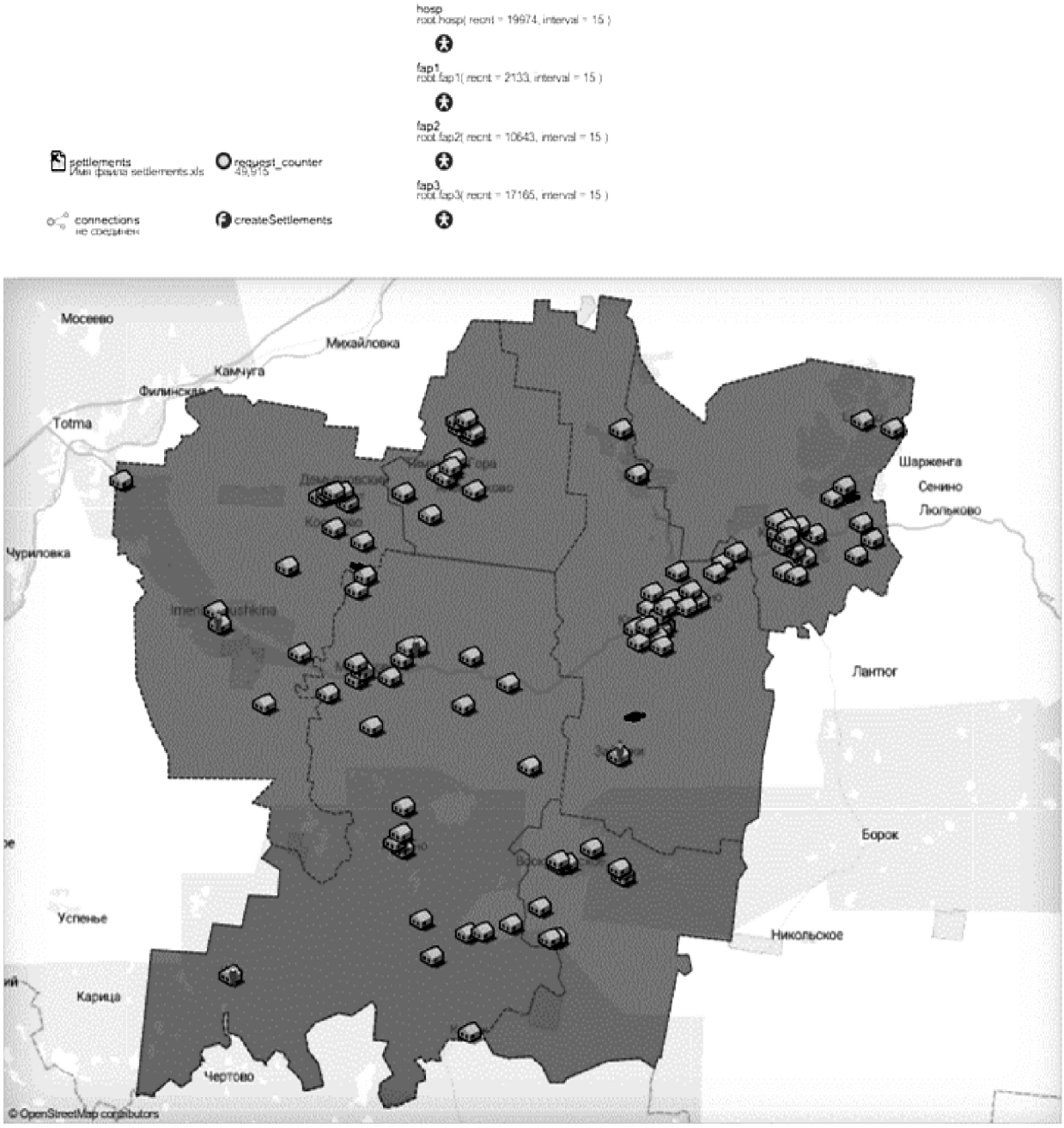


Рис. Внешний вид работающей модели

Реализованный прототип показывает перспективность применения агентного подхода и инструментария AnyLogic к решению проблемы оптимального расположения объектов инфраструктуры здравоохранения.

Имеется потребность получения дополнительных данных конкретно по Бабушкинскому району о населении и транспортной инфраструктуре, а также, по возможности, статистике заболеваемости.

1. Лопаткина, А. Е. Размещение объектов социальной инфраструктуры: зарубежный опыт и возможности для российской практики / А. Е. Лопаткина // Современные исследования социальных проблем. – Красноярск, 2014. – № 4.

ВИДЕОМАТЕРИАЛ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ

А.М. Игумнова
Научный руководитель ***Е.А. Смирнова,*** *канд. пед. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Интерактивная и мультимедийная составляющая электронных образовательных ресурсов является важным компонентом обучения современного поколения. На сегодняшний день в сети Интернет можно найти много учебного и познавательного видеоматериала. Видеоуроки, в частности видеоматериалы, облегчают работу учителя, освобождают его от ненужной лишней информации при объяснении материала, так как можно воспользоваться демонстрацией прикладных программ. Но не всегда можно найти подходящий материал для занятия и встает вопрос о самостоятельной подготовке данного материала. Подготовленные учителем видеоматериалы можно использовать как на уроке, так и при онлайн обучении, а также для самостоятельного изучения.

Цель данного исследования – показать возможности использования видеоматериала на уроках.

Объектом исследования является видеоматериал.

Для достижения поставленной цели служат следующие задачи:

1. Изучение опыта учителей по использованию видеоматериалов в своей работе.

2. Анализ видеоредакторов.

3. Определение структуры и содержания видеоматериала по теме.

Во-первых, изучив в сети Интернет опыт учителей, использующих на своих уроках видеоматериалы, мы пришли к выводу, что данная тема актуальна. Во-вторых, нами было проведено анкетирование учителей-предметников и сделаны следующие выводы: 30 % учителей используют готовый видеоматериал, 10 % используют собственный видеоматериал и 60 % хотели бы использовать, но не знают, как правильно подготовить видеоматериал, принципы работы видеоредакторов или испытывают затруднения при выборе видеоредактора.

При работе над исследованием были проанализированы видеоредакторы, представленные в таблице ниже [3].

Таблица

Анализ видеоредакторов

Редактор	Стоимость	Лицензия	Записи экрана	Рейтинг	Функционал
Киностудия Windows (кроме Windows 8 и 10)	Бесплатная	Бесплатная	Нет	10	Ограниченный и не подходит для профессионалов, видео можно сохранять только в формате .wmn
Movavi Video	Платная (от 1390 р. – 2090 р.)	Бесплатная	Есть	10	Расширенный, есть много фильтров и переходов и возможность встраивать звуковое сопровождение
ВидеоМастер	Платная (от 651 р. – 990 р.)	Пробная	Есть	10	Большой набор инструментов для обрезки и соединения роликов, замена звука, применение спецэффектов
Corel VideoStudio	Платная (от 4000 р. и более)	Пробная	Есть	8	Профессиональная программа, создание спецэффектов, фильтры, запись материала на оптические диски и публикация в интернете
Kapwing (онлайн редактор)	1500 р. в месяц (подписка)	Бесплатная	Нет	10	Полностью на английском языке. Есть базовые функции редактора, не ставит искусственных ограничений, нет водяного знака

Мы рекомендуем использовать видеоредактор Movavi Video для записи видеоматериала, так как он имеет бесплатную версию (если необходимо, можно приобрести платную с большим функционалом), простой интерфейс на русском языке, большой функционал, а также функция записи экрана.

При создании видеоматериала необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

– видеоматериал должен быть полезным, интересным, понятным и динамичным, так как это повлияет на усвоение знаний учеников;

– нужно продумать каждую часть урока, для этого необходимо составить сценарий, в какой части урока будет использоваться видеоматериал;

– при создании видеоматериала учитель должен придерживаться его основной структуры:

вступительная часть (сообщение темы);

основная часть, в которой дается подробное объяснение нового материала с применением наглядности (демонстрацией различных картинок, фотографий, таблиц, схем, работы программ);

заключительная часть (в ней необходимо еще раз обратить внимание учеников на основные моменты изученного материала).

Учителю необходимо уделить большое внимание дикторскому изложению материала (точная и четкая формулировка сути объясняемого материала, продуманная логика изложения материала, использование сравнений, сопоставлений, проведение аналогий, применение ярких примеров), также не следует допускать ошибки в произношении терминов и определений [2].

Выделим ряд положительных сторон использования видеоматериала:

1. Облегчают работу учителя, освобождая от лишних вопросов и многократных объяснений материала как для всего класса, так и для отдельных учеников, которые не присутствовали на уроках.

2. Освобождают учеников от записи конспектов прикладной информации (команды в программе, инструменты, необходимые для работы, настройки параметров), которую можно посмотреть в видео сколько угодно раз и выполнить необходимое задание.

3. Данными материалами можно воспользоваться дома для выполнения домашнего задания или для углубленного изучения какой-либо темы.

4. Видеоматериал удобен при переходе на дистанционный формат обучения.

5. Использование нетрадиционных форм обучения и внедрение интерактивных технологий в процесс обучения увеличивает интерес учеников к предмету.

6. Независимость и равные условия для различного контингента обучающихся дают положительный результат в освоении материала, а в сфере здоровьесберегающих технологий видеоматериал полезен тем, что дает возможность оптимизировать процесс обучения для отстающих учеников [1].

Но существуют и недостатки использования видеоматериала:

1. Отсутствие личного контакта учителя и ученика, если он изучает эту тему впервые и один.

2. Необходимо своевременное обновление материала, так как учебные программы постоянно совершенствуются, особенно у учителей информатики в условиях бурного развития информационных технологий.

3. Создание качественного видеоматериала – это трудоемкий процесс, на который уходит много времени [1].

Видеоматериал позволяет успешно решать следующий ряд задач:

1. С помощь визуальной информации развивается образное мышление учеников.

2. Стимулирование познавательного интереса школьников, опираясь на их тягу к компьютерным технологиям.

3. Разрабатывается ряд новых методов обучения, ориентированный на индивидуальные потребности личности, давая шанс каждому ученику освоить учебную информацию.

4. Происходит развитие творческого мышления учащихся за счет исследования динамических методов обработки и предоставления информации [1].

5. Происходит активизация учебно-творческой деятельности учащихся, так как большим достоинством видео является сила впечатления и эмоционального воздействия, что и позволяет активизировать учеников на дальнейшее изучение увиденного материала, также при просмотре видео активизируются внимание и память учащихся [4].

Безусловно, видеоматериал не заменит объяснения учителя на уроке. Но с его помощью учителю информатики будет легче преподнести именно работу с прикладными программами и облегчить работу при постоянном повторении материала. Поэтому видеоматериал может быть фрагментом обычного урока и является перспективным направлением в обучении учащихся от младшей школы до старшеклассников.

1. ИЦРОН : [сайт]. – 2013. – URL: https://izron.ru/articles/pedagogika-psikhologiya-i-obrazovanie-ot-teorii-k-praktike-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezhdu/sektsiya-2-teoriya-i-metodika-obucheniya-i-vospitaniya-spetsialnost-13-00-02/ispolzovanie-videourokov-na-urokakh-informatiki/ (дата обращения: 23.10.2021). – Текст : электронный

2. ИНФОУРОК : [сайт]. – 2013. – URL: https://infourok.ru/metodicheskie-rekomendacii-pri-sozdanii-videourokov-po-kursu-informatika-i-ikt-274685.html (дата обращения 24.10.2021). – Текст : электронный.

3. CNews клуб : [сайт]. – 1995. – URL: https://club.cnews.ru/blogs/entry/videoredaktory_na_pk (дата обращения 24.10.2021). – Текст : электронный.

4. ИНФОУРОК : [сайт]. – 2013. – URL: https://infourok.ru/ispolzovanie-video-na-urokah-kak-effektivniy-metod-obucheniya-3325722.html (дата обращения 25.10.2021). – Текст : электронный.

О РАЗВИТИИ МОДЕЛИ УВЕЛИЧЕНИЯ КОМБИНИРУЕМОСТИ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ СТАЛИ

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

В работах авторов [1, 2] описана модель увеличения комбинируемости химических составов стали при корректировке содержания химических элементов. Указанная модель была разработана в рамках концепции бережливого производства [3] и успешно внедрена в производственный процесс Череповецкого металлургического комбината, что позволило достичь таких экономических эффектов, как повышение серийности разливаемой стали, снижение количества отказных заказов и загрузки склада труднореализуемой продукци-

ей. В ее основе лежит поэтапное изменение границ диапазонов содержания химических элементов выбираемого химического состава (в рамках требований стандарта на производство требуемой марки стали), с целью поиска химического состава, позволяющего при наименьших таких изменениях обеспечить наибольшую унификацию (выполнение правил комбинируемости) с другими химическими составами, использующимися в производстве.

Проведенный анализ исходных данных и результатов применения модели показал, что несмотря на полученные положительные эффекты, необходимо дальнейшее ее развитие. Для этого сформулируем несколько первоочередных задач.

1. Реализация возможности загрузки входных параметров, определяющих правила комбинируемости химических составов, в программу из файла. В ходе практического применения модели выяснилось, что параметры указанных правил зависят от решаемой производственной задачи и в программном инструменте необходимо предусмотреть возможность динамически изменять их.

2. Добавление в модель дополнительных параметров оборудования, от которых зависит возможность выплавки стали из полученного в результате применения модели химического состава (например, сечение машины непрерывного литья заготовок).

3. Оптимизация алгоритмов, используемых при реализации модели. Практическое применение программного инструмента, реализующего модель, показало, что для некоторых входных параметров время расчета на типовой ЭВМ превышает несколько часов или даже суток. Совершенствование алгоритма поиска оптимального химического состава возможно произвести за счет применения более совершенных математических методов, а также внедрения в узкие места многопоточных вычислений и сокращения числа выполняемых операций за один цикл.

4. Добавление в расчет данных о стоимости используемых материалов и легирующих добавок в качестве входных параметров. Это позволит одновременно решать задачи оптимизации стоимости плавки и поиска оптимального химического состава стали с точки зрения объединения нескольких заказов на производство.

5. Реализация возможности формирования сводного отчета по результатам последовательного решения задачи для нескольких химических составов, выбранных в качестве входных данных.

Решение указанных задач повысит эффективность работы модели увеличения комбинируемости химических составов стали по следующим критериям:

- повышение качества выходных данных;

- возможность поиска оптимального с точки зрения стоимости производства химического состава;

- снижение временных затрат пользователя для выполнения расчета оптимального химического состава при работе с программным инструментом.

На основе вышеизложенного предлагается разработать метод определения оптимального химического состава стали, в основе которого будет реализация трех этапов.

Первый этап заключается в поиске унифицированного химического состава, диапазоны массовых долей содержания химических элементов которого удовлетворяют требованиям стандартов на производство нескольких марок стали и установленным на производстве правилам комбинирования (то есть обеспечивают объединение нескольких заказов в одну плавку).

На втором этапе определяются дополнительные параметры технологического оборудования, влияющие на возможность объединения производства нескольких марок стали в одну плавку.

На третьем этапе, после того как определен химический состав, из которого будет производиться плавка, происходит оптимизация ее стоимости за счет определения наиболее подходящих под параметры заказа материалов, имеющих наименьшую стоимость.

Полученный в результате применения предлагаемого метода химический состав будет оптимальным с точки зрения эксплуатации технологического оборудования и затрат материала для производства стали.

1. Карачунов, А. Г. Модель увеличения комбинируемости химических составов при корректировке содержания химических элементов с учетом требований стандартов и правил комбинируемости / А. Г. Карачунов, Е. В. Ершов, И. А. Варфоломеев // Современные информационные технологии. Теория и практика: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции (Череповец, 5 декабря 2019 г.) / под редакцией Т. О. Петровой. – Череповец : ЧГУ, 2020. – С. 77–80.

2. Карачунов, А. Г. Программная реализация метода увеличения комбинируемости химических составов стали / А. Г. Карачунов // XIV Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых : материалы Всероссийской научной конференции (Вологда, 24–27 ноября 2020 г.) : в 3 томах / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Вологодский государственный университет ; [главный редактор В. Н. Маковеев]. – Вологда : ВоГУ, 2020. – Том 1. Технические и естественные науки. – С. 65–68.

3. Вейдер, М. Инструменты бережливого производства II: Карманное руководство по практике применения Lean : перевод с английского / М. Вейдер. – 11-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2017. – 151 с.

ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЗРАЧНЫХ ЧАСТИЦ В ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКЕ

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

В трехмерной компьютерной графике реального времени для визуализации применяют единый алгоритм графического конвейера, установивший перечень стадий визуализации, их порядок, типы данных и ресурсов для каждой стадии. Он реализован в видеокартах, поэтому для достижения максимальной эффективности при визуализации нужно стараться, чтобы вычисления производились преимущественно на ней, а не на центральном процессоре. Отдельную сложность для такой визуализации в силу ее специфики могут представлять явления или объекты, не обладающие строго определенной формой, поведением и имеющие некоторую степень прозрачности (например: облака, дым, огонь). Тем не менее для воссоздания огромного количества сцен реального мира важно иметь возможность эффективной их визуализации.

Главная целью работы – нахождение эффективных методов визуализации эффектов такого типа средствами одной лишь видеокарты. В ходе достижения цели необходимо решить задачи, связанные с изучением средств современных графических API, с рассмотрением и выбором имеющихся алгоритмов и подходов, полезных при решении данной проблемы, а также с объединением и адаптацией суммы найденных техник к практическому применению.

Система частиц, реализуемая на видеокарте (GPU-based particle system)

Объекты и явления, не имеющие строго определенной формы, принято представлять в виде системы частиц (particle system) – коллекции ограниченного числа атомарных элементов, имеющих между собой схожее поведение, но с добавлением в него доли случайности. Для имитации эффектов типа огня или дождя эти частицы на каждом кадре визуализации нужно перемещать согласно поведению реализуемого эффекта.

Самым простым в реализации способом обработки системы частиц является подход [1], где на каждом кадре коллекция частиц считывается в оперативную память из динамического буфера вершин, далее, средствами процессора производится обновление состояния частиц исходя из прошедшего времени или других условий. После обновления частицы снова загружаются в буфер вершин и подаются на конвейер визуализации. Главным недостатком такого подхода являются потери производительности [1]. Во-первых, при использовании динамического буфера вершин происходит передача данных с видеокарты (ГП) на центральный процессор и обратно, а такой обмен данными является наиболее медленным по сравнению с передачей ЦП-ОП и ГП-VRAM. Во-

вторых, так для обновления системы частиц используются вычислительные мощности ЦП, хотя эту работу разумнее переложить на видеокарту, архитектура которой гораздо лучше подходит для параллельных вычислений.

Более эффективным будет *подход с реализацией обработки частиц полностью на видеокарте (т.н. GPU-based particle system)* [1], но в таком случае непременно потребуется несколько разных вызовов конвейера визуализации, выполняющих разные действия. Тогда основная логика обработки частиц будет следующей:

– установить буфер вершин с частицами на вход конвейера и выполнить вызов конвейера визуализации (draw call), реализующий только обновление частиц в буфере вершин без самой визуализации;

– установить обновленный буфер вершин с частицами на вход конвейера и выполнить другой draw call, производящий саму визуализацию.

С подобным способом связано несколько трудностей, но современные графические API имеют средства [1], позволяющие воплотить такой алгоритм.

Проблемы с прозрачностью: ROP, blending

После того, как все частицы прошли пиксельный шейдер, они попадают на финальную стадию визуализации – output merger, где выполняются растровые операции – raster operations pipeline (ROP) [2]. Здесь в частности производится смешивание цветов пикселей (blending). Суть blending'а состоит в следующем: для каждого пикселя 3D-объекта производится смешивание его цвета с цветом соответствующего пикселя в буфере кадров по формуле:

$$\mathrm{C} = C_{\mathrm{src}} \times F_{\mathrm{src}} + C_{\mathrm{dst}} \times F_{\mathrm{dst}},$$

где C – векторы цветов формата RGBA;

F – факторы или сомножители;

src(source) – визуализируемый пиксель, dst(destination) – пиксель буфера кадра.

Параметры вычисления по этой формуле задаются в blending state'ах – интерфейсах Direct3D, являющихся одним из видов render state'ов.

При визуализации прозрачных объектов (любых, не только частиц) в смешивании применяется операция alpha-blending [1]: в качестве F_{src} используется степень непрозрачности визуализируемого пикселя, в качестве же F_{dst} – единица минус степень его непрозрачности. При этом для получения правильного изображения важно, чтобы прозрачные объекты рисовались в порядке от самого дальнего к самому ближнему, ведь только тогда значение C_{dst} при смешивании с очередной прозрачной поверхностью будет верным.

В свою очередь, raster operations pipeline принудительно выполняет операции output merger'а для пикселей в том порядке, в котором соответствующая им геометрия была записана в буфер вершин [2]. Таким образом, при визуализации системы прозрачных частиц, более новые, то есть более поздно добавленные в

буфер частицы, будут всегда отображаться поверх более старых, что в конечном итоге для многих ракурсов дает некорректное изображение.

Решение – weighted, blended order-independent transparency (OIT)

Самое очевидное решение этой проблемы – это упорядочить частицы в буфере в порядке «от дальних к ближним». Но такой подход приведет к росту количества вызовов конвейера и необходимости сортировки на процессоре, что негативно скажется на эффективности.

На сегодняшний день начинают появляться методы, позволяющие упростить вычисления в такой ситуации, избавившись от сортировки (т.н. order-independent transparency – OIT) [3]. Наилучшее сочетание эффективности и корректности в нашем случае даст относительно новый метод «weighted, blended OIT», название которого можно перевести как «независимая от порядка прозрачность с использованием весовых значений и смешивания». Формулы и подробное описание сути алгоритма приведены в [3].

Что же касается реализации, то последовательность ее применительно к системе частиц такова:

– сначала произвести визуализацию всех непрозрачных объектов сцены;

– вызвать pass, осуществляющий обновление системы частиц;

– 3D-transparency pass, выполняющий аккумулирование прозрачности и цветов по формуле в дополнительные render target’ы;

– 2D-composing pass, где происходит объединение содержимого дополнительных render target’ов.

– 3D-transparency pass, выполняющий аккумулирование и запись в 2 вспомогательных буфера кадров, принимает прозрачные объекты в любом порядке без сортировки. Соответственно, для него необходимо создать 2 дополнительные текстуры и установить их перед его вызовом в качестве render target’ов. Для этого вызова должен быть установлен depth state, выполняющий отбрасывание перекрытых более близкими объектами фрагментов, но не перезаписывающий значения буфера глубины.

Помимо него, для записи правильных значений в дополнительные render target’ы должны быть выставлены blending state’ы для этих буферов, как показано в таблице 1 (w – весовое значение, полученное на основе глубины конкретного визуализируемого пикселя).

Таблица 1

Blending state для 3D-transparency pass

render target	формат текстуры D3D	начальн. знач. RGBA	Fsrc	Fdst	Csrc
accum	DXGI_FORMAT_ R16G16B16A16_FLOAT	(0,0,0,0)	BLEND_ ONE	BLEND_ ONE	(r*a, g*a, b*a, a) * w
revealage	DXGI_FORMAT_R8_ UNORM	(1,0,0,0)	BLEND_ ZERO	BLEND_INV_ SRC_COLOR	a

2D-composing pass представляет собой визуализацию полноэкранного прямоугольника, на который накладываются пиксели, полученные при совмещении цветов пикселей из двух ранее заполненных текстур, служивших render target'ами. После производится смешивание записанных в этот полноэкранный прямоугольник цветов с текущим содержимым буфера кадров. Параметры blending state'а приведены в таблице 2.

Таблица 2

Blending state для 2D-composing pass

render target	формат текстуры D3D	Fsrc	Fdst	Csrc
frame buffer	DXGI_FORMAT_ R8G8B8A8_UNORM	SRC_ ALPHA	INV_SRC_ ALPHA	(accum.rgb / max(accum.a, 0.0001), 1 - revealage)

На рисунке ниже приведен результат визуализации системы полупрозрачных частиц, имитирующих дым с освещением: сначала с простым alpha blending'ом, затем – с использованием weighted blended OIT. Отчетливо видно, что в первом случае из-за особенностей механизма ROP новые частицы помещаются в конец буфера и визуализируются в последнюю очередь, перекрывая все прочие частицы и создавая тем самым неправдоподобное изображение. Weighted blended OIT же исправляет эти дефекты. Также стоит отметить, что все вычисления, проводимые в данном методе, выполняются на видеокарте, сочетаются с подходом к реализации системы частиц типа «GPU-based particle system» и при этом требуют лишь 1 лишний вызов конвейера и 2 чтения текстур.

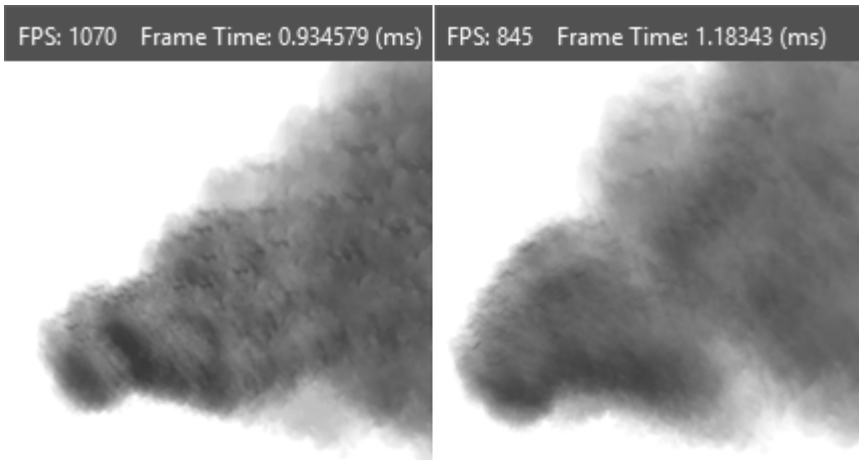


Рис. Сравнение визуализации системы частиц: визуализация с простым alpha blending (слева) и с weighted blended OIT (справа)

По итогу исследования были найдены методы (GPU-based particle system и weighted blended OIT), позволяющие в сочетании эффективно реализовать систему полупрозрачных частиц. Было произведено применение данных подходов в тестовой программе с использованием API Direct3D 11.0 и тем самым доказана их применимость и сочетаемость.

1. Luna F. Introduction to 3D game programming with DirectX® 11 – Copyright © Mercury learning and information llc, 2012. – P. 548–556.

2. Rasterizer Order Views 101: a Primer. – URL : https://software.intel.com/content/www/us/en/develop/articles/rasterizer-order-views-101-a-primer.html (дата обращения: 29.10.2021). – Text : Electronic.

3. LearnOpenGL – Weighted Blended. – URL : https://learnopengl.com/Guest-Articles/2020/OIT/Weighted-Blended (дата обращения: 29.10.2021). – Text : Electronic.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ БЛОКИРОВКАМИ ТРАНЗАКЦИЙ ФРЕЙМВОРКА HIBERNATE

А.А. Кузнецов

Научный руководитель ***И.А. Андрианов***, *канд. техн. наук, доцент* Вологодский государственный университет
г. Вологда

Обычно база данных является общим ресурсом, что означает, что она используется одновременно двумя или более пользователями приложения. Поэтому при проектировании современных распределенных систем обработки и хранения информации фундаментальной задачей считается корректное управление параллельным доступом множества различных пользователей. Другими словами, важной задачей является разработка соответствующего алгоритма управления параллелизмом и изолированностью транзакций. Некоторые современные СУБД предлагают готовые решения для работы с параллельным доступом.

На практике, к сожалению, с изоляцией не все так просто. Самый высокий уровень изоляции – serializable – конечно решает все проблемы, связанные с аномалиями транзакций, но затраты на поддержку этого уровня довольно высоки. Многие СУБД не готовы за это платить столь высокую цену. Поэтому изначально «из коробки» во многих СУБД задействуют более слабые уровни изоляции, которые лишь частично защищают от проблем параллельного доступа к данным, а не от всех. Более того, не для всяких транзакций нужен высший уровень изолированности, и иногда лучше ослабить гарантии изолированности или вовсе отказаться от них (например, для повышения производительности или доступности) [1]. Но все же терять уровень изолированности транзакций не очень хорошая идея.

Обработку конфликтных транзакций можно производить на уровне приложения, которое и формирует эти транзакции для базы данных.

В данной статье мы рассмотрим возможность управления параллельным доступом в базе данных на уровне приложения. Разработаем приложение с

несколькими вариантами подходов к управлению транзакциями и замерим временные задержки.

В качестве языка приложения выберем язык Java. Он активно используется во многих многопользовательских приложениях. Активно развивается и включает в себя инструменты для работы с базами данных и различными фреймворками, в том числе с достаточно популярными в промышленности Spring и Hibernate.

Наш примерный стек приложения – это стандартная Java + Hibernate и база данных PostgresSQL. Основным элементом этого стека, отвечающим за связь с базой данных и создание транзакций, выступает Hibernate. Hibernate – это решение для объектно-реляционного сопоставления для сред Java [2]. Объекто-реляционное сопоставление позволяет представлять сущности базы данных в объектную модель приложения. Также Hibernate предоставляет средства для извлечения данных из БД, что ускоряет разработку, позволяя исключить связывание JDBC и SQL.

Для решения проблемы изолированности транзакций Hibernate предоставляет нам средство разграничения транзакций – блокировки. Благодаря блокировкам у разработчиков появляется возможность настраивать изолированность отдельных видов транзакций на уровне приложения, а не базы данных.

В Hibernate существует два основных подхода к блокированию транзакций: оптимистичный и пессимистичный.

Оптимистичное управление параллельным доступом подразумевает, что в целом блокировки как бы и нет. То есть строки внутри таблицы, да и сама таблица никогда не блокируется. При этом мы получаем уровень изоляции Read committed. Для проверки используется версионирование. То есть каждому экземпляру сущности присваиваться версия, которая отображается на отдельный столбец в таблице базы данных. При каждом изменении объекта версия изменяется, и если версии объекта на момент начала и подтверждения транзакции совпадает, транзакция будет выполнена. Иначе будет выброшено исключение, которое можно обработать в блоке try catch, и необходимо заново повторить транзакцию, но перед этим сделав ее rollback.

Пессимистичное управление блокировками подразумевает непосредственное блокирование данных. То есть при начале транзакции запись (не таблица) полностью или частично блокируется, а все остальные транзакции ожидают завершения текущей. При такой блокировке мы получаем уровень изоляции Repeatable read.

Теперь возникает вопрос: в каких случаях какую блокировку лучше использовать? Для этого проведем временные замеры при использовании блокировок в равных условиях.

Исследование заключается в следующем:

1. В базе данных находится простая таблица с id, изменяемым значением и полем version (для реализации оптимистичной блокировки).

2. Запускается 8 параллельных потоков, в каждом из которых работает цикл, выбирается случайная строка в таблице, и увеличивается значение этой строки на 1, поток усыпляется на 5 мс (для имитации дополнительных действий). Каждый поток должен сделать по 20.000 таких изменений.

Для реализации исследования была написана программа для замера времени выполнения вышеупомянутого сценария. В программе реализованы варианты запуска транзакций с разными параметрами, такими как:

– оптимистичная блокировка;

– пессимистичная блокировка с запретом на запись;

– пессимистичная блокировка с запретом на запись и чтение;

– оптимистичная блокировка с периодическими запросами суммы;

– пессимистичная блокировка с запретом на запись и чтение и периодическими запросами суммы;

Для пункта 1 и 3 дополнительно замерено время с периодическими запросами суммы значений из случайного диапазона строк таблицы с периодичностью 10 с.

Исследование проводилось по следующим этапам:

1. Перед каждым замером удаляется старая и создается новая таблица в базе данных.

2. В зависимости от эксперимента таблица заполняется строками (5, 30 или 100 для регулирования вероятности возникновения коллизии).

3. Запускается функция с определенным типом блокировки, которая производит выборку и изменение данных в базе данных. Перед запуском функции и после ее завершения засекается системное время.

4. Анализ результатов всех замеров.

В таблице представлены результаты замера времени. Результат был получен путем вычисления среднего арифметического от 3 запусков соответствующей функции.

Таблица

Результаты замера времени

№	Параметры транзакции	Количество строк в таблице		
		5	30	100
1	Оптимистичная блокировка	431 636 мс	202 301 мс	158 026 мс
2	Пессимистичная блокировка с запретом на запись	347 972 мс	191 064 мс	165 082 мс
3	Пессимистичная блокировка с запретом на запись и чтение	349 498 мс	187 935 мс	166 322 мс
4	Оптимистичная блокировка с периодическими запросами суммы	524 359 мс	246 730 мс	164 522 мс
5	Пессимистичная блокировка с запретом на запись и чтение и периодическими запросами суммы	348 539 мс	185 792 мс	166 385 мс

Полученные результаты позволяют выработать рекомендации по управлению транзакциями с помощью блокировок для разработчиков многопользовательских приложений, использующих фреймворк Hibernate.

Опираясь на результаты исследования, приведем следующие рекомендации: при выборе типа блокировки необходимо и достаточно проанализировать только количество возможных коллизий транзакций. Если оно достаточно велико, лучше выбрать пессимистичную блокировку, в других случаях, или даже когда это посчитать невозможно, блокировки показывают себя одинаково.

1. Клеппман, М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка / М. Клеппман. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 640 с.

2. Hibernate ORM – Documentation – 5.6. – URL : https://hibernate.org/orm/documentation/5.6/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОНЛАЙН-КУРСА ПО ИНФОРМАТИКЕ

А.С. Локтева

Научный руководитель ***Е.А. Смирнова****, канд. пед. наук, доцент*

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

В настоящее время для успешной и эффективной профессиональной деятельности учитель обязан «идти в ногу» с современным поколением и использовать все возможности, которые ему предоставляют информационные технологии. Очевидным способом информатизировать учебный процесс является активное использование интернета. С помощью электронных ресурсов и инструментов можно выдавать материал и разнообразные задания учащимся. У них появляется определенная свобода, которая повышает внимание и интерес к обучению, дает стимул к развитию.

Одним из способов перевода учебного процесса в электронное пространство выступают массовые открытые онлайн-курсы. Они представляют собой организованный образовательный процесс с применением технологий электронного обучения и открытым доступом через интернет. Грамотное использование преподавателем всех возможностей массовых открытых онлайн-курсов позволит ему выйти на новый уровень своей профессиональной деятельности и педагогического мастерства. Из выше сказанного можно сделать вывод, что тема проектирования онлайн-курсов является актуальной.

Цель исследования – показать этапы проектирования обучающего онлайн-курса по информатике на тему «Обработка информации в Excel» для дальнейшего размещения на образовательной онлайн-платформе.

Объект исследования – проектирование онлайн-курса.

Для достижения обозначенной цели служат следующие задачи:

1. Изучение методической и научной литературы по данной теме.
2. Рассмотрение этапов проектирования онлайн-курса.
3. Анализ платформ для размещения онлайн-курсов.
4. Разработка структуры и содержания онлайн-курса.

В исследовании для решения поставленных задач использовались следующие методы: изучение, анализ и обобщение специальной и справочной литературы, системный анализ и синтез полученной информации, сравнение, практическая и творческая работа.

Практическая значимость заключается в том, что в ходе исследования будут спроектированы структура и содержание онлайн-курса «Обработка информации в Excel» для дальнейшего размещения на онлайн-платформе и использования в образовательном процессе учителями информатики.

Отличительные черты массовых открытых онлайн-курсов: открытость (доступ через интернет в любое время); мультимедийность (использование аудио, видео, 3D-миры и множество других современных технологий); интерактивность (взаимодействие учеников с контентом, общение с преподавателем и друг с другом); бесплатное/условно бесплатное обучение; разнообразие инструментов и заданий [1].

Этапы проектирования онлайн-курса:

1. Определение темы, основной цели, задач, целевой аудитории и структуры онлайн-курса.

2. Сбор и обработка источников информации по теме онлайн-курса.

3. Разработка педагогического сценария онлайн-курса. Планирование сценария предполагает четкое видение автором образовательного пространства курса, его умение определить педагогические технологии в соответствии с особенностями аудитории и тщательное проектирование содержания учебной деятельности. Для решения этих задач необходимо подготовить развернутую программу, подобрать учебный материал, подготовить задания, проставить порог прохождения каждого из заданий, составить сценарии видеолекций и разработать методические рекомендации по изучению онлайн-курса.

4. Выбор образовательной онлайн-платформы для дальнейшего размещения онлайн-курса.

В ходе исследования проведен анализ популярных онлайн-платформ, представленный в таблице [2, 3].

Таблица

Анализ онлайн-платформ

Платформы	Критерии анализа			
	Русский интерфейс	Функционал	Стоимость	Лекции
Google Classroom	Есть	Ограниченный, нет тестов	Бесплатно	Материал представлен в виде ленты
Udemy	Есть	Ограниченный	Платное	Обязательное наличие видео, высокие технические требования
iSpring Market	Есть	Средний, сложность создания тестов	14 дней бесплатного тестового периода, цена от 2970 р/мес	Поддерживает любые форматы
Stepik	Есть	Расширенный, много типов заданий	Бесплатно, 2900 р. в месяц или от 500000 р. в год	Можно создавать только текстовые, без привязки к видео

Из таблицы видно, что предпочтительнее использовать Stepik. На данной онлайн-платформе представлен расширенных функционал, возможность бесплатного размещения курсов, а также контент лекций не привязан к видео.

Цель платформы Stepik – сделать образование открытым и удобным, предоставить учащимся возможность учиться на лучших онлайн-курсах, а учителям – проектировать и размещать разнообразные курсы, интерактивные обучающие уроки, используя видео, текст и различные задачи с проверкой и обратной связью.

Онлайн-курсом на Stepik является набор уроков на общую тему, организованных в модули. Урок состоит из шагов, которые могут быть теоретическими (текст, видео) или практическими (более 20 типов заданий) [4].

При проектировании онлайн-курса на Stepik необходимо придерживаться следующих методических рекомендаций:

1. Оптимальная длина курса 3–6 модулей (минимум 2 модуля).

2. Модули, уроки и шаги взаимосвязаны и соответствуют единой цели и задачам.

3. Названия модулей и уроков должны быть емкими и понятными.

4. В курс следует добавлять только проверенную и актуальную информацию.

5. Урок не может состоять из однородных шагов: только текст или только задания.

6. Задания на курсе должны быть разных видов, чтобы удержать интерес и внимание учащихся.

7. При составлении заданий необходимо максимально конкретно прописывать условия и варианты ответов, а также критерии оценивания.

8. Составляйте список литературы, которая была использована в курсе или которую рекомендуете учащимся [5].

В ходе исследования спроектирован онлайн-курс «Обработка информации в Excel», составленный на основе учебника 9 класса Л.Л. Босовой и направленный на изучение и отработку знаний по данной теме. На курсе собран теоретический материал, приведены примеры, предложены практические задания разного типа и представлены дополнительные задания сложного уровня. Также разработаны лабораторный работы, включающие в себя последовательности шагов по созданию модулей и уроков на Stepik.

В дальнейшем планируется размещение курса на образовательной онлайн-платформе Stepik и апробация в ходе преддипломной практики в МБОУ «Белоусовская основная общеобразовательная школа».

После размещения данный онлайн-курс в образовательном процессе может использоваться учителем на уроках информатики, на внеурочных занятиях или изучаться учениками самостоятельно. Также учитель может ввести онлайн-курс по модели «перевернутый урок»: ученики изучают материал дома, а на уроке решают задания.

Ведущей целью применения онлайн-курса является достижение более глубокого запоминания учебного материала через образное восприятие, обеспечение «погружения» в предметный контекст. Это происходит за счет использования иллюстративного ряда, видео и программного обеспечения.

Несомненно, онлайн-образование никогда не заменит классическое обучение. Но при внимательном и осознанном подходе, это хорошая возможность для повышения успеваемости, развития интереса и умений учащихся. Поэтому возможны разные варианты использования онлайн-курса в образовательном процессе.

1. Технологии электронного обучения : учебное пособие / А. В. Гураков, В. В. Кручинин, Ю. В. Морозова, Д. С. Шульц. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 68 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480813 (дата обращения: 23.10.2021). – Текст : электронный.

2. EduNeo : [сайт]. – 2021. – URL: https://clck.ru/UwYnB (дата обращения: 24.10.2021). – Текст : электронный.

3. Uplab : [сайт]. – 2006. – URL: https://www.uplab.ru/blog/services-to-create-online-course/ (дата обращения: 24.10.2021). – Текст : электронный.

4. Stepik : [сайт]. – 2013. – URL: https://clck.ru/YVo3B (дата обращения: 25.10.2021). – Текст : электронный.

5. Stepik : [сайт]. – 2013. – URL: https://clck.ru/YRK3b (дата обращения: 25.10.2021). – Текст : электронный.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ НА ЭТАПЕ КОНТРОЛЯ

А.С. Лямчугина
Научный руководитель ***Е.А. Смирнова****, канд. пед. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

В настоящее время обучающимся в процессе учебной деятельности следует не только обладать определенным багажом знаний, но и знать, как грамотно работать с информацией, самостоятельно и творчески мыслить, рождать новые идеи и уметь гибко адаптироваться в меняющемся мире. Использование ментальных карт в учебном процессе является эффективным средством для развития мыслительных операций у учащихся.

Актуальность исследования обусловлена:

- важной ролью использования инновационных методов и форм контроля качества знаний в условиях внедрения федеральных государственных образовательных стандартов;
- возможностью реализации контроля качества знаний средствами ментальных карт.

Цель исследования – разработать средства контроля на уроках информатики с использованием ментальных карт.

Задачи исследования:

1. Анализ литературы по теме исследования.
2. Разработка ментальной карты для проведения *периодического контроля* знаний учащихся на уроке по теме «Персональный компьютер».

Объект исследования – ментальные карты как средство контроля на уроках информатики.

Предмет исследования – процесс формирования познавательной деятельности, а также оценки усвоенных знаний на уроках информатики.

Методы исследования:

Теоретические: анализ научной, психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования, анализ ФГОС ООО, понятийно-терминологической системы, прогнозирование, моделирование.

Организационные: сравнительный анализ – изучение и обобщение, анализ и проектирование ментальных карт.

Практическая значимость исследования заключается в разработке ментальной карты для проведения *периодического контроля* знаний учащихся на уроке по теме «Персональный компьютер».

В ходе работы над теоретической частью получили следующие результаты.

Сделав анализ литературы, выяснили, что основными видами контроля качества знаний учеников являются предварительный, текущий, периодический, итоговый и самоконтроль. Для реализации данных видов контроля применяются следующие методы: наблюдение, устный контроль, практические работы, письменная проверка, тесты.

К перспективным методам контроля знаний, позволяющим оценивать полноту, структуру и системность знаний обучающихся, может быть отнесен метод ментальных карт. Использование данного метода в учебном процессе дает возможность сформировать у обучающихся осознанное отношение к изучаемому материалу, так как наглядный, структурированный материал легче запоминается. Кроме того, ментальные карты помогают развивать креативное и критическое мышление, память и внимание учащихся, ИКТ-компетенции.

Для организации контроля знаний учащихся был выбран онлайн-редактор ментальных карт MindMeister, позволяющий структурировать информацию и формировать идеи в индивидуальном или командном режиме.

В ходе работы над практической частью был рассмотрен вопрос применения ментальных карт на этапе контроля по теме «Персональный компьютер», изучаемой в 7 классе.

В качестве примера предлагаем рассмотреть *периодический вид контроля* для проверки знаний учащихся на уроке по теме «Персональный компьютер».

Работа с ментальной картой по устройству персонального компьютера будет представлять собой своеобразное тестирование, где использованы вопросы с вводом краткого ответа и выбора нескольких ответом на вопрос. По итогу учащиеся получат карту – памятку по основным характеристикам компонентов, входящих в устройство компьютера.

Форма работы: индивидуальная.

Задания:

1. Определить, какие основные компоненты компьютера указаны под номерами на изображении.

2. Подписать компоненты на ментальной карте и для каждого компонента выбрать верные утверждения (рис. 1).

Ссылка на ментальную карту – https://mm.tt/1904482455?t=3dpYGjm9cQ**.**

Критерии оценивания:

«5» – правильно определены все компоненты компьютера и выбраны верные утверждения для каждого компонента;

«4» –допущена 1–2 ошибки в определении компонентов и их функций;

«3» – допущено 3–4 ошибки;

«2» – в определении компонентов и функций допущено более 4 ошибок.

Ответ на задание представлен на рисунке 2.

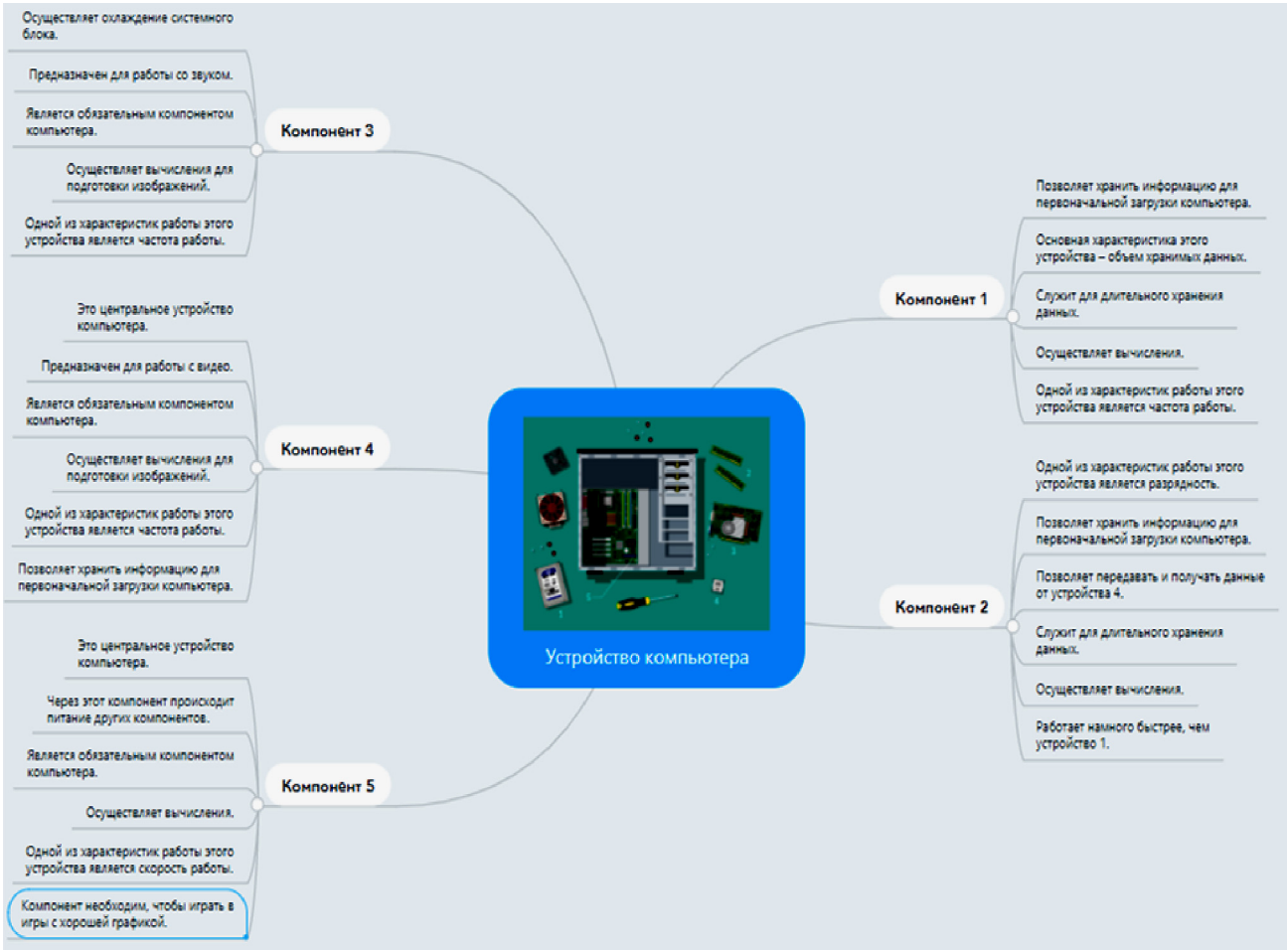


Рис. 1. Ментальная карта к периодическому контролю

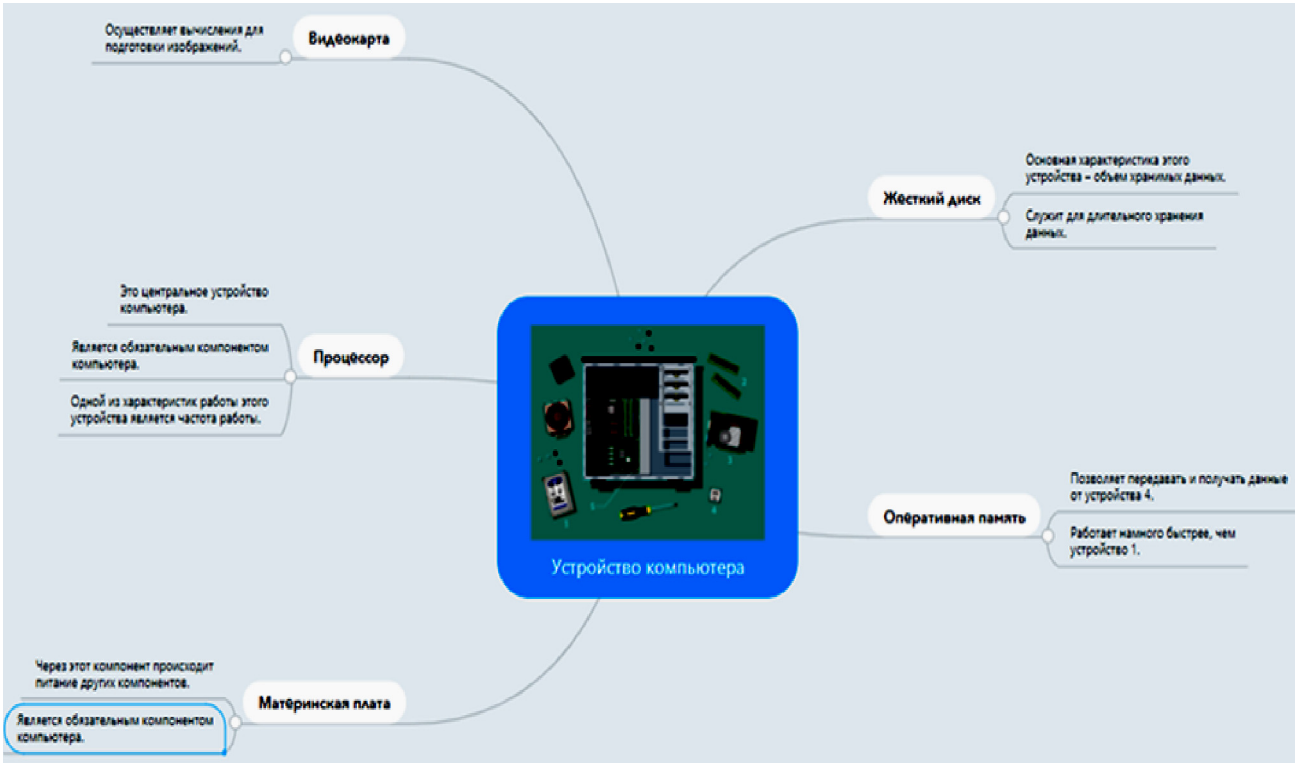


Рис. 2. Ответ для периодического контроля

Таким образом, в ходе данной работы, был проведен анализ литературы по теме «Использование ментальных карт на этапе контроля». На ее основании было разработано средство периодического вида контроля знаний учащихся на уроках информатики по теме «Персональный компьютер», изучаемой в 7 классе с использованием ментальных карт.

1. Бруннер, Е. Ю. Применение технологии mindmap в учебном процессе / Е. Ю. Бруннер // Развитие международного сотрудничества в области образования в контексте Болонского процесса : материалы международной научно-практической конференции (Ялта, 5–6 марта 2008 г.). – Ялта : РИО КГУ, 2008. – С. 50–53.

2. Бьюзен, Т. Интеллект-карты. Практическое руководство / Бьюзен Т., Бьюзен Б. – Москва : Поппури, 2010. – 352 с.

3. О технологии разработки ментальных учебников / Дорошенко Е. Г., Пак Н. И., Рукосуева Н. В., Хегай Л. Б. // Вестник Томского государственного педагогического университета (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). – 2013. – Вып. 12 (140). – С. 145–151.

4. Исупова, Н. И. О повышении эффективности применения электронных образовательных ресурсов / Н. И. Исупова // Современные тенденции в науке и образовании : материалы Международной научно-практической конференции (Москва, 3 марта 2014 г.). – Москва : Ар-Консалт, 2014. – С. 144–148.

5. Мамонтова, М. Ю. Электронные интеллект-карты как средство создания и реализации модульных программ обучения / М. Ю. Мамонтова // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 7. – С. 44–51.

СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТНОЙ И СОБСТВЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИЙ ХЕШ-ТАБЛИЦ НА ЯЗЫКЕ C++

А.Н. Мальцев
Научный руководитель ***И.А. Андрианов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Организация быстрого поиска данных в оперативной памяти – достаточно типовая задача при разработке компьютерных программ. Для этой цели в основном используют две разновидности структур данных – хеш-таблицы и поисковые деревья. Большинство современных языков программирования имеют встроенную поддержку таких структур, например в языке C++ хеш-таблицы и деревья реализуются шаблонными классами std::unordered_set и std::set соответственно [1]. Однако скорость их работы может вызывать вопросы. В данной статье мы сравнили стандартные реализации деревьев и хеш-

таблиц в C++ с самостоятельно разработанной хеш-таблицей и сделали неожиданный вывод о том, что собственная разработка может давать заметно более высокую производительность в сравнении с готовыми классами C++.

Хеш-таблица представляет собой контейнер, который используется в тех случаях, когда нужно быстро выполнять операции вставки/удаления/поиска данных. В этой таблице все элементы хранятся в виде пары «ключ–значение», где ключ используется для индексации и поиска, а значение – это данные, которые с этим ключом связаны.

Выполнение любой операции в хеш-таблице начинается с вычисления хеш-функции, значение которой играет роль индекса для хранимых данных. Скорость вычисления хеш-функции существенно влияет на скорость всех операций над хеш-таблицей, поэтому такая функция должна вычисляться как можно более эффективно.

При вставке элемента в таблицу может возникнуть ситуация, когда для различных значений генерируется одно и то же хеш-значение. Такая ситуация называется коллизией. Существует два основных способа борьбы с коллизиями:

– метод цепочек;

– открытая адресация.

Суть метода цепочек (открытое хеширование) состоит в следующем: элементы с одинаковым хеш-значением ключа объединяются в список, а в хеш-таблице хранятся только ссылки на такие списки.

При открытой адресации (также известной как закрытое хеширование), в отличие от метода цепочек, все элементы хранятся непосредственно внутри таблицы. Если ячейка занята, то алгоритм вставки проверяет следующие ячейки в некотором порядке до тех пор, пока не будет найдена первая свободная ячейка, в которую и запишется новый элемент. Последовательность, в которой просматриваются ячейки хеш-таблицы, называется последовательностью проб. Ниже приведены самые распространенные последовательности проб:

1. Линейное пробирование: ячейки хеш-таблицы последовательно просматриваются с некоторым фиксированным интервалом.

2. Нелинейное пробирование: интервал между ячейками каждый раз увеличивается на константу.

3. Двойное хеширование: в случае коллизии используется вспомогательная хеш-функция.

В таблице 1 приведена сложность основных операций над хеш-таблицей. Заметим, что для адекватно реализованной таблицы вероятность худшего случая (последний столбец) близка к нулю.

Таблица 1

Асимптотическая сложность операций над хеш-таблицей

	В среднем	В худшем случае
Поиск	O(1)	O(n)
Вставка	O(1)	O(n)
Удаление	O(1)	O(n)

Следующая рассматриваемая структура данных – двоичное (бинарное) дерево поиска. В таком дереве выполняются следующие условия:

1. На ключах должна быть определена операция сравнения.

2. Оба поддерева – левое и правое – являются двоичными деревьями поиска.

3. Если *Y* – произвольный узел двоичного дерева, то у всех узлов левого поддерева значения ключей должны быть меньше, чем значение ключа *Y*, а у правого поддерева – больше.

Дерево поиска, как и хеш-таблица, может применяться для построения таких структур, как множества, мультимножества, ассоциативные массивы. Заметим, что существуют и другие виды деревьев, например суффиксные деревья, позволяющие выполнять более сложные виды поиска данных [2].

В таблице 2 приведена сложность основных операций над деревом поиска. Заметим, что худший случай здесь можно устранить полностью, если использовать какую-либо схему балансировки дерева. Например, реализации класса std::set в языке C++ обычно основываются на красно-черных деревьях.

Таблица 2

Асимптотическая сложность операций над поисковым деревом

	В среднем	В худшем случае (если нет балансировки)
Поиск	O(log n)	O(n)
Вставка	O(log n)	O(n)
Удаление	O(log n)	O(n)

В качестве собственного класса хеш-таблицы нами была выбрана закрытая хеш-таблица. В качестве размера таблицы берется простое число, примерно в полтора раза превышающие количество вставляемых элементов. Для разрешения коллизий используется линейное пробирование с шагом, равным трем. Выбор шага, большего единицы, предотвращает склеивание вставляемых элементов в кластеры, что могло бы ухудшить скорость работы.

Для проведения вычислительного элемента были взяты стандартная и собственная реализации хеш-таблицы, а также стандартная реализация дерева поиска. Кроме того, стандартную хеш-таблицу мы проверяли в двух вариантах – с конструктором класса по умолчанию, а также с передачей максимального размера таблицы в конструктор. Второй вариант несколько повышает скорость за счет того, что вся нужная память выделяется сразу при создании объекта.

В эксперименте проводилась вставка и удаление десяти миллионов целых чисел. Компиляция выполнялась с использованием современных версий компиляторов GNU C++ и Visual C++. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение скорости работы разных реализаций хеш-таблиц и дерева поиска при разных настройках оптимизации компиляторов

Настройки оптимизации	std::set	std::unordered без нач. размера	std::unordered с нач. размером	Своя реализация
Компилятор Visual C++				
-o1	25,483 сек.	5,009 сек.	4,316 сек.	1,291сек.
-o2	25,622 сек.	4,743 сек.	3,797 сек.	1,283 сек.
-o3	25,947 сек.	5,065 сек.	3,809 сек.	1,346 сек.
Компилятор GNU C++				
-o1	25,408 сек.	4,998 сек.	3,809 сек.	1,297 сек.
-o2	25,304 сек.	4,704 сек.	3,248 сек.	1,2927 сек.
-o3	26,012 сек.	5,104 сек.	3,456 сек.	1,325 сек.

Результаты эксперимента показали следующее. Ожидаемо, все версии хеш-таблицы оказалась значительно быстрее дерева поиска. Наиболее интересный результат состоит в том, что разработанная нами хеш-таблица показала примерно втрое более высокую производительность, чем стандартная. Причиной такого результата, по всей видимости, является то, что стандартная хеш-таблица нацелена на универсальность – она может использоваться с различными типами ключей. Однако из-за этого теряется скорость операций.

Таким образом, при разработке программ, где требуется максимальная производительность, целесообразно выполнять свою реализацию хеш-таблиц – это позволяет получить существенный прирост скорости работы программы.

1. Андрианов, И. А. Программирование на языке C++ : учебное пособие / И. А. Андрианов, С. Ю. Ржеуцкая, Д. В. Кочкин. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2019. – 276 с.

2. Duplicate and plagiarism search in program code using suffix trees over compiled code / I. Andrianov, S. Rzheutskaya, A. Sukonschikov [et al.] // Conference of open innovations association, FRUCT. – 2020. – № 26. – P. 16–22.

ПРОБЛЕМЫ МНОЖЕСТВЕННОГО СОЗДАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

М.А. Мальчиков

Научный руководитель ***И.А. Андрианов****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Под множественным созданием приложением мы понимаем ситуацию, при которой разработчику требуется создать множество однотипных, не отличающихся друг от друга с точки зрения функционала, но отличающихся какими-либо другими параметрами программных продуктов, например внешним видом, иконками, текстами, каталогами данных, ключами доступа и так далее.

Областями применения таких приложений может быть коммерция, маркетинг, более узкие направления. Мы постараемся абстрагироваться от конкретного решения и рассмотреть общие проблемы, с которыми предстоит столкнуться при конструировании подобных систем.

В первую очередь разработчик встречается с проблемой неоднородности приложений. Ему нужно решить, на каких платформах они будут использоваться и в зависимости от этого использовать различные варианты архитектуры. В любом случае, для упрощения администрирования, предпочтение нужно отдать распределенной системе [1], но решение о конкретной реализации предстоит сделать в зависимости от поставленной задачи.

Ситуация проста, если приложению достаточно одной платформы. Это означает, что сборка проекта пройдет достаточно унифицировано. В рамках одного языка можно использовать встроенные механизмы конфигурации: написать все исходные данные в файл xml для Android [2] или в обычный массив в PHP. С этой точки зрения выгодно отличаются web-приложения, так как серверная и клиентская части могут общаться друг с другом без каких-либо осложнений. Проблема обновления решается путем простой замены имени файла сценария: веб-браузер, увидев новые файлы, автоматически обновит их в своем кэше.

Если функционал таких систем практически не отличается, можно пойти дальше и вместо создания множества веб-сайтов, создать один такой, что меняет свой внешний вид и функционал в зависимости от нужд конкретного клиента. При этом можно даже использовать различные доменные имена как идентификатор того, какую конфигурацию использовать, таким образом постороннему взгляду становится невозможно сказать, что эти сайты являются одной системой.

В случае мобильного приложения не удастся избежать создания множества экземпляров, но делать это стоит таким образом, чтобы функционал был достаточно унифицирован и устойчив, а производить обновления при этом приходилось бы как можно реже, так как имея несколько десятков или сотен приложений, это становится достаточно сложной задачей. Можно озаботиться автоматической загрузкой приложений в магазин, но это вызовет дополнительные трудозатраты. Данные в таком случае предпочтительно хранить удаленно и получать их в зависимости от конфигурации. Например, можно указать данные клиента в приложениях и запрашивать все остальное с сервера или пойти дальше: в зависимости от токена приложения передавать ему все данные, включая пользовательские. Таким образом, приложение становится практически независимым от конкретного клиента.

Может возникнуть вопрос, почему бы ради простоты реализации не использовать Progressive Web Application (PWA), концепцию которых описывал еще Стив Джобс и работа над которыми ведется с 2015 года. Рассмотрев варианты работы таких приложений, можно сказать, что они не пользуются боль-

шой популярностью и функционал все так же ограничен интерфейсом веб-браузера. На данный момент они представляют из себя просто ссылку на веб-сайт на экране смартфона, переходя по которому мы не видим интерфейса веб-браузера. Единственным вариантом размещения PWA в магазинах приложений является использование компонента webView. Таким образом, такой тип приложений не имеет никаких преимуществ перед остальными.

В идеальном мире приложения не нужно обновлять, они сразу получаются завершенными, но в реальном это не так. Новые функции требуется внедрять чуть ли не каждую неделю, а имея множество нативных приложений, процесс обновления становится чрезвычайно трудоемким. Нативным называется приложение, реализованное для конкретной платформы, например: Win32 приложение для ОС Windows. В таком случае можно использовать гибридные приложения, в которых клиент на телефоне является тонким, использует компонент webView, отображая веб-сайт, который по сути является нашим приложением. В таком случае возникает две проблемы: веб-приложение проигрывает в производительности нативному; приложение не будет работать без интернет-соединения. Преимуществом же такого подхода является кроссплатформенность: компонент webView есть в любом фреймворке пользовательского интерфейса, таким образом на веб-сайт перекладывается основная доля работы.

Стоит заметить, что нативная часть приложения не остается простой оберткой – она все еще может использовать различные особенности платформы: аналитику приложений, специализированную рекламу, различную информацию об устройстве. Например, если реализовать веб-приложение ранее описанным образом, можно передавать идентификатор того, какую конфигурацию веб-клиента использовать.

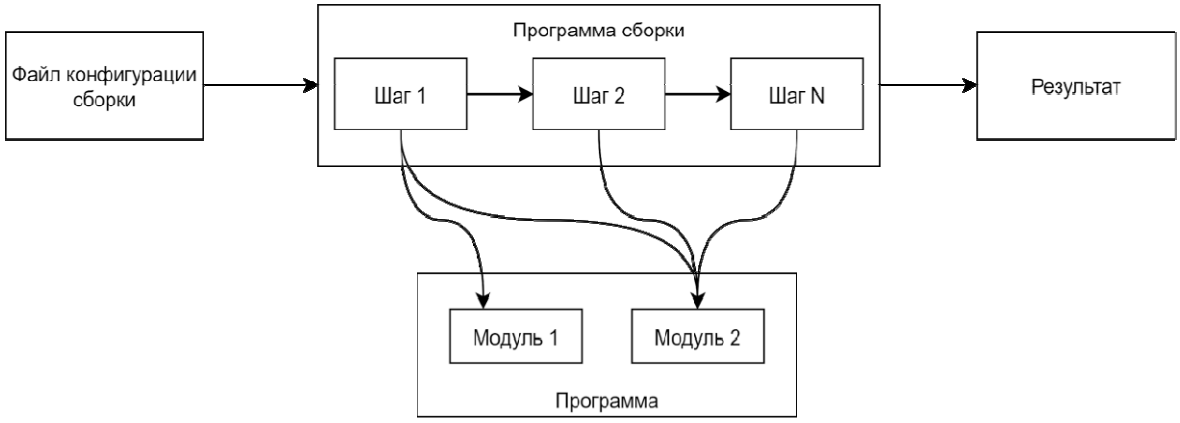


Рис. Схема сборки проекта

При такой комплексной структуре возникает вопрос сборки приложения. Этот процесс можно назвать неоднородным и последовательным (рис.), так как он не ограничивается изменением нескольких переменных и даже, может быть, языком программирования.

В настоящее время приходится использовать сборку проекта даже в простых проектах. Инструменты работы с пакетами и сборки работают из командной строки, чем позволяют нам отчасти автоматизировать процесс, дальнейшую же работу предстоит продумать самостоятельно, например написать свою программу сборки проекта на удобном для нас языке. В этом случае мы не ограниченны в выборе, так как нам придется взаимодействовать с разными процессами через командную строку (например, функция exec() в PHP), а не использовать программный интерфейс собираемого приложения.

Приведем пример сборки проекта, состоящего из веб-сайта и нативного приложения Android. В исходных файлах можно расставить определенные метки-ключи, которые будут позже заменяться конкретными значениями. Мы будем хранить метки в специальном файле, который будет использоваться в нашей программе сборки проекта. В нем же мы запишем прочие данные для повторного использования, например: пути к исходным файлам, исключаемые из проверки директории, удаленные сервера, методы доступа к ним и пр. Исходные файлы же будут являться как бы шаблоном проекта, его стандартом. Если допустить отличие одного экземпляра приложения от другого, это внесет беспорядок в алгоритм. Мы копируем исходные файлы и приступаем к сборке. Первым шагом будет обход исходных файлов и замены ранее установленных меток. Далее следует сборка веб-сайта и отправка результатов на сервер. На этом работа с ним завершена, переходим к работе с приложением.

Для Android-приложения достаточно сложным шагом будет создание иконки приложения: для разной плотности пикселей экрана могут использоваться разные иконки, а последние версии api используют собственный формат векторной графики – Vector Drawable. Учитывая отсутствие открытых инструментов для работы с таким форматом, возможно стоит остановиться на формировании растровых изображений. Еще одним интересным шагом является подпись пакета приложения. Можно в своей программе сборки использовать утилиту jarsigner, поставляемую вместе с java development kit, или использовать конфигурацию в программе сборки приложения для Android, Gradle. Далее следует ручное размещение пакета в магазине приложений и работа с модерацией.

Развивая идею подобного решения, можно упростить его большую часть, сделав единую систему вместо разрозненных веб-приложений: обновив ее однажды, нам не придется это делать снова для каждого экземпляра приложения. Остается только собрать нативную часть.

Как можно понять из подобного примера, сборка проекта специфична для каждого проекта и, учитывая различные требования, не существует единого подхода к сборке. Мы можем лишь вывести общие требования, которые призваны снизить трудозатраты на сборку.

Если отсутствует понимание того, что нужно автоматизировать, стоит начать с ручной сборки. Через несколько проектов можно заметить, какие

сегменты в работе повторяются и органически применять решения, позволяющие упростить дальнейшую автоматизацию, например использовать единого файла конфигурации вместо жестко записанных параметров в различных частях проекта, уточнить то, какие данные стоит хранить локально, а какие удаленно.

Идея сборки разрозненного проекта не нова и существуют решения для автоматизации сборки: Jenkins, Maven, Gradle. Решение, использовать их или разработать собственный подход, остается за нами.

Мы рассмотрели общие проблемы, с которыми сталкивается разработчик при множественном создании приложений, привели примеры решений некоторых из них и рассмотрели одну из реализаций.

1. Андрианов, И. А. Распределенные системы обработки информации: учебно-методическое пособие / И. А. Андрианов, С. Ю. Ржеуцкая. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2020. – 70 с.

2. Android Developers : Developer Guides: Last updated 07.10.2021 UTC. – URL: https://developer.android.com/guide (дата обращения: 31.10.2021). – Text : Electronic.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС «ЯКЛАСС»

Н.А. Мамедова

Научный руководитель ***Е.А. Смирнова****, канд. пед. наук, доцент*

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

На сегодняшний день дистанционное обучение невозможно без использования образовательных платформ. Именно благодаря им можно реализовать процесс обучения, провести онлайн-лекции, усвоить материал по любому предмету и многое другой. В связи с этим было решено на примере одной из образовательных платформ выявить возможности их использования для учителей и учащихся.

Цель исследования – выявление возможностей образовательного интернет-ресурса «ЯКласс» для учащихся и учителей.

Задачи исследования:

- сбор и анализ соответствующей литературы и электронного ресурса;
- исследование интерфейса и основных предложений образовательной платформы «ЯКласс»;
- вывод о возможностях образовательного интернет-ресурса «ЯКласс».

Были использованы следующие методы исследования: поиск и изучение литературы и самого электронного ресурса, анализ и визуализация.

Предмет исследования – образовательная платформа «ЯКласс» для учителей и учащихся.

Практическая значимость – дальнейшее использование основных предложений и ресурсов образовательной платформы «ЯКласс» для расширения возможностей обучения.

«ЯКласс» – это образовательный интернет-ресурс для учащихся, учителей и родителей по 13 предметам школьной программы [2]. В базе ресурса более 1,6 трлн заданий с генерациями – то есть у каждого из них более 50 вариантов. Данная платформа также представляет собой сборник интерактивных задач и видеоуроков по широкому спектру предметов и классов. Целевая аудитория – учителя и ученики 1–11 классов. Сервис используется учителями и учениками как в общем, так и дополнительном образовании.

Сравнив данную образовательную платформу с остальными электронным ресурсами, было выявлено следующее: во-первых, удобство в пользовании. На данный сайт можно зайти и пользоваться им и с компьютера, и с планшета, и с телефона. Во-вторых, материалы для «ЯКласс» разрабатываются, опираясь на федеральный государственный образовательный стандарт, методические рекомендации и указания [1]. Теоретические и практические материалы расположены по параграфам и по темам школьного учебника и соответствуют многим рабочим программам. В-третьих, встречаются необычные, нестандартные задания, которые привлекают интерес обучающихся, что делает работу по формированию умений и навыков интересной и увлекательной. Обучение на портале происходит в форме игры (учащиеся зарабатывают очки и бонусы), что способствует повышению мотивации при изучении различных предметов. С помощью геймификации обучения удается заинтересовать школьников. Получая баллы за правильно выполненные задания, повышая свой рейтинг и стремясь попасть в ТОП, ребенок незаметно, но эффективно усваивает необходимый учебный материал.

Говоря о систематизации и проверке теоретических и практических материалов по предметам, образовательная платформа «ЯКласс» предоставляет возможность учащимся сделать это в различных формах:

- изучение теоретического материала с отработкой наиболее значимых понятий темы;
- самостоятельная работа (индивидуально, с выбором «своих» заданий или подсказанных преподавателем);
- проверочная работа (назначенная преподавателем);
- выполнение домашнего задания (индивидуально, с выбором «своих» заданий);
- индивидуальная работа вне класса (переменка).

Проверочные, индивидуальные и самостоятельные работы создаются и назначаются учителями. При выполнении проверочных работ обучающиеся имеют возможность увидеть результаты, посмотреть на допущенные ошибки

и выполнить работу заново. В профиле есть функция, позволяющая видеть текущее состояние проверочной работы или домашнего задания у каждого ученика, его ошибки и степень выполнения задания. За решенную задачу ученик получает баллы в зависимости от уровня сложности, а учитель выставляет отметку.

После изучения интерфейса и основных предложения образовательной платформы, можно сделать вывод о том, что же дает данный интернет-ресурс учащимся и учителям.

Возможности образовательной платформы для учителей:

1. Учителя могут пользоваться готовыми тестами и проверочными работами.

2. Учителя могут создавать собственные задания и отправлять их ученикам в качестве домашнего задания или контрольной для закрепления материала.

3. Система сама проверяет и дает процент выполнения работы, предоставляет подробную статистику.

Возможности образовательной платформы для учеников:

1. Помогает не списывать, а реально понять учебный материал.

2. Учащиеся могут почувствовать уверенность в собственных силах.

3. Учащиеся могут повторить нужную тему перед контрольной или проверочной работой.

4. Могут улучшить оценки по предметам.

5. Проявить себя и стать лидером в классе или даже в школе.

6. Закрепить пройденный материал.

В целом образовательную платформу «ЯКласс» можно назвать электронным тренажером, который позволяет учащимся самим контролировать процесс усвоения материала. Помимо этого, у учащихся появляется возможность самим выбирать себе оценку.

1. Экспресс-анализ цифровых образовательных ресурсов и сервисов для организации учебного процесса школ в дистанционной форме / И. А. Карлов, В. О. Ковалев, Н. А. Кожевников, Е. Д. Патаракин, И. Д. Фрумин, А. Н. Швиндт, Д. О. Шонов; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. – Москва : НИУ ВШЭ, 2020. – 56 с. – (Современная аналитика образования. – № 4 (34)).

2. ЯКласс [сайт]. – 2014. – URL: https://www.yaklass.ru (дата обращения: 10.10.2021). – Текст : электронный.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ НА БАЗЕ ASTERISK

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

В современном мире широко распространяются услуги IP-телефонии. IP-системы являются многоканальными (позволяют совершать несколько звонков одновременно), обладают широким наборам функций (в том числе кодирование и декодирование человеческого голоса, передача данных по сети), сравнительно просто решают вопросы интеграции телефонного оборудования с различными корпоративными приложениями, обеспечивают улучшение качества связи. Для каждого звонка сеть предполагает отдельный маршрут, который обеспечивает необходимую пропускную способность для передачи информации.

Разработку структуры IP-системы начинаем с предпроектного обследования, в ходе которого следует установить, какие аппараты целесообразно использовать. Если организация представляет собой штаб из сотрудников, находящихся весь рабочий день на одном месте, то имеет смысл выбрать стационарные телефоны. Они могут быть как IP-телефонами, так и аналоговыми. Первые могут подключаться к прокси-серверу провайдера IP-телефонии или к IP-АТС. Вторым же для заведения в IP-телефонию необходимо дополнительное оборудование – VoIP-шлюз с аналоговым типом интерфейса. Если же сотрудникам организации необходимо предоставить мобильность, то имеет смысл выбрать FMTN сим-карты, предоставляемые оператором сотовой связи. При помощи технологии FMTN номера сим-карт также заводятся на сервер телефонии и они доступны к настройкам маршрутизации.

Главным и основополагающим элементом телефонии является ее сервер. Сервером телефонии может быть как компьютер в офисе компании, так и сервер ,выделенный в облачном дата-центре. Сервер IP-телефонии – это компьютер, обладающий необходимыми техническими характеристиками, на который установлено свободно распространяемое программное обеспечение Asterisk, позволяющее обслуживать систему телефонных вызовов. Asterisk – автоматическая телефонная станция, реализующая в себе возможность совершения VoIP-вызовов, а также вызовов, совершаемых между IP-телефонами. На сервере телефонии прописываются все необходимые настройки безопасности сети, логика маршрутизации входящих и исходящих вызовов. Большинство подключений в IP-телефонии реализовано при помощи протокола SIP (Session Initiation Protocol). Данный протокол имеет большое значение, так как применяется для установления соединений и формирования сессий между участниками звонка. Главными особенностями данного протокола являются

масштабируемость и мобильность пользователей. Для передачи же информации используются протоколы транспортного уровня UDP и RTP, обеспечивающие большую надежность передачи, нежели TCP-протокол. Это вызвано тем, что для телефонии критичнее наличие сбоев при совершении звонка, нежели потеря пакетов при передаче.

Главной задачей IP-телефонии является совершение звонков, поэтому к серверу телефонии подключает GSM-шлюз. Данное устройство позволяет транслировать сигнал из сотовых сетей в IP-сеть и обратно. Также благодаря GSM-шлюзу номера сим-карт сотовых операторов заводятся на сервер телефонии в виде «цифры» и после необходимых настроек становятся многоканальными. Помимо GSM-шлюза получить услуги цифровой телефонии напрямую от оператора сотовой связи можно с помощью SIP-транка. SIP-транк представляет собой канал связи между сервером телефонии и сотовым оператором. Такой способ также позволяет получить необходимое количество номеров, обладающих большим числом каналов.

Для связи сервера телефонии непосредственно с локальной вычислительной сетью используется маршрутизатор, позволяющий производить обмен пакетами данных между двумя сетями, определяя наилучший путь.

К маршрутизатору в свою очередь подключаются коммутатор (Switch) и VoIP-шлюз. Коммутатор объединяет все IP-телефоны, используемые в сети. Коммутатор использует технологию PoE (Power over Ethernet) для трансляции данных через интернет. Благодаря PoE IP-телефоны получают питание от одного источника, что повышает отказоустойчивость системы. VoIP-шлюз имеет два типа интерфейса: аналоговый (FXS и FXO), предназначенный для подключения аналоговых телефонных устройств и линий, позволяющий преобразовывать аналоговые сигналы в цифру и также передавать их в IP-сеть, и цифровой (E1).

Структура IP-телефонии на базе Asterisk представлена на рисунке.

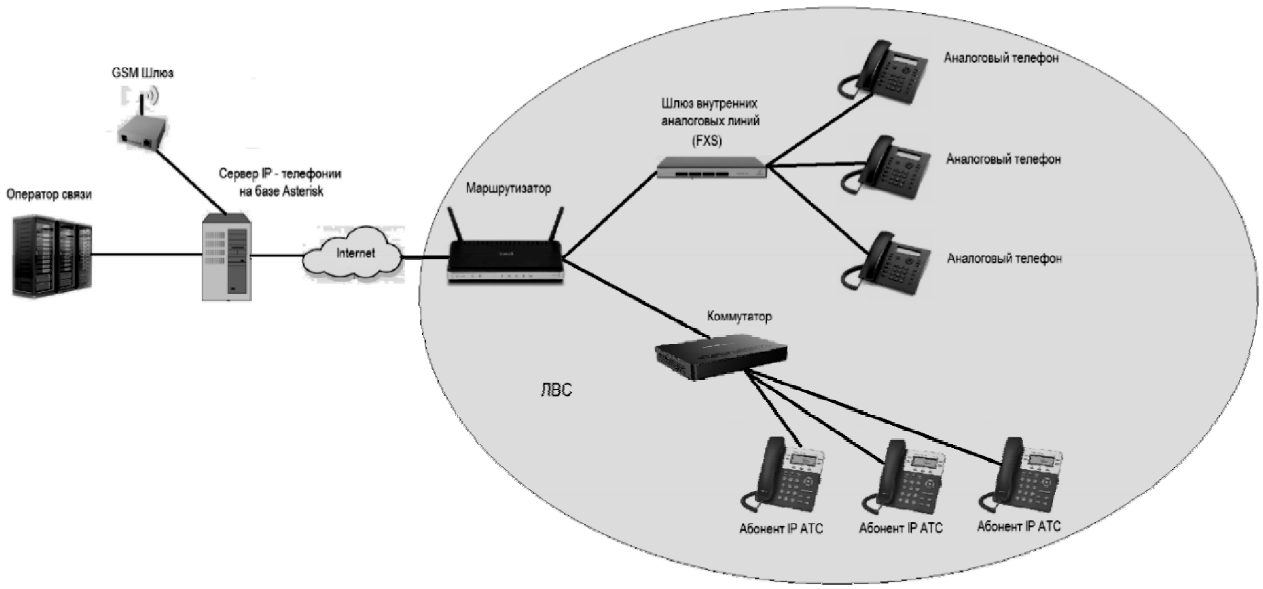


Рис. Структура IP-телефонии на базе Asterisk

Таким образом, структура IP-телефонии включает в себя множество элементов, тесно связанных между собой и имеет большое количество вариантов реализации. Взаимосвязь элементов позволяет получить отказоустойчивое, качественное телефонное соединение между абонентами.

1. Настройка сервера Asterisk. – URL: https://serveradmin.ru/nastroyka-servera-telefonii-asterisk-s-nulya/ (дата обращения: 20.04.2021). – Текст : электронный.

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДОВ ПЛАСТИКА ДЛЯ ОБРАТНОГО ТОРГОВОГО АППАРАТА

Д.Н. Ногтев
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
Вологда

В современном мире, с постоянно увеличивающимися темпами производства, с каждым годом все острее звучит вопрос экологии. Наша страна в этом вопросе не исключение. В России действует нацпроект «Экология», согласно которому к концу 2030 года планируется отправлять на сортировку 100 % всех бытовых отходов, а также в два раза снизить объем мусора, направляемого на полигоны [1].

На текущий момент сортировка мусора все больше входит в жизнь в рядовых жителей. На улицах городов мы можем встретить контейнеры для сбора бумаги, пластика, металла и стекла. С помощью таких контейнеров население своими силами участвует в сортировке – это первый способ. Также есть еще один – сортировка на специализированных предприятиях (мусоросортировочных комплексах). Говоря об экономической эффективности, не все так однозначно, как с точки зрения экологии, – это связано с недостатком специализированных предприятий и отсутствием хорошо выстроенных логистических цепочек, особенно в регионах.

Автоматизация при сортировке мусора также применяется на фабриках, но на сегодняшний день доля таких заводов всего 10 % от общего числа, что является очень низким показателям, особенно в сравнении с другими развитыми странами. В качестве машин для классификации мусора используются спектральные комплексы – это дорогостоящие аппараты с сложной системой обслуживания.

В последние годы происходит бурное развитие искусственного интеллекта, которое не обошло стороной и «мусорную» сферу. Для сортировки используется комплекс, состоящий из камеры, набора датчиков и вычислительно

устройства, использующего предварительно обученную нейронную сеть. Как показывает небольшой опыт эксплуатации комплексов с искусственным интеллектом, их окупаемость в 5 раз быстрее в сравнении с спектральными.

Другим видом автоматизации, возможным для применения с целью сортировки отходов, являются обратные торговые автоматы. Обратный торговый автомат (RVM) – это автомат, в котором люди могут возвращать пустые контейнеры для напитков, такие как бутылки и банки для переработки [2]. За сданный мусор человек получает вознаграждение, например небольшую сумму денег или скидочный купон. Системы обратного вендинга – это автоматизированный способ сбора, сортировки и обработки возврата использованных контейнеров для напитков. Еще одной особенностью таких аппаратов является то, что они не просто накапливают мусор определенных видов, но после сортировки с помощью встроенных измельчителей компактируют его, что позволяет при сравнительно небольших размерах автомата работать несколько дней без обслуживания.

Для предотвращения мошенничества RVM выполняют набор из трех проверок:

1. Проверка материала, из которого изготовлен объект.
2. Контроль допустимости формы.
3. Проверка штрих-кода.

Выполнение этих проверок отрицательно сказывается на стоимости устройства, так как, например, для установления материала используются дорогостоящие ИК-спектрометры. Таким образом закупочная цена одного устройства начинается от $3000 [3].

С целью уменьшения стоимости таких аппаратов предлагается внедрение современных технологий компьютерного зрения для распознавания вида отхода с высокой степенью защиты от мошенников. Последний аспект особенно актуален для России с ее не самым высоким уровнем жизни населения.

Рассмотрим конструкцию такого автомата. Человек помещает пластиковую бутылку в приемное отверстие. Аппарат с помощью встроенной камеры анализирует объект: проводится проверка на допустимость и, в случае успеха, классификация для определения вида пластика, из которого изготовлена бутылка. Идентификация вида пластика работает на основе нейронных сетей (NN). Также при обучении NN учитываются нештатные ситуации, относящиеся к отдельному классу, например стеклянные бутылки, руки и другие. После классификации пластиковый контейнер извлекается и помещается в измельчитель, откуда поступает в емкость с соответствующим видом пластика. Обратная вендинговая машина может быть оснащена модулем обратной связи для уведомления о заполнении контейнера, а также с целью дополнительной безопасности на случай нештатных ситуаций.

Человек, пластиковый контейнер которого успешно прошел измельчение, получает, например, купон на небольшую скидку в одной из крупных продовольственных сетей.

Расскажем подробнее о нейронной сети, которая выступает «ядром» системы классификации пластика. На сегодняшний день использование глубоко обученных нейронных сетей является самым продвинутым. С помощью таких сетей можно получить мощное средство для классификации предметов, схожее по принципам устройства с человеческим мозгом. Сверточные нейронные сети (CNN) считаются самыми мощными при решении задач распознавания образов и их классификации.

Алгоритмы машинного обучения делятся на три типа:

– под наблюдением;
– без присмотра;
– полуконтролируемый.

В контролируемом случае CNN предоставляется как набор входов, так и целевых выходов. Затем алгоритм пытается изучить шаблоны, которые могут быть использованы для автоматического сопоставления входных данных с их правильным целевым выводом: алгоритм машинного обучения пытается угадать правильный ответ и, если он терпит неудачу, тьютор направляет его к лучшему и точному угадыванию в следующий раз. Таким образом, цель CNN в классификации изображений состоит в том, чтобы взять наборы изображений и идентифицировать шаблоны, которые могут быть использованы для различения различных классов изображений (форм объектов) друг от друга.

Реализация нейронной сети осуществляется на компонентах Python, так как это язык имеет много библиотек для извлечения объектов из изображений и использования моделей нейронных сетей.

В конечном итоге реализация данного проекта позволит увеличить многократное использование пластика, уменьшить уровень загрязнения окружающей среды, а также повысить уровень экологического самосознания населения нашей страны.

1. Экология России. Национальный проект «Экология». – URL: https://ecologyofrussia.ru/proekt/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

2. RVM. – URL: https://www.rvmsystems.com/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

3. Автомат для переработки пластиковых бутылок и алюминиевых банок. – URL: https://incomtomra.en.alibaba.com/product/60673927377-805244086/RVM_Reverse_Vending_Machine_for_plastic_bottle_and_aluminum_can_recycle.html (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

СОЗДАНИЕ СПЕЦЭФФЕКТОВ НА ЯЗЫКЕ JAVASCRIPT

Д.Д. Перминов
Научный руководитель ***А.Н. Швецов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Компьютерная графика – это наука, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью ЭВМ, т.е. это раздел науки, который занимается проблемами получения различных изображений (рисунков, чертежей, мультипликации) на компьютере. Компьютерная (машинная) графика (COMPUTER GRAPHICS) воспроизводит изображение в случае, когда исходной является информация неизобразительной природы. Например, визуализация экспериментальных данных в виде графиков, гистограмм или диаграмм, вывод информации на экран компьютерных игр, синтез сцен на тренажерах.

Компьютерная графика в настоящее время сформировалась как наука об аппаратном и программном обеспечении для разнообразных изображений от простых чертежей до реалистичных образов естественных объектов. Она используется почти во всех научных и инженерных дисциплинах для наглядности и восприятия, передачи информации. Применяется в медицине, рекламном бизнесе, индустрии развлечений и т.д. Без компьютерной графики не обходится ни одна современная программа. Работа над графикой занимает до 90 % рабочего времени программистских коллективов, выпускающих программы массового применения.

Компьютерная графика играет существенную роль как в науке, так и в повседневной жизни любого человека. Знания о компьютерной графике расширяются – открываются новые виды и способы создания компьютерных изображений, поражающие своей сложностью, красотой и богатством красок.

Цель работы – изучить средства, методы, трудоемкость, алгоритмы и необходимые начальные навыки, требуемые для успешного ведения деятельности в области компьютерной анимации и создания спецэффектов и использования их в видеороликах, играх, рекламных кампаниях и коммерческой разработке проектов, а также в различных областях науки: медицине, физике, химии, машиностроении, строительной отрасли.

Компьютерная графика классифицируется по назначению и по направлению применимости. Чтобы лучше понимать, что предстоит изучить, проанализировать материал и оценить возможности, а также поставленные цели, считаю необходимым немного описать данную классификацию, которая хорошо описывает, где и когда применим тот или иной вид графического изображения.

Основные задачи исследования:

1. Ознакомиться с основными понятиями компьютерной графики.

2. Представить основные виды и классификации графики.

3. Изучить и провести анализ научной литературы по выбранной теме.

4. Провести обзор и анализ компьютерных программ предназначенных для создания анимации.

5. Обозначить область применения.

6. Провести практическую работу с использованием рассмотренных программ.

7. Определить способы хранения.

8. Определить способы взаимодействия разных видов графики.

9. Изучить методы конвертации графики между собой.

10. Изучить существующие программные средства конвертации.

Методы исследования:

– анализ информационных источников;

– тестирование программ при созданию анимации;

– тестирование программ конвертации видов графики;

– изменение существующих программных продуктов;

– изменение существующих графических проектов;

– рассмотрение алгоритмов создания статической графики;

– рассмотрение алгоритмов создания анимации.

Научная новизна – изучение ряда проблем, связанных с технологиями и средствами восприятия 3D-изображения. В настоящее время за рубежом проведено много исследований, касающихся 3D-изображений, однако в России их количество невелико.

Объект исследования – 3D-изображение.

Достоверность определяется официальными источниками информации, такими как руководства по использованию описанных программ, реализованными ранее проектами и разработанными средствами визуализации, а также будет подтверждаться личными примерами проектов, созданных благодаря компьютерной графике, и компонентами приложения, которое позволит создавать 3D-эффекты огня, воды, молнии, кружащих бабочек, переливающейся неоднородной субстанции.

Распознавание образов, или система технического зрения (COMPUTER VISION) – это совокупность методов, позволяющих получить описание изображения, поданного на вход, либо отнести заданное изображение к некоторому классу (так поступают, например, при сортировке почты). Одной из задач COMPUTER VISION является так называемая скелетизация объектов, при которой восстанавливается некая основа объекта, его «скелет».

Обработка изображений (IMAGE PROCESSING) рассматривает задачи, в которых и входные, и выходные данные являются изображениями. Например, передача изображения с устранением шумов и сжатием данных, переход

от одного вида изображения к другому (от цветного к черно-белому) и т.д. Таким образом, под обработкой изображений понимают деятельность над изображениями (преобразование изображений). Задачей обработки изображений может быть как улучшение в зависимости от определенного критерия (реставрация, восстановление), так и специальное преобразование, кардинально изменяющее изображения.

В 3ds Max и Maya 3D создается сцена с объектами, на которых воздействуют различные факторы в виде огня, воды, ветра. Для создания описанных факторов использовались различные библиотеки по созданию 3D-анимации – FumeFx, Vray, Corona. Чтобы созданные модели и анимации можно было использовать в дальнейшей разработке, производится рендеринг, и рендеры экспортируются в специальные форматы файлов.

Для описания с помощью JavaScript и Node.js могут понадобиться также дополнительные библиотеки Electron.js, позволяющие писать интерфейсы приложений и игр с помощью языка разметки HTML. А в основу кода для самих спецэффектов и анимации можно брать библиотеки Three.js и Jquery.js.

В Sony Vegas проводится редактирование созданных с помощью описанных выше инструментов видео, а благодаря Adobe After Effects становится возможным добавление разнообразных, созданных разработчиками визуальных эффектов или живых объектов при помощи ранее заснятого видеоматериала и хромакея.

Также можно рассмотреть Photoshop, который не будет использоваться в исследовании, но очень удобен для создания реалистичных картинок и коллажей, которые могли бы быть использованы в качестве заднего фона при создании видеоролика в Sony Vegas.

1.Википедия : официальный сайт. – URL: https://ru.wikipedia.org/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

2. Робин, Н. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5 / Никсон Робин. – Санкт-Петербург : Питер, 2017. – 768 с.

3. Современный учебник по JavaScript : официальный сайт. – URL: https://learn.javascript.ru/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РАСПОЗНАВАНИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.А. Попова
Научный руководитель ***М.В. Захаров****, канд. техн. наук, доцент*
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
г. Архангельск

Сверточная нейронная сеть представляет собой разновидность искусственных нейронных сетей с большим количеством скрытых слоев и относится к методам глубокого обучения. Работа сети основана на математической операции «свертки», которая заключается в том, что каждый фрагмент изображения поэлементно умножается на ядро свертки, после чего результат суммируется и записывается в соответствующую позицию исходного изображения [1].

В настоящий момент сверточные нейронные сети являются одним из наиболее эффективных алгоритмов в задачах распознавания изображений. Известно огромное количество архитектур сверточных нейронных сетей, среди которых можно выделить три метода – Faster R-CNN, YOLO и SSD.

Faster R-CNN представляет собой комбинацию сверточной нейронной сети и сети с предложениями регионов, за счет чего, в отличие от обычной сверточной сети, способна не только распознавать, но также обнаруживать объекты на изображении [2]. Наиболее известными представителями этого класса методов являются архитектуры ResNet, VGG, GoogleNet. На рисунке представлена типовая архитектура сети Faster R-CNN.

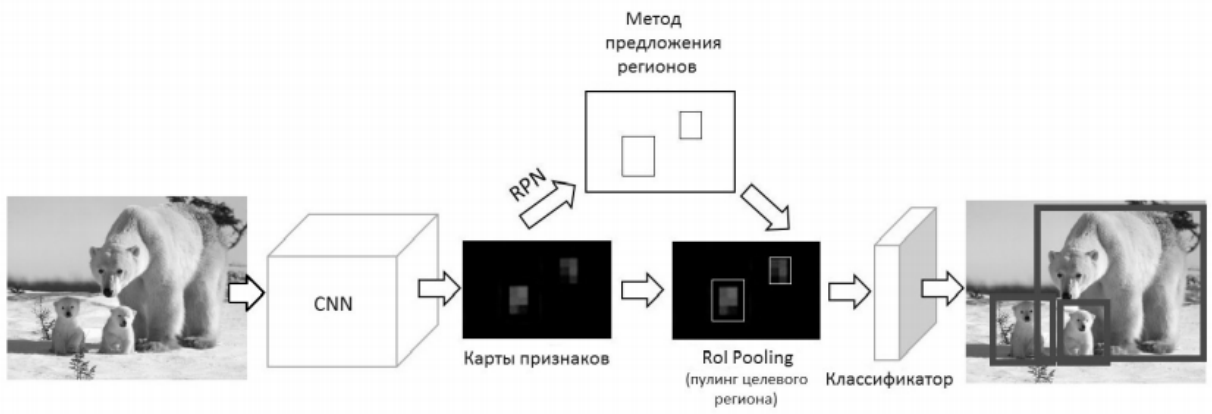


Рис. Типовая архитектура Faster R-CNN

При распознавании изображения с помощью метода YOLO (You Only Look Once) не используются регионы. Вместо этого изображение делится на секторы размером S×S, для каждого сектора предсказывается N ограничивающих рамок и рассчитываются вероятности нахождения объектов в данной области. Свое название метод получил за то, что в отличие от Faster R-CNN,

изображение просматривается только один раз, поэтому этот метод может применяться в том числе и для распознавания изображений в режиме реального времени. Метод основан на использовании сети Darknet.

Метод SSD (Single Shot Detector) по принципу сильно похож на YOLO, но в качестве сети для извлечения признаков использует VGG-16. Метод также подходит для распознавания в режиме реального времени.

Как правило, считается, что Faster-RCNN имеет наивысшую точность распознавания, SSD – наименьшие вычислительные требования и наименьшее время обнаружения, YOLO – наибольшую скорость обучения [3].

Целью данной работы является сравнение эффективности архитектур сверточных нейронных сетей для задачи распознавания девяти наиболее распространенных видов арктических животных по изображениям, полученным с камер-ловушек. Сравнение производится по таким критериям, как точность распознавания, время обучения, время распознавания, требования к вычислительным ресурсам.

Для исследования используется набор, состоящий из 36325 изображений девяти видов животных: полярный медведь, песец, северный олень, морж, кольчатая нерпа, бургомистр, кайра, моевка, гага. Этот набор делится на обучающую и тестовую выборку в пропорции 80/20.

Обучение сетей производится с использованием технологии трансферного обучения, при котором сеть изначально обучена на наборе данных ImageNet и затем переобучена на собственном наборе с помощью метода точной настройки. Используются язык программирования Python, платформа Caffe, Google Collaboratory, обученные модели берутся из Caffe Model Zoo. С целью экономии вычислительных ресурсов задача распознавания была разделена на две подзадачи: обнаружение и идентификация вида.

В задаче обнаружения животных на изображении все модели имеют примерно одинаковую точность. Faster R-CNN достиг лучших результатов, далее идет YOLOv2 и SSD.

Для оценки способности сетей идентифицировать виды животных были рассчитаны точности Top-1 и Top-5. Все модели достигли очень высоких результатов с точностью Top-1 в диапазоне от 89,28 % до 90,49 % (средняя точность по классам). Существенных различий в производительности для разных моделей нет, при этом SSD в этом случае превзошел другие модели. Результаты для каждого класса представлены в таблице 1. Лучше всего распознаются такие виды, как белый медведь, песец, морж, моевка и гага, хуже – северный олень и кайра.

Требования к вычислительным ресурсам во время обучения и тестирования представлены в таблице 2.

Таблица 1

Точность идентификации для каждого класса

Method	Точность		
	Faster R-CNN	YOLOv2	SSD
Полярный медведь	97,8	98,2	**98,5**
Песец	**92,9**	92,6	90,2
Олень	76,1	**80**	72,6
Морж	93,2	93,2	**94,6**
Кольчатая нерпа	84,5	85,2	**87,4**
Бургомистр	87,4	83,5	**92,3**
Кайра	80,9	82	**84,1**
Моевка	96,4	96,7	**97,7**
Гага	94,3	96,1	**97**

Таблица 2

Производительность различных моделей во время обучения и тестирования

Метод	Обучение			Обнаружение и распознавание		
	Время (часы)	ОЗУ (MB)	GPU (MB)	Время обнаружения (секунды)	ОЗУ (MB)	GPU (MB)
Faster R-CNN	**11,5**	1011	3304	1.4	899	1923
YOLOv2	17,7	1526	**3112**	0.6	**615**	2067
SSD	15	**535**	5269	**0.4**	1005	**968**

Быстрее всего проходило обучение Faster R-CNN. Примечательно, что обучение YOLO заняло больше всего времени среди других, хотя источник [3] утверждает, что YOLOv2 имеет самую высокую скорость обучения.

Во время обучения у SSD было наименьшее использование ОЗУ, но также было максимальное использование памяти графического процессора. Кроме того, в таблице 2 показано время обработки изображения из набора данных. SSD обнаруживает объект быстрее всех, что согласуется с данными источника [3]. Faster R-CNN обнаруживает объекты дольше всех. При распознавании все модели используют меньше вычислительных ресурсов чем при обучении.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что эффективность конкретной модели сверточной сети и, соответственно, выбор такой модели напрямую зависят от решаемой задачи, приоритетных требований, а также выбранных параметров обучения.

1. Попова, А. А. Принципы работы сверточной нейронной сети / А. А. Попова // Сборник материалов XX Международной научно-практической конфе-

ренции «Advances in Science and Technology» (Москва, 30 апреля 2019 г.). – Москва, 2019. – Ч. 1. – С. 150–151.

2. R-FCN: Object Detection via Region-based Fully Convolutional Networks / J. Dai, Y. Li , K. He, J. Sun // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2016. arXiv:1605.06409.

3. Garg, P. Traffic Sign Recognition and Classification Using YOLOv2, Faster RCNN and SSD / Garg P., Chowdhury D. R., More V. N. – doi: 10.1109/ICCCNT45670.2019.8944491 // 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT). – Kanpur, India, 2019. – 1–5.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ MOODLE ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРАКТИВНЫХ СЕМИНАРОВ

А.В. Роднин
Научный руководитель ***В.А. Горбунов***, *д-р физ.-мат. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Процесс обучения в университете состоит из двух важных составляющих: лекций и практических занятий. На лекциях студенты изучают материал, который в дальнейшем используется на практических занятиях. На практике студент непосредственно сам решает конкретные задачи и набирается первого опыта самостоятельной работы, тем самым закрепляя полученные знания. Таким образом студент развивается и растет. Одним из видов самостоятельной деятельности студентов является проведение семинаров.

Семинар является важной частью учебного процесса, на котором студенты обсуждают подготовленные доклады и рефераты, выполненные по результатам научных исследований, а также оценивают работы друг друга и выступают в качестве рецензентов.

Учитывая современные тенденции развития образования, для обучения массово начинают использовать информационные технологии. Это особенно актуально при дистанционном обучении и для студентов, не имеющих возможностей посещать занятия. Информационные технологии предоставляют преподавателям и студентам широкие возможности для обучения. Иногда они могут стать незаменимым инструментом, существенно увеличивая доступность образования для всех желающих. Одним из таких инструментов может стать система дистанционного обучения под названием Moodle.

Moodle – это бесплатная онлайн-система управления обучением, позволяющая преподавателям создавать свои собственные частные веб-сайты, наполненные динамическими курсами, которые расширяют возможности обуче-

ния в любое время и в любом месте. Наличие таких элементов, как форумы и базы данных, дает обучающей среде широкие возможности для глубокого изучения дисциплин [1].

В Moodle для проведения семинарских занятий есть специальный модуль под названием «Семинар». Для добавления семинара необходимо добавить соответствующий элемент в курс. При настройке данного модуля можно написать название и введение к семинару, выбрать параметры оценивания, указать параметры работы и параметры оценивания, включить отзыв с заключительным текстом семинара, предоставить примеры работ и ограничить доступ к семинару.

Оценивать студентов можно следующим образом: определить максимальный балл, который может быть выставлен, оценить каждого студента по отдельности, выставить общую оценку семинара, которая берется из суммы усредненной оценки сокурсников, оценивать по шкале «Да/Нет» по определяемому количеству элементов оценивания, из общей суммы которых будет выставлен процентный показатель с возможностью корректировки преподавателем до 20-ти процентов в любую сторону, разделять студентов на группы и оценивать эти группы индивидуально по нескольким критериям, по сравнению оценок студентов, выбирая уровень строгости сравнения, создав рейтинговую таблицу предоставленных работ. Чтобы оценивание было более беспристрастным можно включить вариант анонимного оценивания для студентов или скрыть оценки преподавателя.

Для преподавателя данный модуль позволяет автоматизировать процессы оценивания докладов, а также следить за активностью остальных студентов по разным критериям. Критерии могут выбираться в зависимости от подхода к оцениванию, например проверять доклад на оригинальность в сервисе «Антиплагиат.ру» или на соответствие стандартам оформления доклада.

Семинар в Moodle состоит из следующих фаз:

Настройка семинара. На данном этапе определяются оцениваемые элементы, на которые следует опираться студентом, подготавливая свои работы для получения максимального балла. Также преподаватель может предоставить несколько уже оцененных работ для примера.

Открытие семинара для предоставления работ. На данном этапе студентам предоставляется инструкция по оцениванию, отправляются работы студентов, а также происходит их распределение.

Оценивание работ.

Оценивание оценок. На данном этапе вычисляются оценки для работ, вычисляются баллы за оценивание, а также пишется заключение для семинара

Выставление и показ итоговых оценок. Студентам предоставляется их подробная оценка по каждому из элементов. Также может быть сформирована общая таблица со всеми результатами [2].

Закончив обсуждения и оценивания работ докладчиков и рецензентов, преподаватель может завершить данный этап. После чего все выставленные оценки, а также комментарии будут сохранены без возможности их изменения. Таким образом, можно сохранять результаты проведенной работы, возвращаясь к ней, когда в этом будет необходимость.

Модуль «Семинар» достаточно гибок в освоении и функционален, является универсальным инструментом для любых предметов. Такой подход к организации семинаров может стать дополнительным элементом в обучении, прекрасно сочетаясь с различными стратегиями обучения. Использование технологий электронного обучения, в частности системы Moodle, позволяет значительно расширить для преподавателя возможности работы со студентами, а студентам использовать новые инструменты при обучении.

1. Голубев, О. Б. Электронный учебно-методический в СДО Moodle (на примере курса «Математика и информатика») / О. Б. Голубев, О. Ю. Никифоров // IV Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии и ИТ-образование» (Москва, 14–15 декабря 2009 г.). – Москва – С. 267–273.

2. Moodledocs – Текст : электронный // Moodle : сайт. – URL: moodle.org (дата обращения: 28.10.2021).

ПОНЯТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ

О.А. Соколова

Научный руководитель ***В.А. Горбунов****, д-р физ.-мат. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Информатизация и развитие компьютерных технологий охватили все сферы человеческой жизни. С ростом объема информации задача ее эффективного поиска и хранения приобретает особую актуальность. Значительную помощь в решении такой задачи могут оказать геоинформационные системы.

Геоинформационная система (ГИС) – это многофункциональная информационная система, предназначенная для обработки, хранения и анализа данных, их отображения и использования при решении различного рода задач. Современные технологии и соответствующие программное и аппаратное обеспечение, используемые при создании ГИС, позволяют автоматизировать обработку больших объемов данных, представить информацию в наглядном и доступном виде (рис. 1).

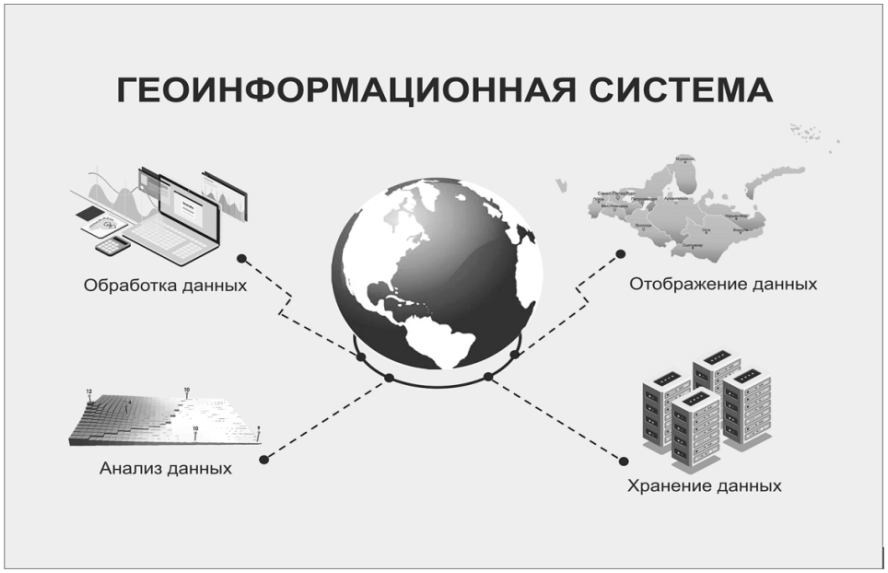


Рис. 1. Функциональные возможности ГИС

Опыт работы с такими системами показал, что три четверти информации, с которой сталкивается человек, имеет территориальную привязку, поэтому ГИС могут эффективно применяться в любой сфере человеческой деятельности, например в бизнесе, при мониторинге социально-экономического развития территорий, для планирования доставки различных товаров, в государственном земельном кадастре, экологии и других сферах. ГИС-технология применима везде, где необходимо учитывать, обрабатывать и демонстрировать географически распределенную информацию. Пользователями могут быть как организации, деятельность которых полностью основана на земле, владельцы нефтегазовых предприятий, жилищно-коммунальное хозяйство, так и многочисленные коммерческие предприятия – банки, страховые, торговые и строительные компании, чья успешная работа в значительной степени зависит от правильного и своевременного учета территориального фактора [1].

Говоря о классификации геоинформационных систем, принято выделять два больших класса: двумерные и трехмерные. Первые работают с плоскими картами, вторые предназначены для объемного моделирования. И те, и другие применяют в работе аналогичные приемы и механизмы. Двумерную ГИС очень упрощенно можно представить в виде электронной карты – именно ее мы видим на экране монитора, когда запущена система. Основное предназначение трехмерной ГИС – построение объемных моделей, например для исследования рельефа местности.

Другой принцип классификации ГИС – это способ моделирования пространственных объектов. По этому принципу их делят на растровые и векторные. Растровые ГИС используют набор геометрических фигур (квадрат, треугольник, шестиугольник) для отображения информации. Объекты, созданные таким методом, нельзя передвигать или удалять. В отличии от растровых, век-

торные ГИС используют более сложный метод, позволяющий манипулировать объектами (выделять, перемещать, удалять).

Кроме того, геоинформационные системы разделяют по территориальному охвату (национальные, региональные, локальные и т.д.), по уровню управления (федеральные, региональные, муниципальные, кооперативные), по функциональности (для просмотра данных или ввода и обработки), по предметной области (картографические, городские, геологические и др.).

ГИС-система включает в себя следующие ключевые составляющие:

1. Аппаратные средства. Это компьютер, на котором запущена система. Тут могут быть различные виды компьютерных платформ, начиная от централизованных серверов до отдельных или связанных сетью настольных ПК.

2. Программное обеспечение. Оно представляет собой необходимые инструментальные средства для хранения, анализа и визуализации географической информации. К таким программным продуктам относятся: инструменты для ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных, инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации данных.

3. Данные. Это табличные данные, которые могут быть собраны и подготовлены администратором системы.

4. Пользователи. Это технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, или те, кто использует систему для своих потребностей.

В качестве примера рассмотрим начальный этап формирования геоинформационной системы мониторинга социально-экономического развития территорий. Создаваемая ГИС выступит одним из основных инструментов выявления проблем, возникающих в процессе реализации функций управления региональных и муниципальных органов исполнительной власти. Главной целью создания ГИС будет обеспечение пользователей полной, своевременной и достоверной информацией о процессах социально-экономических изменений в регионе и субъектах.

К разрабатываемой геоинформационной системе должны быть предъявлены следующие требования:

1. Простой и интуитивно понятный интерфейс, навигационное меню, наглядность представления графической, текстовой и табличной информации.

2. Расчет уровней (высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий, очень низкий) в соответствии с заданной шкалой, формирование отчетов и графиков по выбранным параметрам.

Для наглядной демонстрации функциональных возможностей создаваемой системы на рисунке представим диаграмму вариантов использования (рис. 2). Она применяется при моделировании бизнес-процессов организаций и требований к создаваемой системе. В ответ на событие, которое инициируется внешним объектом, действующим лицом, вариант использования отображает последовательность транзакций. Для работы с системой предполага-

ется задействовать следующие модели пользователей (роли): администратор системы (имеет полный доступ к функциональности и сервисным настройкам) и пользователь (имеет право только на просмотр результатов обработки данных) [2].

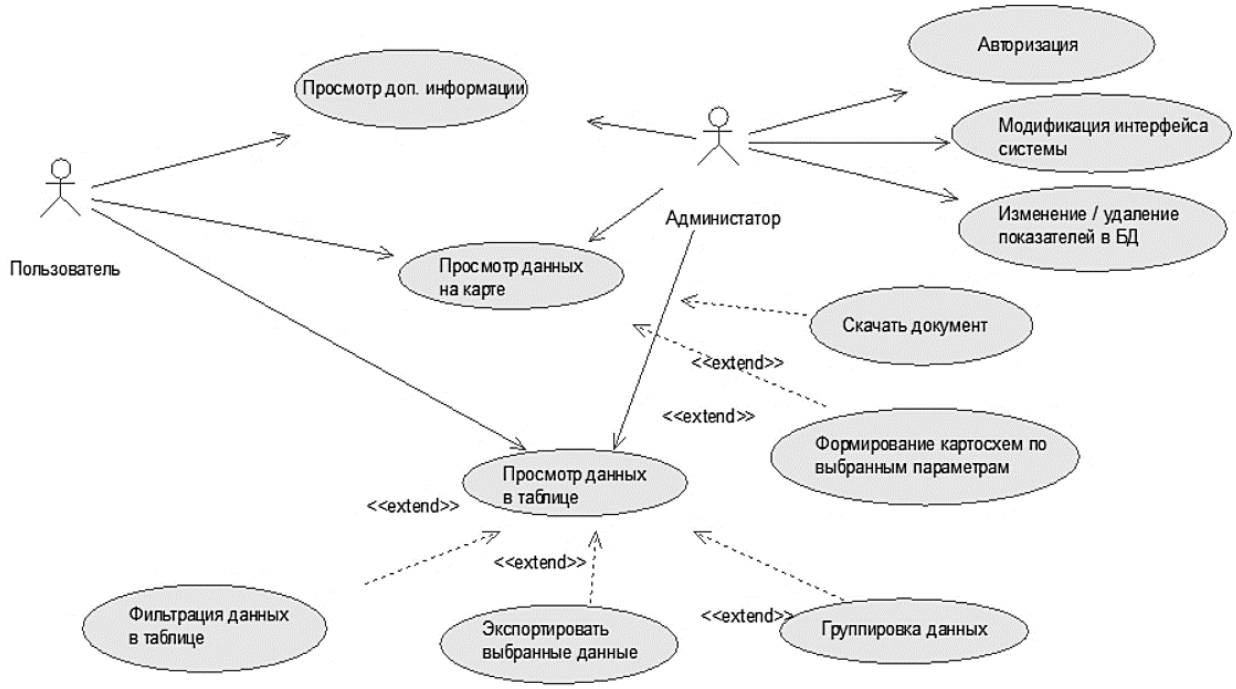


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

На рисунке отражена работа всей системы и взаимодействие двух актеров с различными вариантами использования. Пользователю доступны функции просмотра информации. Для наглядного представления показателей в табличном виде система предоставляет пользователю следующие функции: фильтрация и группировка данных, экспорт выбранных данных в формате .xls. Администратор после успешного прохождения аутентификации имеет полный доступ к функциональности и сервисным настройкам, а именно модификации интерфейса системы, изменению либо удалению показателей в базе данных.

Основные преимущества разрабатываемой геоинформационной системы: удобное для восприятия отображение данных, минимизация ошибок при формировании документа о динамике показателей, возможность группировки и фильтрации данных, простота и доступность в использовании.

Таким образом, в работе были обобщены теоретические основы геоинформационных систем, приведен пример начального этапа формирования ГИС. Выяснено, что геоинформационные системы, основное назначение которых – предоставление необходимых сведений по конкретной проблеме или вопросу, помогают человеку решать задачи быстрее и качественнее.

1. Карманов А. Г. Геоинформационные системы территориального управления : учебное пособие / Карманов, А. Г., Кнышев, А. И., Елисеева, В. В. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. – 121 с.

2. Каюмова, А. В. Визуальное моделирование систем в StarUML : учебное пособие / А. В. Каюмова. – Казань : Казанский федеральный университет, 2013. – 104 с.

МЕТОД СЕМАНТИЧЕСКОЙ СТЕГАНОГРАФИИ

Д.Е. Стародубцев, А.А. Лукичев, А.Н. Зуев
Научный руководитель ***А.Н. Зуев****, канд. техн. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Стеганографические методы преобразования являются одним из важнейших современных инструментов обеспечения конфиденциальности данных в сфере информационной безопасности. Особое внимание на сегодняшний день уделяется разработке семантических методов сокрытия информации на базе «чистых» форматов, например формата MIDI. Данный формат хранения звуковой информации обладает следующим рядом технических преимуществ:

– универсальность воспроизведения;

– многоканальность хранения данных;

– оперативность и легкость реализации основных операций над данными.

Таким образом, актуальной является задача разработки новых стеганографических методов, которые будут обладать неограниченной информационной емкостью контейнера, максимально высокой пропускной способностью передачи скрываемого сообщения и при этом робастностью, отвечающей требованиям, предъявляемым к существующим аналогам.

В соответствии с указанными выше требованиями в рамках данной статьи предлагается семантический метод сокрытия информации в звуковом контейнере, суть которого заключается в иной интерпретации потока скрываемого сообщения.

Описываемый метод осуществляет процесс стеганографического преобразования данных как интерпретацию исходного скрываемого сообщения в виде мелодического контейнера, хранимого в файле формата MIDI. Преобразование потока исходных данных происходит с применением дополнительной информации, называемой ключом, которая определяет следующие характеристики получаемого контейнера:

– двумерный массив инцидентности схемы преобразования (T);

– переходные вероятности схемы преобразования (P_m);

– количество узлов схемы, применяемых на одном этапе преобразования (n);

– время нахождения для каждого узла схемы преобразования на всех этапах преобразования (d_n).

Скрываемое сообщение представляется в форме бинарного потока. Далее на основании данных ключевой информации производится построение схемы преобразования. Путем применения переходов схемы преобразования осуществляется процесс интерпретации скрываемого сообщения в звуковой контейнер, представляющий собой некоторую мелодическую последовательность. Функциональное сопоставление порций бинарных данных потока исходного сообщения и соответствующих им значений звуковых частот происходит путем применения таблицы, формируемой на основании схемы преобразования. Кроме переходных вероятностей в схеме преобразования используются также статические вероятности, которые необходимы для определения возможности размещения в некоторый момент времени в строго определенном узле схемы преобразования. Процесс преобразования исходного сообщения в мелодический контейнер осуществляется в соответствии со следующими математическими выкладками:

1. Вычисление полной вероятности:

$$P_1+P_2+ P_j+\ldots+P_m=1.$$

2. Вычисление статических вероятностей узлов схемы преобразования:

$$p_i=P_1p_1+ P_2p_2+P_jp_i+\ldots+P_mp_n,$$

где n – количество узлов схемы преобразования;

m – количество переходов, определяемое ключом;

$P_{j=[1,m]}$ – статические вероятности схемы преобразования.

Руководствуясь современной классификацией методов сокрытия информации, предлагаемый в рамках данной статьи метод можно отнести к виду семантических стеганографических преобразований. Суть подобного рода преобразований заключается в альтернативной интерпретации бинарного потока скрываемого сообщения на основании закономерностей построения объектов различных прикладных сфер деятельности человека. Предлагаемый метод позволяет выполнить интерпретационное преобразование любого бинарного потока в мелодическую последовательность, для хранения которой используется файл формата MIDI.

Предлагаемый метод сокрытия информации по сравнению с иными существующими методами сокрытия данных в звуковых контейнерах предоставляет следующий спектр функциональных преимуществ:

– рассматривать формируемый в результате стеганографического преобразования контейнер и скрываемое сообщение как единый неделимый объект;

– гарантировать абсолютную стеганографическую стойкость сформированного контейнера к любым типам статистических стеганографических атак;

– возможность осуществления многоканального сокрытия информации;

– формировать контейнер произвольной неограниченной информационной емкости.

Предлагаемый метод семантического стеганографического преобразования информации предполагает следующий спектр перспективных надстроек:

разработку методов и способов повышения стойкости формируемых контейнеров к различным видам семантических стеганографических атак;

использования искусственного интеллекта для формирования наиболее благозвучных мелодических контейнеров с целью соблюдения стеганографического принципа естественности.

1. Алексеев, А. П., Аленин, А. А. Методы внедрения информации в звуковые файлы формата MIDI / Алексеев А. П., Аленин А. А. // Инфокоммуникационные технологии. – 2011. – Т. 9. – С. 84–89.

2. Аленин А. А. Исследование методов обнаружения вложений в звуковых файлах формата WAV / Аленин А. А., Алексеев А. П. // Безопасность информационных технологий. – 2011. – С. 51–56.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРИ СОЗДАНИИ ЧАТ-БОТОВ

А.А. Сытова

Научный руководитель ***Г.А. Сазонова****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

NLP (или Natural Language Processing, или обработка естественных языков) является одной из самых востребованных технологий на текущий момент. Предоставляемые ею возможности обширны – от обработки запроса пользователя до генерации художественных произведений. Наиболее активно развивается сфера автоматизированного взаимодействия с пользователем посредством текстовых интерфейсов-чатов, предоставляющих возможность в считанные секунды получать осмысленный ответ на заданный вопрос.

Целью работы является применение морфологических методов анализа при создании чат-ботов, рассмотрение понятий и структуры, лежащих внутри технологий обработки естественных языков.

При разработке чат-бота необходимо применение различных способов обработки текста как входного элемента взаимодействия с ботом, его обучения и настройки [1]. Один из таких способов – морфологический метод анализа и синтеза.

Обработка текстов естественного языка базируется на основной составляющей – на слове. Из множества всевозможных сочетаний этих единиц можно собирать разнообразные конструкции, обладающие широчайшим спектром смыслов. Смысловая составляющая слова в жизни может определяться по толковому словарю – сборнику вариаций слов и соответствующих им значений.

Для того чтобы наиболее эффективно извлечь признаки из слов, по которым текст будет классифицироваться, необходимо произвести первичный морфологический анализ. Последовательность обработки текста представлена на рисунке 1.

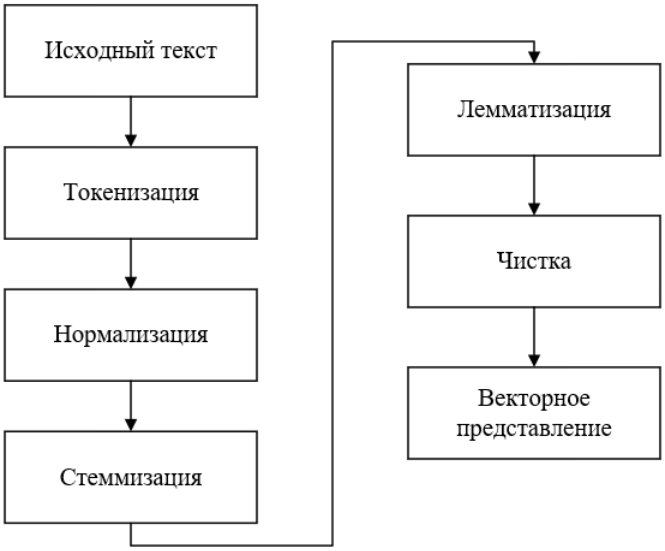


Рис. 1. Обработка текста морфологическим анализом

Предварительная обработка текста включает:

1. Токенизация. Разбиение длинных участков текста на более мелкие (абзацы, предложения, слова). Инструменты доступны во встроенных библиотеках в каждом популярном языке программирования. Например, две стандартные библиотеки языка Python: re (модуль, предоставляющий возможность работать с функционалом регулярных выражений), string (модуль, содержащий в себе полезные массивы и функции для анализа Python-строк). Пример реализации на языке Python представлен на рисунке 2.

```
1   import string
2   import re
3
4
5   def tokenize_text(text):
6       text_no_punctuation = re.sub('[{}]'.format(string.punctuation),'',text)
7       words_in_text = text_no_punctuation.split(" ")
8       tokenized_text = [v.lower() for v in words_in_text]
9       return tokenized_text
```

Рис. 2. Токенизация текста

2. Нормализация. Приведение текста к единому регистру слов, отсутствию знаков пунктуации, словесному написанию чисел, что необходимо для применения унифицированных методов обработки текста.

3. Стеммизация. Приведение слова к его корню путем устранения придатков (суффикса, приставки, окончания).

Для работы с текстами на естественных языках с использованием программного обеспечения требуется формализация некоторых понятий. Одно из основных – токен, по сути является аналогом минимальной части текста. Токен в исходном виде находится в начальной форме (лемме), из которой уже образуются побочные формы путем изменений (флексии):

*отправить – отправил**а***

Следующий термин – морф – это единица языка, позволяющая через комбинирование создавать новые слова. В зависимости от исполняемой функции морфы подразделяются на служебные и корневые. Служебные префиксы – приставки, суффиксы; флексии – окончания, постфиксы; корневые– корни слов.

Процесс разбора на составные части также имеет свое название «морфемный разбор», или разделение на морфы. При этом можно выделить возможности по созданию новых слов, а также форм слов. Для нашего примера можно выделить следующие части:

отправ – и – л – а

корень – суффикс – суффикс – окончание

4. Лемматизация. Приведение слова к смысловой канонической форме слова (инфинитив для глагола, именительный падеж единственного числа – для существительных и прилагательных).

В зависимости от используемого языка для каждого слова и его формы можно выбрать набор определяющих значений – грамматических тегов, несущих на себе функцию, характеризующую конкретного модифицированного токена. Для русского языка такими параметрами могут выступать часть речи и род, а также падеж, число и другие.

отправила – глагол, действ. залог, прош. вр, жен. р., ед. ч.

Следующий шаг – объединение полученной информации о начальной форме слова и его токена. В результате должен получится массив данных, в котором учтены все нужные нам параметры. Например, в нашем случае может получится следующий набор:

[отправила, отправить, глагол, действительный]

Здесь можно проследить следующие параметры:

[побочная форма, начальная форма, характеристики формы...]

Такой набор данных еще называют словоформой. Для морфологического анализа можно выделить две сферы применения: либо определение словоформы из токена, либо определение токена из словоформы. Такие процессы называют синтезом и анализом.

Лемматизация слов, как правило, не предусмотрена в базовом наборе библиотек какого-либо языка программирования, однако существует значительное количество свободно распространяемых библиотек с открытым кодом для целого ряда языков программирования. Наиболее популярные из них: NLTK для Python, SpaCy, PyMorphy2 (поддерживает русский). Пример реализации на языке Python представлен на рисунке 3.

```
5   morph = pymorphy2.MorphAnalyzer()
6
7
8   def morph_text(text):
9       result = [morph.parse(word)[0] for word in text]
10      return result
```

Рис. 3. Лемматизация текста

5. Чистка. Удаление стоп-слов, которые не несут смысловой нагрузки (артикли, междометья, союзы, предлоги). Данное действие не требует использования функций специальных библиотек, в данном случае достаточно лишь удалить из имеющегося массива слов все слова, идентифицированные как шумовые.

6. Векторное представление слов и текстов. Данный этап – один из важнейших в предобработке текста. Для языка Python, например, One-hot Encoding – самый простой способ кодировки слов, однако такой подход имеет ряд отрицательных аспектов, в частности: полученное векторное пространство не дает представление о взаимосвязях между словами; работает только при условии, что размер словаря строго ограничен, новые слова будут игнорироваться.

Альтернативой является TF-IDF. В основе метода лежат два основных показателя: TF (частота слова) – отношение количества вхождения конкретного термина к суммарному набору слов в исследуемом тексте, этот показать отражает важность (весомость) слова в рамках определенной статьи/публикации; второй показатель IDF (обратная частота документа) – инверсия частотности, с которой определенное слово фигурирует в коллекции текстов. Благодаря второму показателю можно снизить весомость наиболее широко используемых слов (предлогов, союзов, общих терминов и понятий).

Пример реализации на языке Python представлен на рисунке 4.

```
42      enc =OneHotEncoder(handle_unknown='ignore')
43      lb = sklearn.preprocessing.LabelBinarizer()
44      answer = lb.fit_transform(text_normal_forms)
45      print(answer)
```

Рис. 4. Векторное представление текста

Результат обработки текста представлен на рисунке 5.

```
Карл у Клары украл кораллы, Клара у Карла украла кларнет.
Этап 1 - Токенизация
['карл', 'у', 'клары', 'украл', 'кораллы', 'клара', 'у', 'карла', 'украла', 'кларнет']
Этап 2 - Лемматизация
[Parse(word='карл', tag=OpencorporaTag('NOUN,anim,masc,Name sing,nomn'), normal_form='карл', score=0.789473,
['карл', 'у', 'клара', 'украсть', 'коралл', 'клара', 'у', 'карла', 'украсть', 'кларнет']
Этап 3 - Векторизация
[[1 0 0 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 1 0]
 [0 0 1 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 0 1]
 [0 0 0 0 1 0 0]
 [0 0 1 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 1 0]
 [0 1 0 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 0 1]
 [0 0 0 1 0 0 0]]

Process finished with exit code 0
```

Рис. 5. Результат обработки текста

Практическая ценность рассмотренного подхода и технологии применительно к созданию чат-ботов может существенно улучшить выдаваемые результаты при работе: более точный разбор получаемого сообщения и основанный на этом корректный ответ.

1. Большакова, Е. И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных : учебное пособие / Е. И. Большакова, К. В. Воронцов, Н. Э. Ефремова [и др.] – Москва : НИУ ВШЭ, 2017. – 269 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ГИДА ДЛЯ СФЕРЫ ТУРИЗМА И ГОСТЕПРИИМСТВА ГОРОДА ВОЛОГДЫ

Д.М. Цепляев
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В современном мире глобализация является уже неотъемлемой частью любого развитого общества. Именно поэтому знакомство с другими культурами, бытом уже давно перешли из разделов энциклопедий в реальную жизнь, а на смену атласам и картам, которые далеко не всегда поспевают за изменяющейся инфраструктурой, пришла мобильная навигация. Как результат, все больше людей способны позволить себе путешествие на малоизвестную территорию взяв с собой минимальный запас вещей, умещающийся в одном рюкзаке, ведь всю необходимую информацию о практически любом месте, где бы

они не оказались, возможно получить в одном устройстве, которое у них всегда под рукой, – смартфоне.

Однако как бы не были хороши общие экосистемы навигации, разрабатываемые транснациональными компаниями, они все еще способны дать лишь общие сведения о регионе. В связи с этим создание профильных приложений, способных дать информацию непосредственно от людей, проживающих в регионе и знакомых не понаслышке с его жизнью, является приоритетной задачей в популяризации и цифровизации региона.

Исходя из вышесказанного была поставлена задача разработать приложение, обеспечивающее услуги мобильного гида в сфере культуры и туризма города Вологды.

В качестве основных проблем, которые требовалось решить, были выделены следующие:

– выбор инфраструктуры информационной системы;

– выбор способа представления для клиентов;

– выбор актуальных технологий для реализации поставленных задач.

Таким образом, исходя из анализа предметной области, был сделан вывод о том, что приложение, поддерживающее офлайн работу, будет выгоднее, чем только онлайн, поэтому клиентскую часть было решено писать в виде android-приложения с использованием языка программирования Java.

Изучив популярные технологии, была разработана функциональная структура проекта, представленная на рисунке, обеспечивающая горизонтальное масштабирование, по мере роста нагрузки от пользователей.

Архитектурой информационной системы был выбран многоуровневый клиент-сервер, что позволяет иметь «тонкий клиент», который не занимается обработкой данных, а лишь получает уже обработанную информацию, таким образом для информационной системы открываются такие возможности, как масштабируемость, отсутствие необходимости администрирования клиентского ПО, высокая безопасность и надежность и другие (в таблице представлены краткие результаты сравнения архитектур) [1].

Таблица

Архитектуры информационных систем

Название	Производительность	Масштабируемость	Надежность	Конфигурируемость	Требования к скорости канала до пользователя
Централизованная	Низкая	Вертикальная	Низкая	Низкая	Высокие
Файл-сервер	Низкая	Вертикальная	Низкая	Средняя	Высокие
Клиент-сервер	Средняя	Вертикальная	Высокая	Высокая	Высокие
Многоуровневый клиент-сервер	Высокая	Горизонтальная	Высокая	Высокая	Низкие

При этом дополнительно был вынесен сервис, реализующий клиентскую часть в веб-интерфейсе, через которую администраторы или редакторы могут выполнять заполнение, изменение и добавление данных об объектах сферы туризма и гостеприимства. В качестве хранилища данных было выбрано распределенное хранилище S3, которое позволяет обеспечить высокую доступность и изоляцию основных серверов от сервера хранения данных. Исходя из анализа актуальных технологий на рынке было принято решение о написании серверной части на языке Java с использованием Spring Boot Framework, который обеспечивает быстрое и простое создание web-приложений. А в качестве базы данных была выбрана PostgreSQL, так как она является самым популярным open-source проектом, используемым в промышленности, работа сервера приложений с компонентами базы данных реализуется при помощи библиотеки для объектно-реляционного отображения Hibernate, что позволяет сократить объемы низкоуровневого и специфичного для языка программирования при обращении к базе данных.

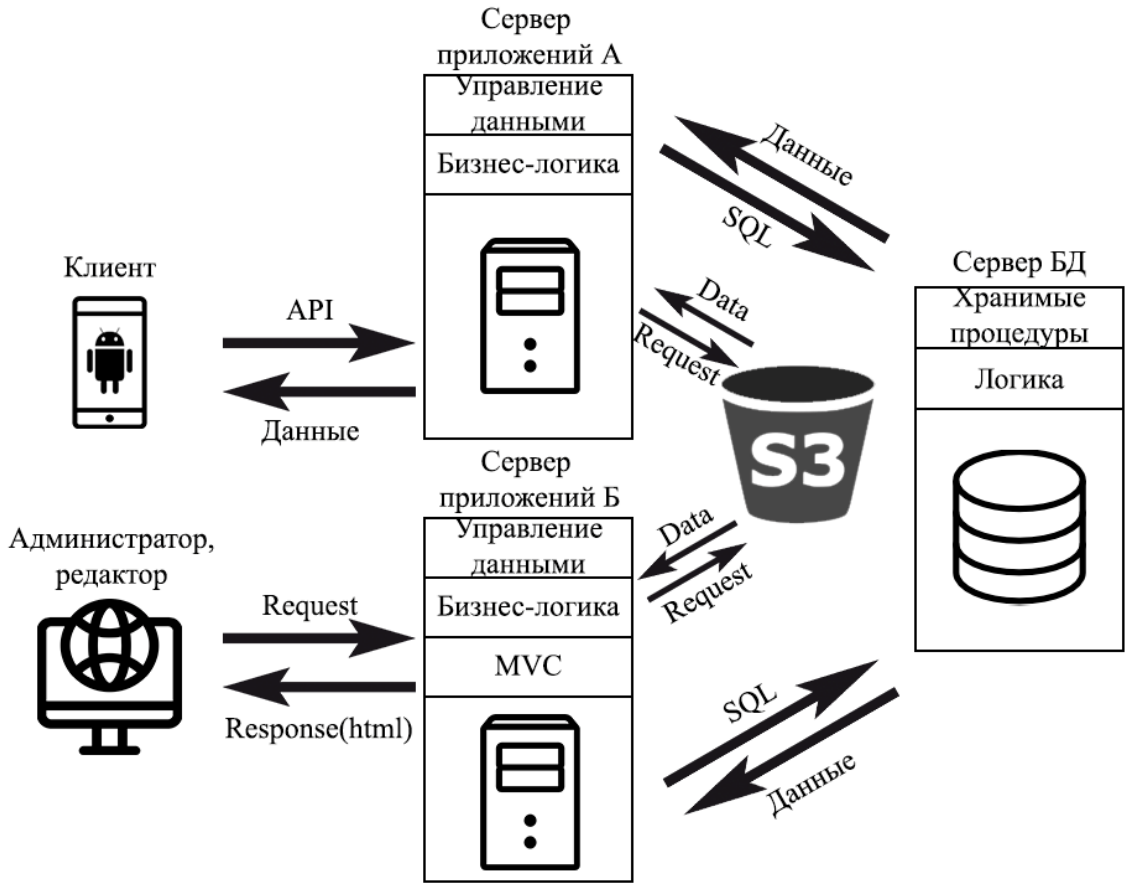


Рис. Функциональная структура проекта

Сервер приложений А реализует архитектурный стиль взаимодействия REST, посредством которого при помощи протокола HTTP и методов происходит управление данными, минуя дополнительные прослойки. Сервер приложений Б реализует архитектурный паттерн MVC, являющийся одним из способов реализации web-приложения.

При запуске клиентом android-приложения происходит обращение к серверу приложений Б, из которого поступают актуальные сведений об объектах сферы туризма или гостеприимства, вместе с медиа из S3-хранилища.

Информация о текущих объектах хранится на сервере БД.

Для более полной изоляции от используемых ресурсов отдельные блоки данной структуры, такие как сервера приложений, могут быть помещены в контейнеры, например при помощи Docker, и развернуты как отдельный кластер. Таким образом, при увлечении нагрузки просто добавляется еще один кластер, и тем самым реализуется горизонтальное масштабирование.

1. НОУ ИНТУИТ | Лекция | Архитектурные особенности проектирования и разработки Веб-приложений. – URL : https://intuit.ru/studies/courses/611/467/lecture/28784 (дата обращения: 24.10.2021). – Текст : электронный.

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

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК АНАЛИЗА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАСЕЛ

А.А. Акулов
Научный руководитель ***М.Ю. Карелина****, д-р техн. наук, д-р пед. наук, профессор*
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
г. Москва

Эксплуатационные свойства смазочных материалов по обеспечению необходимых условий смазывания наиболее нагруженных и важных пар трения оказывают существенное влияние на надежность и ресурс любого автомобильного транспорта нашей страны. Согласно имеющимся данным Росстата, доля среднего расхода автотранспортных предприятий на закупку горюче-смазочных материалов составляет до 30 % [1].

В настоящее время существующая система подтверждения качества нацелена на оценку безопасности для окружающей среды и деятельности человека и только во вторую очередь проверяет соответствие заявленной продукции или материалов нормативным документам (ГОСТ, ТУ, СТО).

Проведение научно-технических лабораторных испытаний – способ контроля качества продукции с целью выявления качественных характеристик того или иного смазывающего материала [2].

Именно обзору эффективности проведения лабораторных испытаний и направлено данное исследование.

Одним из наиболее простых и эффективных методов оценки качества смазочного материала является испытание на специализированной машине трения «Амслер – МИ».

На данный момент существуют усовершенствованные установки «Амслер – МИ», снабженные дополнительными системами контроля условий работы пар трения, а именно: измерение и контроль температуры смазочных материалов, придаваемых и возникающих моментов вращения, нормальных сил, а также скорости изнашивания рабочих поверхностей и еще некоторыми другими функциями. Но в нашем случае ключевыми остаются показатели скорости износа и возникающие силы трения [3].

Данная установка основана на принципе работы «колодка – ролик». Данная схема является наиболее точной при проведении лабораторных исследований, так как в процессе их проведения и возникновения износа площадь со-

прикосновений остается неизменной, что позволяет говорить нам о том, что условия работы пар трения остаются неизменны [4].

В результате проведения эксперимента на данной установке при условиях, что частота вращения вала составляет 100 об/мин, и нормальной силе, гарантирующей отсутствие заедания, определили, что скорость процесса изнашивания пар терния напрямую зависит от температуры смазывающей жидкости внутри лабораторной установки.

При этом стоит отметить, что частота вращения вала выбиралась экспериментально, основываясь на зависимости Штрибека, где 100 об/мин характеризуются минимальным моментом трения [5].

Проведение лабораторного исследования с применением данной установки позволяет в настоящем времени определять зависимости Штрибека, что является еще одним немаловажным плюсом.

Также существует установка трибомер «TRB-S-DE», позволяющая проводить испытания пар трения при различных температурах, износе поверхностей в условиях наличия тех или иных смазок, а также при их отсутствии.

Преимуществами данной установки является простота, наличие нескольких схем трения, получение следующих показателей: сила трения, износ поверхностей коэффициент трения [6].

Лабораторные испытания на данной установке проводились согласно следующим условиям: нагрузка составляла 25 Н, скорость скольжения индентора по диску – 1,8 м/с, а общий путь трения составил 6600 м.

По результатам испытания на стенде «Амслер – МИ» получили характеристики смазочных материалов, позволяющие получить достаточный объем информации о качестве смазывания, а также моменте возникновения граничного трения, начала и роста износа. В таблице 1 представлены показатели, полученные по результатам проведения испытания.

Таблица 1

Показатели эффективности смазочных материалов по результатам проведения исследования на лабораторной установке «Амслер – МИ»

Эксперимент	N, п/п	F, Н	M, м	$T_{нач}$, ^oC	$T_{кон}$, ^oC	Износ, нм
1	2	521,5	2,2	52,9	52,6	191,5
2	2	521,5	2,2	54,0	54,1	177,9
3	2	520,0	2,4	52,8	50,5	572,5

В результате обработки данных имеется возможность построения широкого спектра зависимостей для наиболее точного определения эксплуатационных показателей масел.

По результатам проведения испытаний на установке «TRB-S-DE» была получена информация о износе диска (ΔPd) и шарика-индентора, а также коэффициенте трения. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели эффективности смазочных материалов по результатам проведения исследования на лабораторной установке «TRB-S-DE»

Нагрузка, Н	Образец, №	$\mu_{нач}$	$\mu_{кон}$	μ_{min}	μ_{max}	$\mu_{ср}$	ΔPd
25	1	0,143	0,124	0,122	0,139	0,129	7,545
25	2	0,124	0,111	0,111	0,122	0,114	5,276

По результатам обработки объема данных существует возможность построения различных зависимостей коэффициентов трения, степени износа и др. от нагрузки и типа (вида) масла.

Также существует множество других испытаний смазывающих композиций на предмет соответствия требуемым показателям, например испытания на роликовых стендах, шароковинтовых механизмах, редукторных стендах, натурные испытания на двигателе внутреннего сгорания, а также оценка совместимости с конструкционными и уплотнительными материалами [7]. Все эти испытания направлены на определение основных эксплуатационных показателей смазочных жидкостей, а также возможности их применения в различных узлах и механизмах автомобильной и специальной техники [8].

Существующие методики позволяют в большей степени определить основные эксплуатационные характеристики, коэффициент трения, скорость износа, исследовать зависимости срока службы смазывающей композиции и ее качественных характеристик при широком диапазоне показателей внешней среды и нагрузок.

Применение существующих, а также разработка инновационных лабораторных испытаний при условии проведения последовательной серии тестов позволит в значительной степени улучшить качество контроля производимых в настоящее время смазывающих композиций и присадок, а также простимулирует их дальнейшее качественное развитие.

1. Барсуков, Р. Х. Исследование антифрикционных свойств полимерных композиций, изготовленных на базе эпоксидных смол : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Р. Х. Барсуков. – Ростов-на-Дону, 1972. – 20 с.

2. Балабанов, В. И. Нанесение трением наноразмерных антифрикционных покрытий на детали машин / Балабанов, В. И., Болгов, В. Ю., Ищенко, С. А. // Нанотехнологии. Экология. Производство. – 2010. – № 1 (3). – С. 104–107.

3. Амбрамзон, А. А. Поверхностно- активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение / Амбрамзон, А. А., Зайченко, Л. П., Файнгольд, С. И. – Ленинград : 1988. – 199 с.

4. Белый, И. Ф. Эффективноеиспользование антифрикционных добавок к трансмиссионным и моторным маслам / Белый И. Ф., Меркулов А. Ф., Голубев И. Г. – Москва : ФГНУ Росинформагротех, 2011. – 52 с.

5. Борисов, М. В. Ускоренные испытания машин на износостойкость как основа повышения качества / Борисов М. В., Павлов И. А., Постников В. И. – Москва : Издательство стандартов, 1976. – 352 с.

6. Васильев, Ю. Н. Природа смазочной способности графита / Ю. Н. Васильев // Трение и износ. – 1983. – Т. 4, № 3. – С. 483–491.

7. Гаркунов, Д. Н. Восстановление двигателей внутреннего сгорания без их разборки / Гаркунов, Д. Н., Балабанов, В. Н. // Тяжелое машиностроение. – 2000. – № 2. – С. 18–23.

8. Гурвич, И. Б. Износ и долговечность автомобильных двигателей / Гурвич, И. Б., Сыркин, П. Э., Чумак, В. И. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1994. – 144 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ НА АВТОПЛАТФОРМАХ

А.К. Арцыбашев
Научный руководитель ***Т.А. Суэтина****, д-р техн. наук, профессор*
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
г. Москва

Автомобильные контейнерные перевозки являются одним из перспективных способов сухопутной транспортировки грузов (система «от двери до двери»). Они позволяют обеспечить доставку необходимого груза в труднодоступные точки страны, где нет железнодорожного и судоходного сообщения.

Для транспортировки контейнеров используются специализированные автомобильные платформы и контейнерные полуприцепы. Современный рынок транспортных перевозок предъявляет высокие требования к обеспечению безопасности доставки грузов. Однако существующая статистика аварийных ситуаций при перевозках контейнеров автомобильным транспортом показывает, что в определенных ситуациях падение контейнера с автоплатформы было обусловлено недостаточной надежностью узлов крепления контейнера к автоплатформе.

В работе исследована надежность узлов крепления контейнера к автоплатформе для выработки мер, направленных на повышение безопасности доставки контейнеров автомобильным транспортом. Объектом исследования является контейнерная автоплатформа с размещенным крупнотоннажным контейнером типа 1С.

Целью работы является разработка методики определения напряжений в узлах крепления контейнера на автоплатформе и проверка ее на примере контейнерного замка с цапфой диаметром 52 мм с использованием программы Autodesk Fusion 360.

По данным Н.Я. Яценко [3] был определен усредненный микропрофиль дорог разного типа. Получены аналитические зависимости сил, прикладываемых к узлу крепления в зависимости от ускорений автоплатформы в данной точке. На основании аналитических зависимостей определены критические нагрузки, действующие на узел крепления.

Задачами исследования являются:

1. Определение максимальных горизонтальных и вертикальных ускорений контейнерных замков автоплатформы при транспортировке контейнера типа 1С на автоплатформе по дорожным покрытиям различного качества.

2. Сравнение нормативных значений максимальных горизонтальных и вертикальных ускорений, испытываемых замками автоплатформы с контейнером, с расчетными ускорениями, полученными при транспортировке контейнера на автоплатформе по дорожным покрытиям различного качества.

3. Определение сил, действующих на узлы крепления контейнера, при движении автоплатформы.

4. Определение напряжений, возможных перемещений и коэффициента запаса прочности элементов контейнерного замка при приложении расчетных нагрузок методом конечных элементов с использованием программного комплекса Autodesk Fusion 360.

Численные соотношения между нормативными ускорениями, действующими на контейнер при транспортировке автомобильным транспортом, в соответствии с ГОСТ 26653-2015 [1] приведены на рисунке 1.

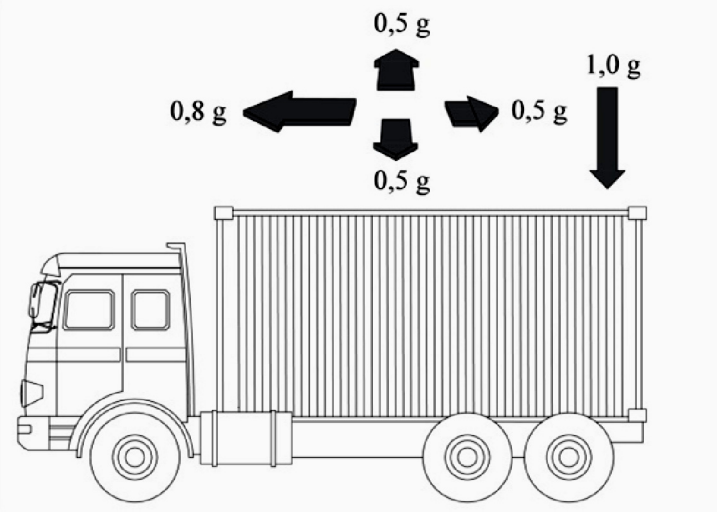


Рис. 1. Ускорения, действующие на контейнер при транспортировке автотранспортом

В соответствии с руководством по технологии транспортировки блочно-комплектных устройств линий технологической связи в различных природно-

климатических условиях Р 527-84 [2] график распределения вертикальных ускорений автоплатформы имеет вид, представленный на рисунке 2.

Данный график характерен для движения автоплатформы с контейнером при скорости 20–25 км/час.

На более высоких скоростях движения вследствие появления нелинейных эффектов (отрыв колес автоплатформы от дороги, пробой подвески и др.) график распределения вертикальных ускорений значительно отличается от нормального. Появляются выбросы ускорений, достигающие (10–12) g.

Вероятность возникновения максимальных ускорений точек автоплатформы при перевозке контейнера на различные расстояния по данным [2] представлена на рисунке 3.

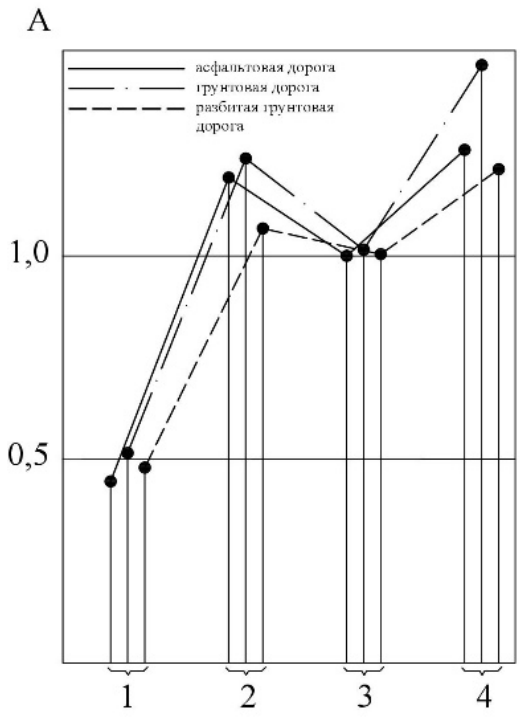


Рис. 2. График распределения вертикальных ускорений

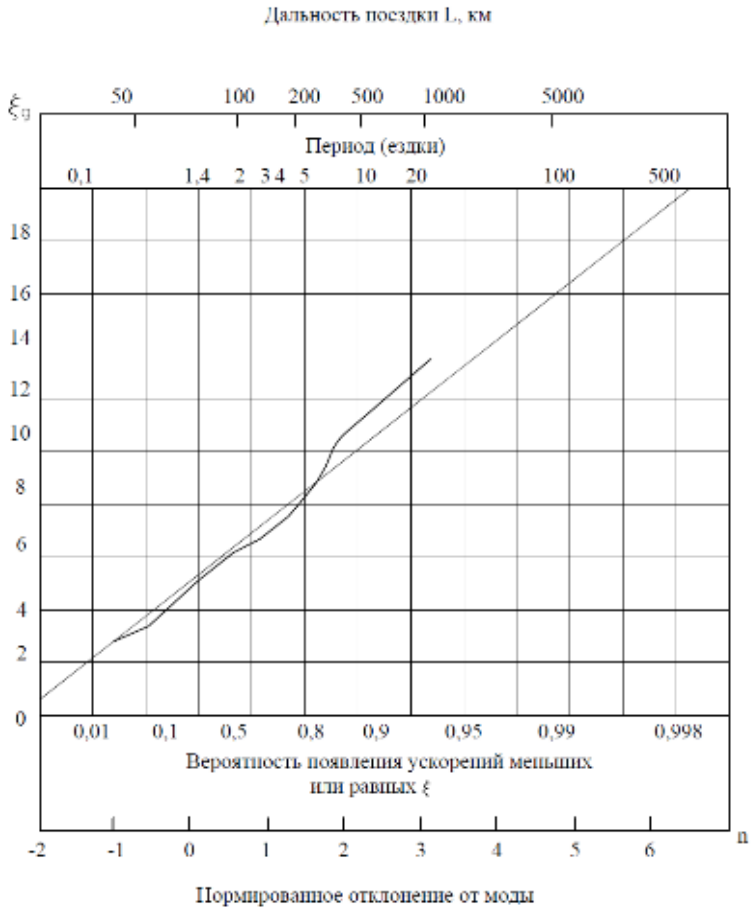


Рис. 3. График распределения максимальных динамических нагрузок при перевозке контейнера

Данные по вертикальным ускорениям точек автоплатформы, приведенные по [2], согласуются с расчетами по [3].

На рисунке 4 показан расчетный график значения ускорений подрессоренной части автоплатформы при проезде единичной неровности синусоидального профиля (ухабы) различной высоты по исследованиям, приведенным в [3].

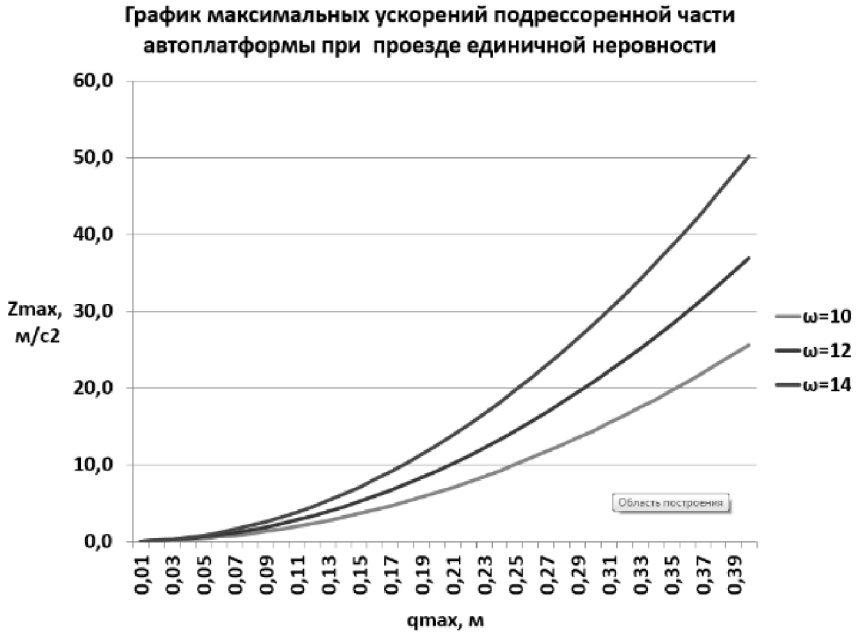


Рис. 4. График максимальных ускорений точек подрессоренной части автоплатформы – высота единичной неровности, где Z_{MAX} – максимальные ускорения подрессоренной части автоплатформы, м/с^2; ω – частота собственных колебаний подрессоренной части

Для современных грузовых автомобилей составляет 10–15 l/c^2; q_{max} – максимальная высота неровностей относительно средней линии, м.

Таким образом, можно сделать вывод, что значения ускорений автоплатформы, полученные экспериментальным путем, при транспортировке грузов на месторождениях Западной и Восточной Сибири по [2] и испытаний на полигонах по [3] могут кратно превышать нормативные значения по [1]. Соответственно и нагрузка на узел крепления может изменяться кратно.

Выполнены расчеты сил, действующих на узлы крепления контейнера при движении автоплатформы. Получены аналитические зависимости.

Выполнены расчеты усилий, действующих на узел крепления контейнера к автоплатформе, для различных случаев: экстренного торможения платформы на уклоне, проезда ухаба с коэффициентом вертикального ускорения $k_{дz}$=4.

Проведено моделирование поведения элементов контейнерного замка при приложении расчетных нагрузок методом конечных элементов с помощью программного комплекса Autodesk Fusion 360. Результаты моделирования (рис. 5) показали снижение коэффициента запаса прочности до величины

0,35 в направляющей втулке замка при экстренном торможении с $k_{дх}$=0,8g в зоне концентрации напряжений.

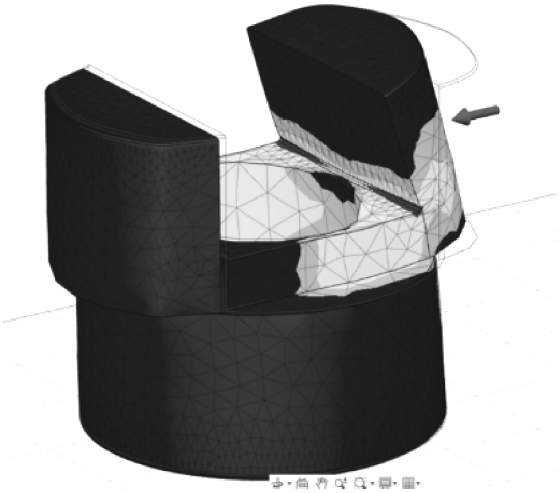


Рис. 5. Распределение значений коэффициента запаса прочности по направляющей втулке при экстренном торможении автоплатформы

Также результаты моделирования (рис. 6) показали снижение коэффициента запаса прочности до величины 0,23 в теле цапфы замка при проезде ухаба с коэффициентом вертикального ускорения $k_{дz}$=4 в зоне концентрации напряжений.

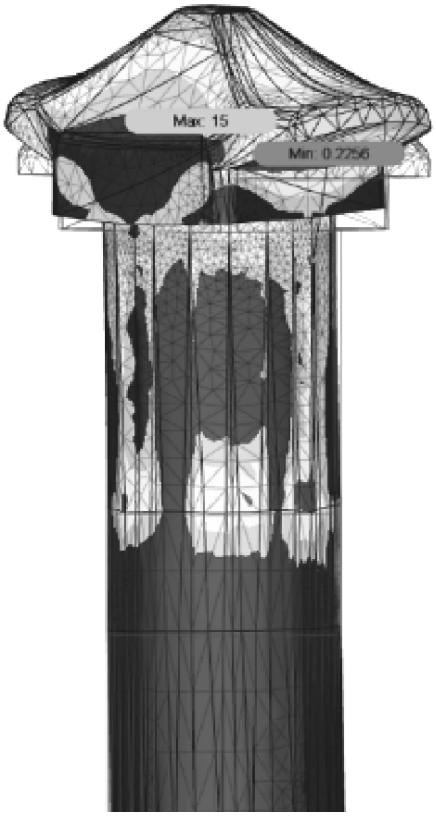


Рис. 6. Распределение значений коэффициента запаса прочности по телу цапфы при проезде автоплатформой дорожной неровности

Выводы и предложения:

1. Для обеспечения надлежащего коэффициента запаса прочности втулки и цапфы, предотвращения развития усталостных трещин, предлагается увеличить радиус закругления в месте концентрации напряжений до 5 мм.

2. Для увеличения коэффициента запаса прочности при движении автоплатформы по сильно изношенным и разбитым дорогам цапфу и направляющую втулку рекомендуется изготавливать из стали 12ХН3А с термообработкой.

3. Проведение периодического ультразвукового контроля направляющей втулки и цапфы замка.

Практическая значимость работы заключается в повышении безопасности доставки контейнера с грузом при автоперевозках по сильно изношенным и разбитым дорогам.

1. ГОСТ 26653-2015 «Подготовка генеральных грузов к транспортированию. Общие требования». – Москва : Стандартинформ, 2016.

2. Р 527-84. Руководство по технологии транспортировки блочно-комплектных устройств линий технологической связи в различных природно-климатических условиях. – Москва : ВНИИСТ, 1984.

3. Яценко, Н. Я. Колебания, прочность и форсированные испытания грузовых автомобилей / Н. Я. Яценко. – Москва : Машиностроение, 1972.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАСЛОЕМКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В.С. Ершов

Научный руководитель ***М.Ю. Карелина****, д-р техн. наук, д-р пед. наук, профессор*

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

г. Москва

Износ рабочих поверхностей двигателя внутреннего сгорания – проблема, решить которую пытаются все автомобильные производители, а также нефтяные компании с целью достижения наибольшего срока службы транспортного средства и отдельных установок, тем самым привлекая к себе большее количество клиентов.

В процессе работы двигателя внутреннего сгорания происходит постоянное движение деталей кривошипно-шатунного механизма, систем газораспределительного механизма, а также множества иного навесного и напрямую влияющего на работу и надежность двигателя оборудования.

В любой момент времени движения вышеперечисленных механизмов в парах трения возникают силы трения, величина которых напрямую зависит от скорости перемещения поверхностей относительно друг друга, удельного давления, возникающего в пятне контакта, а также точности обработки поверхностей в процессе производства [1].

Наиболее эффективным способом борьбы с износом пар трения является введение в пятно контакта слоя смазки, которая выступает в роли разделителя между трущимися поверхностями и, тем самым, уменьшает износ. Графическое представление работы смазочного материала представлено на рисунке 1.

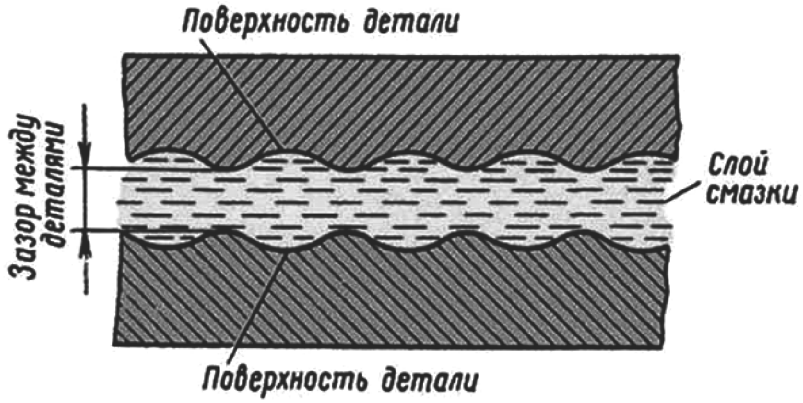


Рис. 1. Схематическое отображение работы смазочного материала

Также в современных двигателях внутреннего сгорания, смазочные материалы обладают и управляющими функциями, так как выступают рабочими телами в системах газораспределения, а именно: управляют системами газораспределения, гидравлического натяжения цепи, регулировки гидрокомпенсаторов тепловых зазоров клапанов и др.

Известно, что наибольший износ поверхностей двигателя внутреннего сгорания происходит в момент запуска после продолжительного простоя, так как за это время с вертикальных поверхностей двигателя масла стекает под действием силы тяжести. Способность поверхности задерживать на себе масло характеризуется маслоемкостью поверхности [2].

В настоящее время существуют технологии нанесения на рабочие поверхности двигателей внутреннего сгорания мономолекулярной защитной пленки (МЗП), предназначенной для снижения коэффициента силы трения и уменьшения износа поверхностей. Но нанесение МЗП напрямую влияет на маслоемкость поверхности, что может приводить к увеличению силы трения и износа. Пример, показывающий возможность поверхности задерживать на себе моторное масло, представлен на рисунке 2.

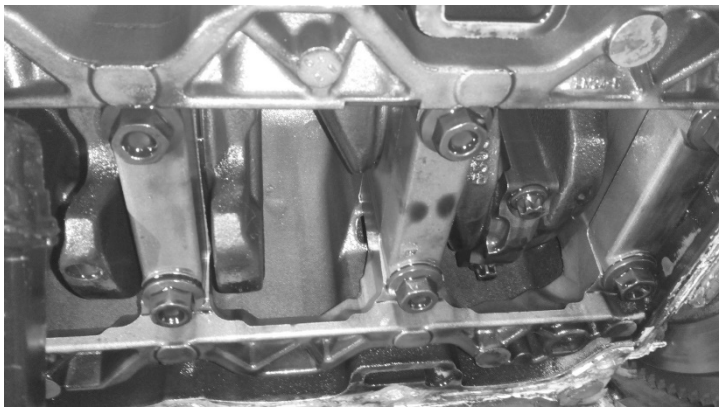


Рис. 2. Внутренние поверхности блока двигателя, покрытые маслом

Для того чтобы научным путем проверить влияние МЗП на маслоемкость поверхности решено произвести эксперимент, позволяющий в количественных показателях измерить массу смазки, остающуюся на поверхности.

Проводить лабораторное исследование было решено при помощи трех пластин: контрольная (без нанесения МЗП), с МЗП, а также пластины с нанесением МЗП прерывистым покрытием.

По результатам исследования было определено, что пластина без нанесенного МЗП имеет лучшие показатели маслоемкости в сравнении с пластиной, полностью покрытой МЗП.

Следует отметить, что пластина без МЗП сохраняла на своей поверхности масляную пленку на протяжении 12–14 часов. При этом масляный слой распределен по всей поверхности ровной масляной пленкой.

При этом с поверхности, покрытой МЗП, масло стекает в течение двух-трех минут и при этом не распределено ровной пленкой, а сосредоточено в больших каплях диаметром 1,5–2 мм.

Что же касается прерывистой МЗП, следует отметить, что масло собирается большими каплями в основном в местах с отсутствием пленки. При этом площадь покрытых участков и масса скопившегося на поверхности масла зависит от площади поверхности без МЗП.

Чтобы более точно и качественно оценить влияние прерывистой МЗП на количество масла, удерживаемого на поверхности, было проведено лабораторное исследование по определению маслоемкости поверхности. Для этого использовали две пластины площадью по 8 см^2 с прерывистым и сплошным нанесением МЗП.

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица 1

Результаты исследования маслоемкости вертикальной поверхности

Способ нанесения МЗП	Масса смазки, сохранившейся на поверхности, мг
Сплошной	0,48
Прерывистый:	
33 участка × 2 мм	5,46
15 участков × 3 мм	6,54
3 участка × 6,5 мм	3,53

Стоит отметить, что при проведении исследования использовали никелевую пластину, а точность экспериментов характеризуется использованием среднего арифметического не менее чем 5 экспериментов по каждому из условий испытаний.

В результате можно сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом обеспечить высокую степень маслоемкости поверхности является нанесение прерывистой МЗП с диаметром чистых участков 3 мм.

Данный способ нанесения МЗП на поверхности позволит обеспечить наибольшую долговечность пар трения путем уменьшения износа в начальный момент работы механизма, когда на поверхностях еще не сформирована стойкая масляная пленка на рабочих поверхностях.

1. Ждановский, Н. С. Надежность и долговечность автотранспортных двигателей / Ждановский Н. С., Николаенко А. В. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Колос, 1981. – 295 с.

2. Зорин, В. А., Савин, В. И. Использование металлоплакирующих смазочных материалов / В. А. Зорин, В. И. Савин // Химия и технология топлив и масел. – 1985. – № 10. – С. 43–45.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕКРЕСТКА Г. ВОЛОГДЫ

А.С. Иванов
Научный руководитель ***В.А. Раков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На долю автомобильного транспорта в крупных городах приходится большая часть выбросов загрязняющих веществ. Оценка выбросов на участках улично-дорожной сети позволяет рассчитать экологическую нагрузку на атмосферный воздух города. Архитектурная планировка города Вологды характеризуется плотной городской застройкой с автомагистралями и улицами с высокой интенсивностью движения транспорта. Зона рассеивания загрязняющих веществ в таких условиях очень мала, что увеличивает риск влияния загрязненного воздуха на объекты жилой инфраструктуры. К сожалению, мониторинг состояния загрязнения воздуха в городе проводится не систематически.

Для оценки валовых выбросов на магистралях и перекрестках улично-дорожной сети используются специальные методики [1–3]. В проведенном авторами исследовании за основу расчета взяты скорость движения потока, интенсивность движения и тип ТС (легковые, грузовые, автобусы). Для каждого типа ТС определен средний расход топлива. Наблюдения проводились на од-

ном из перекрестков г. Вологды (ул. Ленинградская – ул. Петина) в 13–14 часов дня. Данный перекресток является одним из наиболее загруженных в городе. Результаты наблюдения приведены к 1 часу. Всего за этот период через перекресток проехало 4236 автомобилей. С учетом пути движения и времени по перекрестку определена средняя скорость движения автомобилей (табл. 1).

Таблица 1

Результаты наблюдений

Показатель	Тип АТС		
	Легковые	Грузовые	Автобусы
Количество	3636	492	108
Время пересечения перекрестка, с	7	12	12
Средняя скорость движения на перекрестке	40	30	30
Средний расход за время движения на перекрестке, л/100 км	14	17	20
Общий расход топлива за время нахождения на перекрестке всех автомобилей, л	291	29,5	7,6
Общий расход топлива за время нахождения на перекрестке всех автомобилей, кг	218	22	6

После наблюдения определен общий расход топлива всех типов автомобилей: отдельно для движущихся и стоящих перед перекрестком автомобилей. Расход топлива берется исходя из рекомендаций ГОСТ Р 56162-2019 [3] или определяется на основе экспериментальных данных. Нормативный расход топлива определяется согласно нормам расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте [4].

По методическим рекомендациям [1] определена масса выбросов углекислого газа CO, углеводородов CH, оксидов азота NOx и углекислого газа CO_2 в килограммах. Данные приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2

Выбросы от движущихся на перекрестке автомобилей за час

Вредные вещества	CO		CH		NOx		CO_2	
Тип АТС	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Легковые	4,6	46,8	0,52	46,0	1,27	68,6	681	89,5
Грузовые	3	30,5	0,37	32,7	0,39	21,1	64	8,4
Автобусы	2,23	22,7	0,24	21,2	0,19	10,3	15,5	2,0
Всего	9,83	100,0	1,13	100,0	1,85	100,0	760,5	100,0

Согласно представленным данным наибольшее количество загрязняющих веществ выбрасывается легковыми автомобилями, доля которых в общем потоке составляет (87 %). Однако грузовые автомобили и автобусы выбрасывают в сумме больше токсичных веществ, чем легковые.

Таблица 3

Выбросы от стоящих на перекрестке автомобилей за час

Количество, шт.	2200
Общий расход топлива всех автомобилей за час, л	187
CO, кг	3,02
CH, кг	0,37
NOx, кг	0,81
CO2, кг	438

Результаты расчетов показывают, что за час наблюдения в атмосферу территории, прилегающей к перекрестку ул. Ленинградская – ул. Петина, выбрасывается CO – 13 кг; CH, кг – 1,5 кг; NOx, кг – 2,6 кг; CO_2, кг – 1198 кг. Основными источниками выбросов являются легковые автомобили, на долю которых приходится примерно 50 % оксидов углерода, 46 % углеводородов; 70 % оксидов азота и 90 % углекислого газа. Грузовые автомобили и автобусы в сумме являются источниками примерно 50 % всех выбросов, при том, что их доля в общей численности автопарка составляет 13 %. Снижение средней скорости движения на пересечении улиц и увеличение интенсивности движения на перекрестке приводит к значительному росту выбросов.

1. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух : утвержден ОАО «НИИАТ» 17.11.2006 / Минтранс РФ. – Москва, 2006. – 55 с.

2. О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ : Постановление Правительства Российской Федерации от 12 октября 2005 г. № 609 с поправками от 30.07.2014 г. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс» (дата обращения 05.11.2019).

3. ГОСТ Р 56162-2019 Национальный стандарт российской федерации выбросы загрязняющих веществ в атмосферу Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс» (дата обращения 05.11.2021).

4. О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» : Распоряжение Минтранса РФ от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс» (дата обращения 05.11.2019).

АНАЛИЗ СВОЙСТВ, РАЗРАБОТКА УПРОЧНЯЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ИЗДЕЛИЙ

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

Основными инструментальными материалами в металлообработке являются быстрорежущие стали и твердые сплавы. Твердые сплавы существенно превосходят быстрорежущие стали по режущим свойствам. Они применяются в разнообразных конструкциях режущих, штамповых инструментов в качестве износостойких деталей. Твердосплавные изделия используются в виде пластин, стержней, коронок и объемных блоков. Твердые сплавы обеспечивают эффективную эксплуатацию изделий.

Твердые сплавы – это гетерогенные материалы, имеющие разные структурные составляющие, одна из которых – твердое металлоподобное соединение, вторая – более пластичный связующий металл. Классические твердые сплавы состоят из карбида вольфрама с добавление карбида титана и кобальтовой связки.

Промышленные твердые сплавы можно разделить на две большие группы в зависимости от их области применения: 1) однокарбидные на основе карбида вольфрама; 2) с добавлением легирующего карбида (преимущественно карбида титана). Первая группа предназначена для обработки чугунов, цветных металлов, фарфора, горных пород, пластмасс, волокнистых материалов. Добавление карбида титана во второй группе повышает адгезионную стойкость твердого сплава при обработке сталей.

Твердые сплавы имеют квазиэвтектическую структуру: с увеличением содержания связующей составляющей твердость аддитивно снижается [1].

На рисунке 1 линией 1 обозначена аддитивная зависимость твердости HV от содержания кобальта. Вторая линия показывает истинную зависимость с учетом пористости и размеров кобальтовых прослоек. При полном отсутствии связки наблюдается провал, связанный с недостаточным объемом связки. Твердость резко возрастает при заполнении всех промежутков между карбидными зернами, приближаясь к аддитивной линии. После достижения 20 % содержания кобальта расхождение между аддитивной и практической зависимостями увеличивается, так как при высоком содержании кобальтовой связки пластическая деформация под индентором протекает преимущественно по связке.

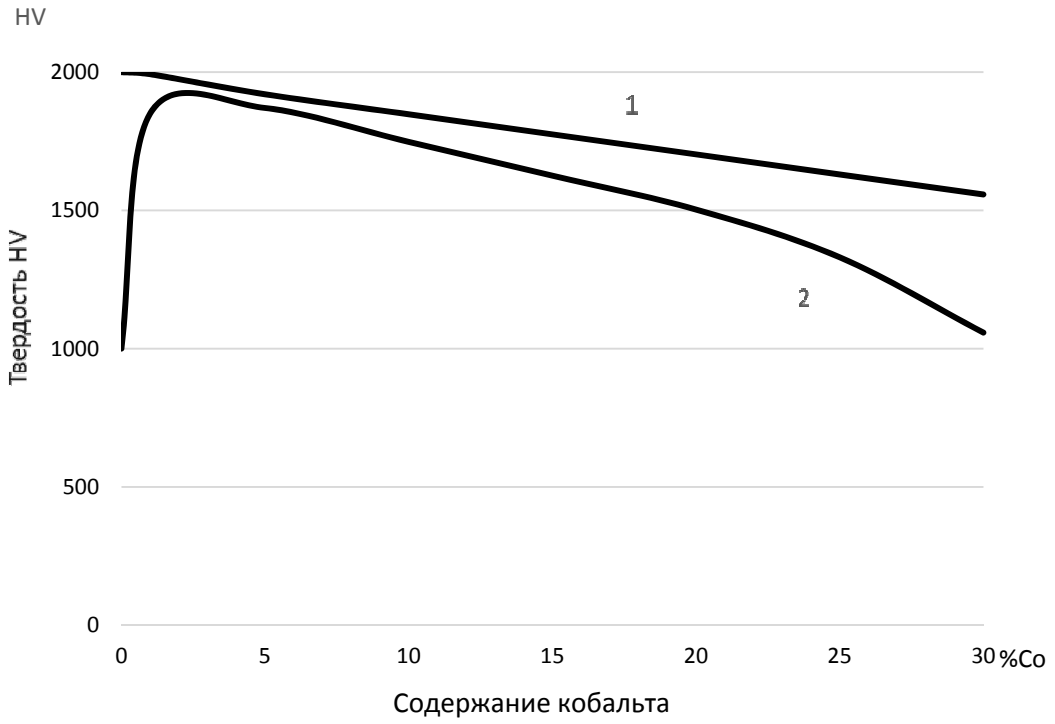


Рис. 1. Зависимость твердости от содержания Co в однокарбидных сплавах

График прочности при изгибе представлен на рисунке 2. Зависимость имеет экстремальный характер с максимумом при 15–20 % кобальта. При большем содержании кобальта аддитивный рост прочности сменяется на снижение в связи с возникновением новой структуры сплава (крупнозернистый с толстыми прослойками), прочность монотонно падает. Следует учитывать, что прочность дополнительно зависит от размера зерна, технологических факторов и даже от методики измерения.

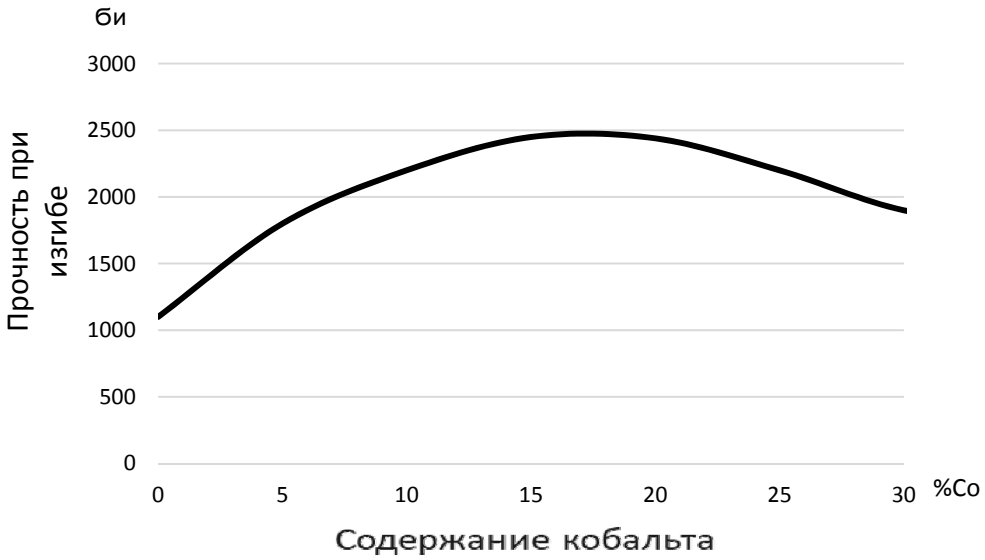


Рис. 2. Зависимость прочности при изгибе от содержания кобальта в однокарбидных сплавах

Карбид титана оказывает влияние на прочность при изгибе и твердость классических твердых сплавов (рис. 3). При повышении содержания TiC в сплавах с содержанием кобальта 6–10 % твердость монотонно увеличивается. Характер изменения прочности при изгибе другой: с максимумом при 2–5 % TiC. При более высоком содержании карбида титана прочность монотонно снижается.

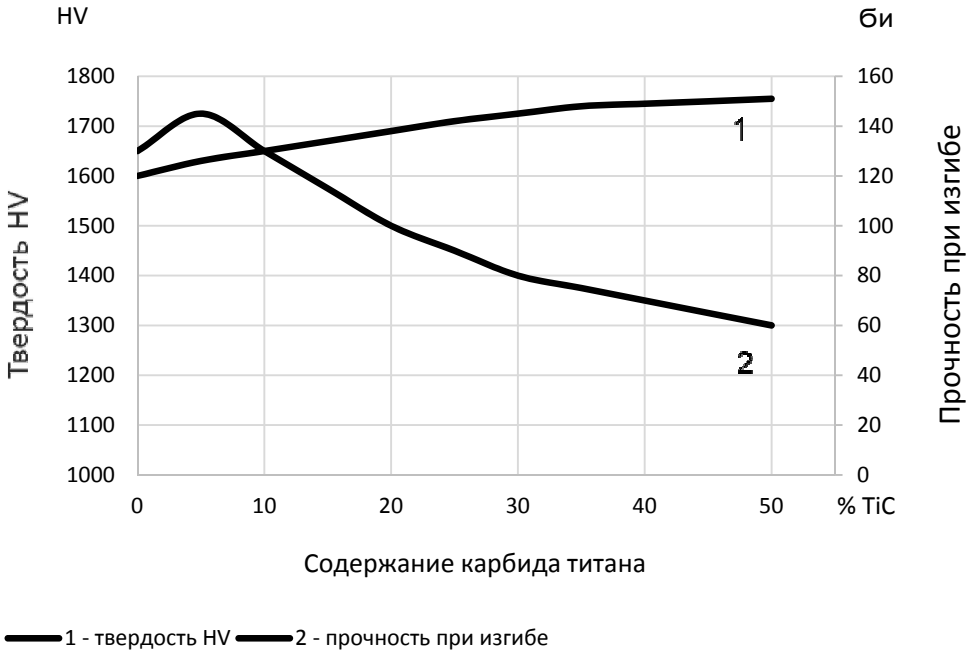


Рис. 3. Зависимость твердости прочности при изгибе от содержания TiC в многокарбидных сплавах

Также важную роль в изменении твердости и прочности играет размер зерна. Чем мельче зерно, тем больше площадь границ соприкосновения, выше склонность структуры к созданию общей архитектуры. При увеличении размера зерна уменьшается площадь межфазовых границ, границы утолщаются, становятся более дефектными. В результате, прочность и твердость снижаются, ударная вязкость несколько увеличивается.

В настоящее время в связи с дефицитностью вольфрама и кобальта большое внимание уделяется разработке безвольфрамовых твердых сплавов. Износостойкие режущие твердые сплавы со стальными связками разрабатываются в Вологодском государственном университете [2–4].

Изделия из твердых сплавов изготавливаются по сравнительно простой, доступной машиностроительным предприятиям технологии, включающей прессование и жидкофазное спекание. Нами разработана технологическая инструкция по изготовлению изделий из твердых сплавов в условиях машиностроительного завода.

Структура твердых сплавов, особенно в поверхностном слое, несовершенна, с высокой концентрацией дефектов, поэтому для существенного по-

вышения прочности и других эксплуатационных свойств применяются износостойкие упрочняющие покрытия. Покрытие из карбида титана, нитрида титана создает эффект залечивания поверхностных дефектов. Кроме того, материалы покрытия имеют высокую микротвердость, поэтому повышается износостойкость в пределах изнашивания по толщине покрытия.

Процесс нанесения покрытия происходит в камере (рис. 4), имеющей форму цилиндрического бака. В верхней части расположен катод (1) и встроенная спираль электрического нагревателя (2). На предметный столик (3) с возможностью вращения устанавливаются изделия для нанесения покрытия. Сам столик выполняет роль анода. Вакуумный диффузионный насос через патрубок (4) создает вакуум в камере. Через другой патрубок (5) вводится углерод или азот в небольшой концентрации.

Спираль разогревается до температуры 800–1500 ºС. При этой температуре в вакууме происходит испарение титана. Ускоряющее напряжение обеспечивает массоперенос атомов титана от катода к изделиям при напряжении в 25–50 кВ. Вместе с титаном в состав покрытия входит атом неметалла из среды (вакуума $1*10^{-6}$ мм рт. ст.).

На свойства упрочняющего покрытия влияет: состав катода, давление в камере, интенсивность нагрева, величина разгоняющего напряжения.

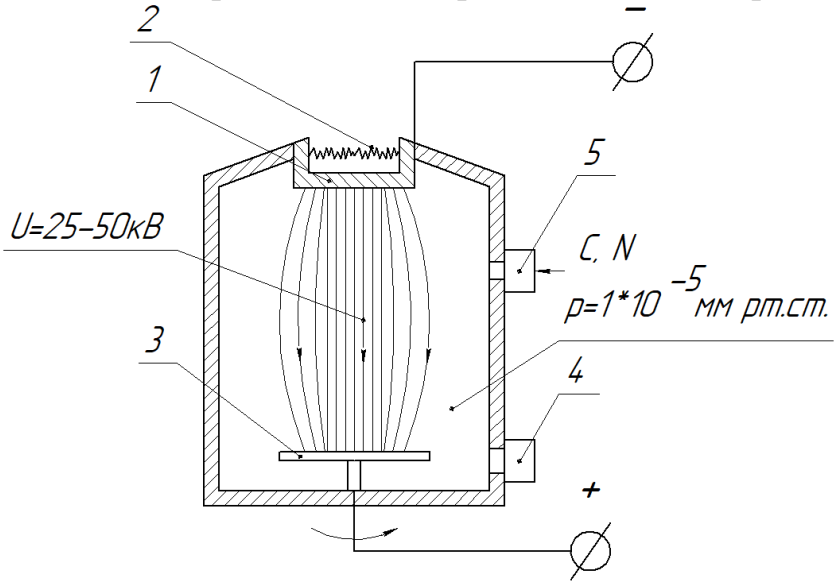


Рис. 4. Схема установки для ионно-плазменного напыления:
1 – катод, 2 – спираль, 3 – предметный столик, 4 – патрубок
для вакуумного диффузионного насоса, 5 – патрубок для вводимых газов

В заключение отметим: нами выполнен анализ структуры и свойств стандартных твердых сплавов, предложена технология изготовления изделий из твердых сплавов в условиях машиностроительного предприятия с применением поверхностного упрочнения изделий.

1. Третьяков, В. И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов / В. И. Третьяков. – Москва : Металлургия, 1976. – 528 с.

2. Комиссарова, И. И. Экспериментальная оценка и анализ износостойкости материалов / И. И. Комиссарова, С. В. Яняк, И. О. Берсенев // Вестник Вологодского государственного университета. – Вологда, 2018. – № 2 (2). – С. 6–10.

3. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка свойств твердых сплавов на основе карбида титана с железо-молибденовой связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Вестник Вологодского государственного университета. – Вологда, 2018. – № 1 (1). – С. 23–27.

4. Яняк, С. В. Анализ структуры и свойств твердых сплавов на основе карбида титана с железо-молибденовой связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Вестник Вологодского государственного университета. – Вологда, 2019. – № 2 (4). – С. 22–26.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ю.С. Михайлова
Научный руководитель ***А.А. Фролов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Применение печатных плат возрастает с каждым годом во всех отраслях машиностроения. Также они используются и в других отраслях, таких как космическая и автомобильная промышленность, в контрольно-измерительной аппаратуре, в бытовой технике, в медицинском приборостроении и других сферах. Технологический процесс изготовления электронных узлов является трудоемким, с использованием большого количества операций. Усовершенствование технологий и непростые конструкции приводят к повышению требований изготовления печатных плат.

Важной частью любого производственного процесса является контроль качества на всех этапах производства, поэтому необходимо уделять пристальное внимание надежности и обеспечению качества изготовляемой продукции, в том числе входящего в нее электронного модуля. Своевременное обнаружение дефектов позволит снизить затраты на ремонт и повысить качество изготавливаемых изделий.

Способы обнаружения дефектов печатных плат делятся на разрушающий и неразрушающий контроль. Суть разрушающего контроля заключается в

применении определенного управляющего воздействия к образцу и последующем его уничтожении.

Неразрушающий метод контроля позволяет получить и информацию о дефектах, не разрушая изделие. Основным нормативно-техническим документом, где приведены методы неразрушающего контроля, является ГОСТ Р 56542- 2019.

На данный момент наибольшее распространение получили – оптический, рентгеновский, тепловой, электрический, вихретоковый методы [1].

В данной статье проведен обзор вышеперечисленных неразрушающих методов.

1. Оптический метод. Сущность метода достаточно проста – комплект камер с программным обеспечением фиксирует определенные узлы, индивидуальные для разных групп устройств, на изделии и сравнивает точки контроля с библиотекой, которая может пополняться новыми недочетами или неисправностями, если такие были обнаружены. Так как наблюдение производиться с помощью камер, их необходимо подбирать и устанавливать под разными углами для проверки изделия с нескольких точек обзора. Данный метод используется для проверки несложных, чаще всего двухслойных печатных плат [2].

2. Рентгеновский метод. Суть метода – изделие просвечивается радиационными лучами и так же, как в оптическом методе, сравнивает с библиотекой с возможностью ее пополнения. Метод применяется для определения дефектов на сложных микросборках и многослойных платах с плотным расположением радиоэлектронных компонентов (рис. 1) [3]. Главный плюс данного метода – возможность проверять монтаж компонентов с выводами под корпус.

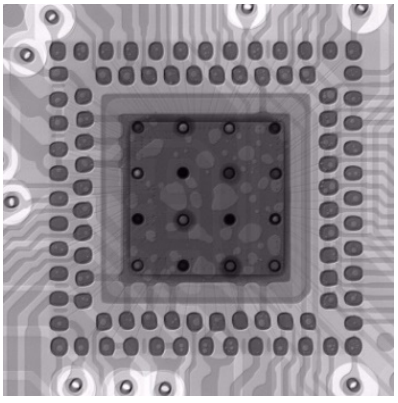


Рис. 1. Пример рентгеновского снимка

3. Тепловой метод. Тепловой контроль достаточно важен, так как при перегреве компонентов ухудшаются электрические параметры, ускоряются нежелательные физико-химические реакции. В конечном счете, устройство или сборка теряет работоспособность. Суть метода – на вход платы подается питающее напряжение, ожидается прогрев элементов в течение определенного времени. После прогрева подвижные пирометрические датчики с заданным

шагом считываются температуры зон контролируемого изделия, и строится температурная карта, по которой определяют уязвимые точки.

4. Электрический метод. Существует несколько разновидностей данного метода:

Адаптер – все контрольные зонды располагаются на заранее прописанных в программе местах. Быстродействие зависит от скорости переключения электронных ключей.

Подвижные зонды – установки данного типа имеют приводы по осям X, Y, Z, которые поочередно контактируют с платой по прописанной программе. Для инспекции платы другого образца достаточно поменять программу.

Летающие зонды – относительно новый метод, при его разработке решились недостатки: сложность переналадки у систем с адаптером и низкая производительность у подвижных зондов. При этом методе четыре матрицы с зондами, которые расположены на расстоянии 25 мм друг от друга, перемещаются независимо по оси Z. Сами матрицы перемещаются по осям X и Y на короткие расстояния. Когда матрица проходит над контрольной точкой, ближайший щуп опускается и подает сигнал или проводит измерение (рис. 2) [4].

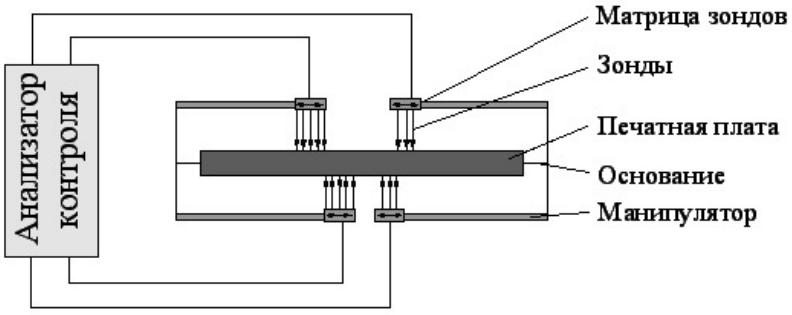


Рис. 2. Электрический контроль

5. Вихретоковый метод. Суть метода основана на анализе вихревых токов из преобразователя с наводимыми от него вихревыми токами в радиокомпоненте. Две катушки – возбуждающая, питаемая от переменного или импульсного тока, и измерительная – располагаются по разные стороны от контролируемого изделия. Любое изменение в распределении вихревого тока в компоненте считается за дефект. Недостаток – вихревые токи наводятся только в проводящих ток материалах.

Общая сущность методов заключается в сравнивании с эталонным образцом. Методы можно разбить на 2 группы:

- С непосредственным участием человека. Минус данной группы – долгая и неточная проверка (до 25 % пропусков дефектов) контролируемых печатных плат.
- Методы с применением автоматизации и искусственного интеллекта (ИИ).

Данные методы дорогостоящие, но исключают ошибки или пропуски дефектов, которые случаются у человека. Кроме того, в системах с ИИ есть возможность дополнять библиотеку дефектов, в перспективе обозначает то, что качество изготовленных изделий будет только повышаться.

1. ГОСТ Р 56542- 2019. Контроль неразрушающий. Основные термины и определения : введен 2011-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 12 с.

2. Михайлова, Ю. С. Методы неразрушающего контроля печатных плат // Актуальные вопросы современной науки. – Уфа : Вестник науки, 2021. – С. 21–27.

2. Юрков, Н. К. Особенности исследования динамических характеристик печатных узлов в двухмерных задачах / Юрков Н. К., Кочегаров И. И., Таньков Г. В. // Надежность и качество сложных систем. – Пенза : ПГУ, 2015. – № 2 (10). – С. 13–22.

3. Кочегаров, И. И. Виды дефектов при распознавании повреждений печатных плат / Кочегаров, И. И., Данилова, Е. А // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 60–61.

4. Исследование динамики печатных плат радиоэлектронных средств : монография / Г. В. Таньков, В. А. Трусов, Н. К. Юрков [и др.] – Пенза : Издательство ПГУ, 2016. – 116 с.

ОЦЕНКА МАССЫ ОТХОДОВ ШИН В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Н.Е. Мишкин
Научный руководитель ***В.А. Раков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Автомобильные шины, отработавшие свой ресурс, являются загрязнителями окружающей среды. Разложение шин в природе происходит очень медленно и может составлять сотни лет. При сжигании 1 т шин в атмосферу выделяется в среднем 270 кг сажи и примерно 450 кг токсичных газов (бифенил, антрацен, флуорентан, бензапирен), что приводит вк бронхолегочным заболеваниям людей.

Шины относятся к 4-му классу опасности отходов по токсичности и не могут захорониться с бытовым мусором. С другой стороны шины являются источником сырья для различных сфер производства и строительства. Так, для производства одной шины расходуется 35 литров сырой нефти, а в каждой тонне шин 700 кг резины. Использование 1 т изношенных шин позволяет экономить 0,3 т каучука [1].

В мире ежегодно образуется около 3,8 млн т изношенных автомобильных шин [2], а перерабатывается и используется в качестве вторичного продукта лишь 15 % от их общего объема. В нашей стране утилизируется только 10–17 % шин [3]. При этом наиболее экологичными методами (переработка в крошку и восстановление) перерабатывается не более 24 % из них. В России из 85 субъектов, только 24 имеют предприятия по переработке шин. Наибольший объем производства резиновой крошки приходится на: Центральный ФО – 10 тыс. т в год (64 %); Приволжский ФО – 2,9 тыс. т в год – (17 %); Северо-Западный ФО – 1,7 тыс. т в год (10 %) [1]. Теперь разберем более детально.

По официальным данным в 2018 году объем российского рынка легковых шин в натуральном выражении составил N = 45 510 700 шт. [4]

Можно проверить это значение альтернативным расчетом. В России эксплуатируется $N_А$ =60 млн автомобилей. Средний пробег по данным Автостата [3] составляет $L_{СР}$ = 17,5 тыс. км. Примем средний ресурс автомобильной шины $L_ш$ = 60 тыс. км. Комплект шин одного автомобиля = $ш_А$ = 5 шт. При подстановке данных расчетов в формулу

$$N = \frac{N_A \times Ш_A \times L_ш}{L_{СР}} \quad (1)$$

получим 87 500 000 шт. На ряде эксплуатируемых автомобилей используется 2 комплекта шин (зимние и летние). При таком использовании пробег на одном комплекте сокращается, но и период эксплуатации по времени становится больше.

Вес одной шины зависит от ее размера. Например, шина размером 145/70 R12 весит 4,6 кг/шт, а 265/75 R15 – 17,7 кг/шт. Наибольший вес имеет шина размером 325/55 R22 – 30,3 кг/шт. Наименьший – 135/80 R13 – 4 кг/шт.

Самыми популярными размерами шин на рынке традиционно являются R14–R17. Средний вес шины: 7 кг – R13, 9 кг – R14, 16 кг – R15, 17 кг – R16, 18 кг – R17. Определим средний вес шины по формуле:

$$m_ш = \frac{\Sigma m_i}{n}. \quad (2)$$

Среднее значение веса среди популярных размеров составит $М_Ш$ = 13 кг.

Найдем вес всех шин в России по формуле:

$$M_ш = m_ш \times N. \quad (3)$$

Примерно 1,137 млн тонн – вес всех изношенных шин в России, образующихся за год. С учетом используемых в хозяйственных целях доля перерабатываемых шин составляет ρ=17 % [3].

Остальная часть изношенных автомобильных шин из-за отсутствия приемлемых процессов и технологий накапливается и складируется на территориях предприятий и организаций. Накапливать и складировать отработанные шины бесконечно невозможно, т.к. для этого необходимы большие площади

земель. Данный вид отходов также представляет большую потенциальную опасность для окружающей среды. Медленное разрушение шин под воздействием природных и климатических факторов и грызунов приводит к образованию дисперсных частиц в виде мелких крошек, которые рассеиваются в природной среде и уносятся на большие расстояния ветром. А места хранилища изношенных автомобильных шин превращаются в огромный ареал скопления большого количества видов живых организмов (грызуны, птицы, микроорганизмы и т.д.). В связи с этим необходимо разработать эффективные способы утилизации изношенных шин, что позволит одновременно решить проблему вторичного их использования и охраны окружающей среды.

Остаток не переработанных шин будет равен

$$M_{\text{шотх}} = \text{М}_{\text{ш}} \times \left(1 - \frac{\rho}{100}\right). \quad (4)$$

Результаты расчетов показывают, что ежегодно в России образуется около 940 тыс. тонн отходов шин.

К причинам низкого уровня использования изношенных шин относится недостаточная заинтересованность как самих пользователей, так и производителей шин и переработчиков в утилизации. Когда у владельца автомобиля встает вопрос о том, куда деть старые изношенные шины он, как правило, просто оставляет их на улице рядом со свалкой бытовых отходов. Т.к. специальных пунктов приема изношенных шин, таких как пункты приема металлолома, не существует. Есть компании, собирающие шины для последующей переработки, однако за несколькими шинами они, как правило, не приезжают. В шиномонтажных мастерских, что странно, шины также не принимают или принимают за дополнительную плату. Еще более странно то, что с недавнего времени все автопроизводители, а значит и пользователи, платят утилизационный сбор. По объявлениям шины принимают только оптом. Таким образом, персональные водители автомобилей поставлены в такие условия, при которых шины оказываются выброшенными на улицу. С ростом численности автопарка проблема утилизации отходов автомобилей будут обостряться.

Решение сложившейся ситуации возможно на законодательном уровне. Например, сбор шин можно закрепить за автопроизводителями через сети автосалонов или за магазинами по продаже шин.

Поэтому важнейшим направлением в снижении загрязнения окружающей среды является утилизация и повторное использование изношенных автомобильных шин. В настоящее время в мире известны следующие способы утилизации изношенных автомобильных шин: складирование; захоронение; декоративное и другое использование в личных целях; восстановление; сжигание; переработка.

1. Митрохин, Н. Н., Павлов, А. П. Утилизация и рециклинг автомобилей : учебное пособие / Н. Н. Митрохин, А. П. Павлов. – Москва : МАДИ, 2015. – 120 с.

2. Переработка изношенных шин. Исследование рынка: сайт. – URL : https://www.sostav.ru/blogs/84464/25028/ (дата обращения: 16.10.2021). – Текст : электронный.

3. Анализ рынка легковых шин в России в 2018 г.: сайт. – URL : https://report.ru/research/analiz_rynka_legkovyh_shin_v_rossii_v_2018_g./ (дата обращения: 16.10.2021). – Текст : электронный.

4. Средний пробег автомобилей в России: сайт. – URL : https://www.autostat.ru/news/39841/ (дата обращения: 16.10.2021). – Текст : электронный.

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ КЛАССАМ В Г. ВОЛОГДЕ

П.А. Николаев
Научный руководитель ***В.А. Раков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Автопарк г. Вологды состоит из примерно 400 тыс. автомобилей. По некоторым оценкам на долю автомобильного транспорта в городе приходится до 70 % всех выбросов в атмосферу. Численность автопарка увеличивается примерно на 10–15 % в год. Экологическая безопасность автомобилей, эксплуатируемых в городе, зависит от их экологического класса и технического состояния. Состояние эксплуатируемых автомобилей можно проконтролировать только при измерении на стационарном посту, что выполняется на постах технического контроля. С начала 1990-х годов в Евросоюзе, а затем и в России появилось нормирование автомобилей по экологическим классам, так называемый стандарт «ЕВРО» [1–2]. Согласно данному стандарту экологические требования к автомобилям постоянно ужесточаются. В России наиболее старые автомобили, выпущенные до 2002 г., имеют экологический класс 0–1. Этот стандарт не предусматривает каких либо систем снижения токсичности. Конструктивно – это автомобили, имеющие карбюраторный двигатель. Автомобили с экологическим классом 2–3 выпускались в России с 2002 по 2012 годы. Этот стандарт предусматривает наличие системы снижения токсичности, включающей нейтрализатор отработавших газов и один датчик кислорода, для удаления паров топлива из бака применяется адсорбер. Экологический класс 4–6 имеют автомобили, выпущенные с 2014 года и по настоящее время. Отличительные конструктивные особенности таких автомобилей – наличие электропривода дроссельной заслонки и датчика кислорода после ней-

трализатора. В официальной статистике нет данных по распределению автомобилей по экологическим классам в Вологодской области. Отсутствие таких данных не позволяет объективно оценивать экологический состав автопарка и влияние автотранспорта на загрязнение воздуха в городе. Также статистика ГИБДД показывает лишь зарегистрированные ТС, однако не все они эксплуатируются. В ПТС транспортного средства экологический класс указывается только с начала 2010 года. Таким образом, реальный экологический состав автопарка отдельного города определить непросто.

В связи с этим авторы провели оценку состава автомобильного парка по наблюдению за потоками транспорта в городе. При этом наблюдаемые транспортные средства классифицировались по экологическому классу, который определялся по году производства модели (рис. 1). Количество каждого типа подсчитывалось. Всего проведено 3 измерения, результаты которых представлены в таблице.

Экологический класс транспортного средства определялся визуально, путем идентификации модели и определение ее модельного года. Как правило, модельный ряд моделей обновляется каждые 5 лет. В каждом рестайлинговом поколении есть характерные отличия: оригинальная форма кузова, световых приборов, колесных дисков и т.д.

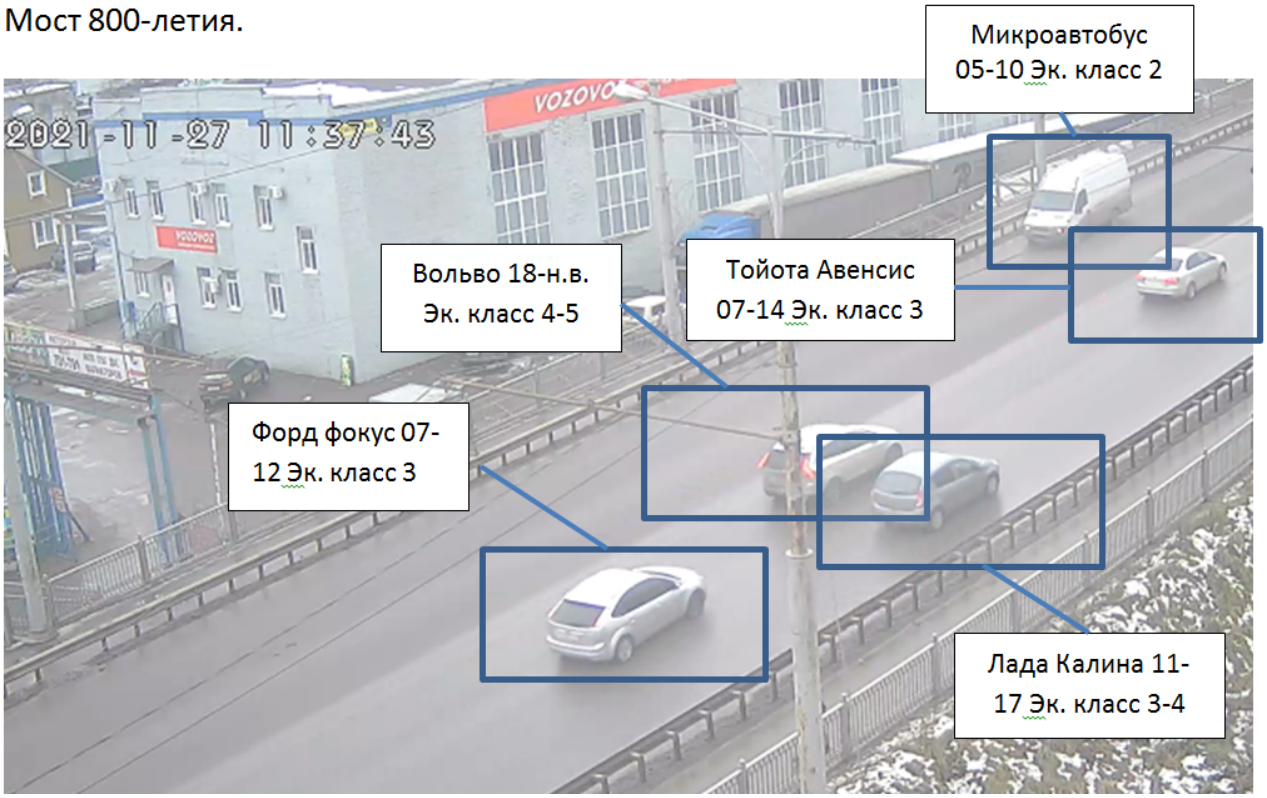


Рис. 1. Идентификация автомобилей

Данные наблюдений записывались в протоколы. Результаты наблюдений сводились в таблицу. Наблюдение проводилось на 3-х автомагистралях города с наиболее интенсивным движением. Время наблюдения – полдень.

Таблица

Результаты наблюдения состава автопарка по экологическому классу

	шт.	%	шт.	%	шт.	%	Всего, шт.
Номер наблюдения	Низкий класс 0 или 1		Средний класс 2–3		Высокий класс 4–6		
1.	38	17	149	66	38	17	225
2.	35	19	111	59	40	22	186
3.	33	12	170	62	73	26	276
Сумма	106	-	430	-	151	-	687
Среднее		16		62,3		21,7	

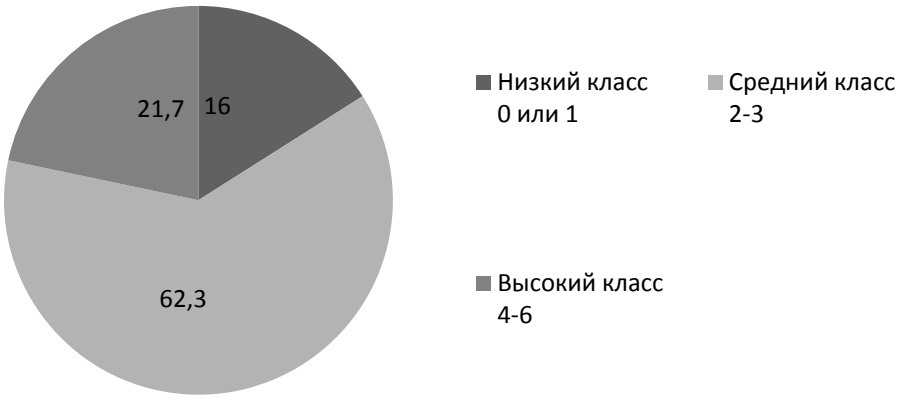


Рис. 2. Распределение автопарка г. Вологды по экологическим классам по результатам наблюдения

Результаты показывают, что в автопарке г. Вологды преобладают автомобили 2 и 3 экологических классов. Доля автомобилей низкого экологического класса составляет 16 %. Наиболее экологически безопасных автомобилей 4–6 классов на улично-дорожной сети 22 % (рис. 2). В расчете не учитывалась доля автомобилей с неисправной системой токсичности. Соответствие выбросов загрязняющих веществ требованиям можно оценить только в результате измерений. Наблюдения показали, что доля эксплуатируемых автомобилей низкого экологического класса снижается, что должно благоприятно отразится на состоянии воздуха в городе. Однако вместе с тем увеличивается и число эксплуатируемых автомобилей в городе.

1. О безопасности колесных транспортных средств / ТР ТС 018/2011. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 877 : Технический регламент Таможенного союза. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс» (дата обращения 05.11.2019).

2. ГОСТ Р 56162-2019. Национальный стандарт российской федерации выбросы загрязняющих веществ в атмосферу Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс» (дата обращения 05.11.2021).

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ

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

Твердые сплавы представляют собой материалы, состоящие из твердых и связующих компонентов. В качестве твердой основы используются карбиды переходных металлов (в основном вольфрама и титана). Для соединения твердых зерен в компактный материал используется связка из металла группы железа (преимущественно, кобальта). Основной метод изготовления твердых сплавов – порошковая металлургия с жидкофазным спеканием. Твердые сплавы имеют гетерогенную структуру, состоящую из двух фаз с большим различием в свойствах. Структура твердых сплавов считается квазиэвтектической [1], то есть внешне похожей на эвтектическую, но полученную при спекании в некотором интервале температур. В сплавах с такими компонентами при спекании образуются следующие фазы: WC – TiC – Co –> WC – (TiW)C – Co(W).

Кроме классических твердых сплавов, содержащих дефицитные вольфрам и кобальт, разрабатываются безвольфрамовые твердые сплавы с приемлемым уровнем свойств. В Вологодском государственном университете ведутся работы по созданию эффективных безвольфрамовых твердых сплавов со стальной связкой [2–4].

Твердые сплавы обладают высоким комплексом свойств. Это обеспечивает разнообразное применение в машиностроении и в самых разных отраслях народного хозяйства. Если для обработки требуются режущие инструменты с острыми кромками, то используют мелкозернистые сплавы. Малый размер карбидных зерен способствует образованию каркасной структуры твердого

сплава с более высокой жесткостью. В горном деле для бурения соли, угля, минералов и других горных пород необходимы высокие показатели ударной вязкости и износостойкости, которые достигаются при крупнозернистой структуре твердого сплава. Влияние размера зерна на основные свойства представлено на рисунке 1.

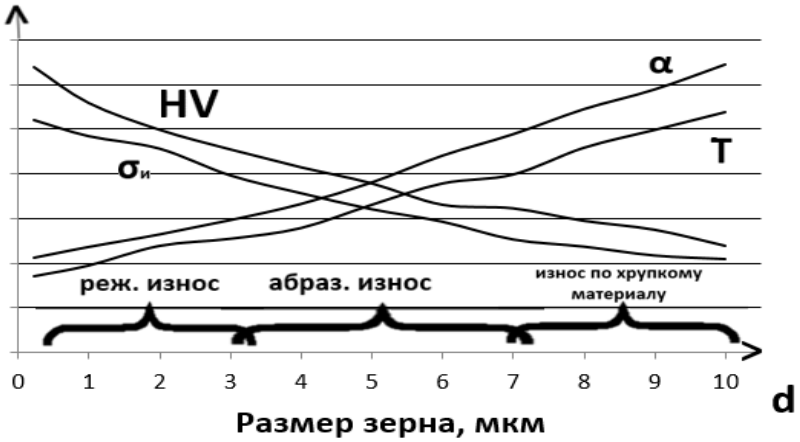


Рис. 1. Влияние размера зерна на основные свойства

Свойства твердых сплавов зависят от состава, структуры, элементов технологии и, в основном, формируются при спекании. Классические твердые сплавы на основе карбида вольфрама с кобальтовой связкой имеют структуру с ограненными клинообразными мелкими зернами карбида. Микроструктура твердых сплавов показана на рисунке 2.

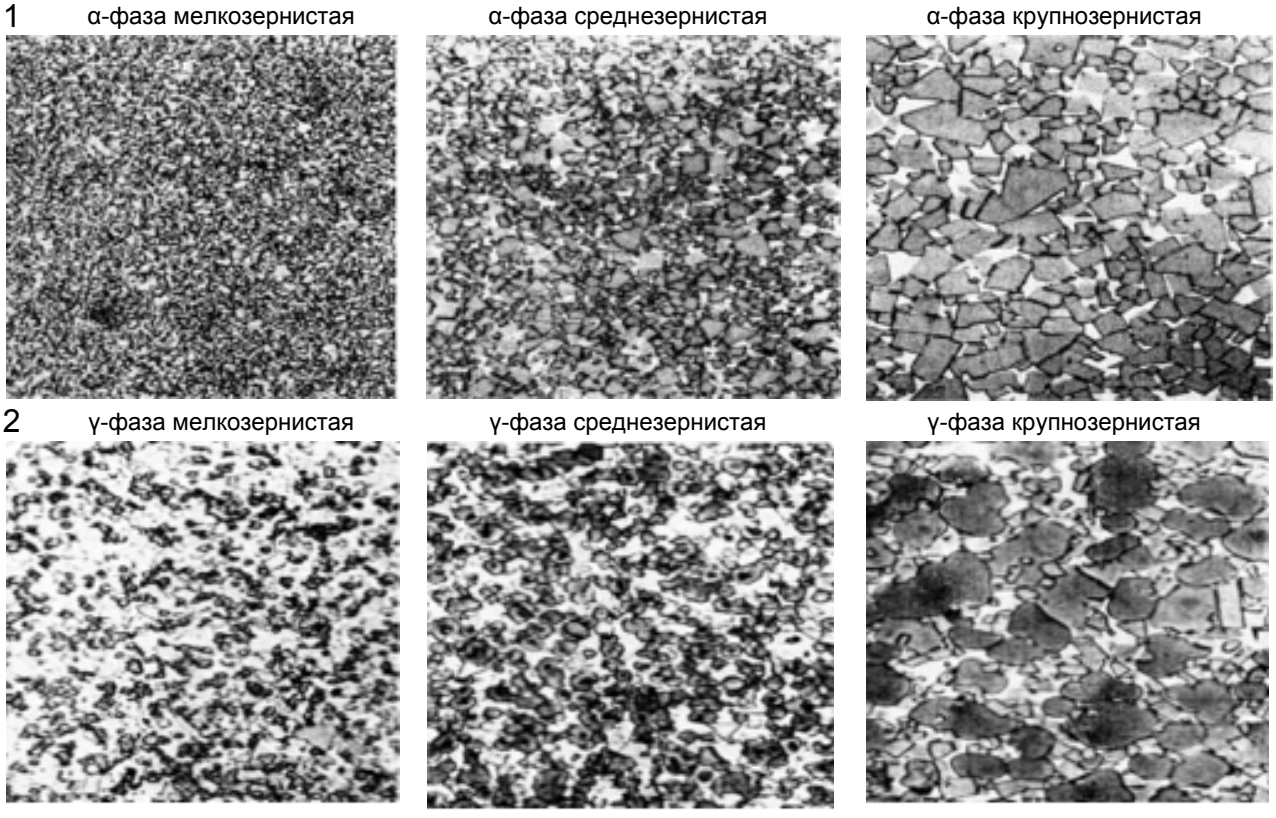


Рис. 2. Микроструктура твердых сплавов:
1 – ВК8; 2 – Т15К6

Размер зерен зависит преимущественно от температуры спекания, в меньшей степени – от выдержки и других факторов. Графики зависимостей проиллюстрированы на рисунке 3.

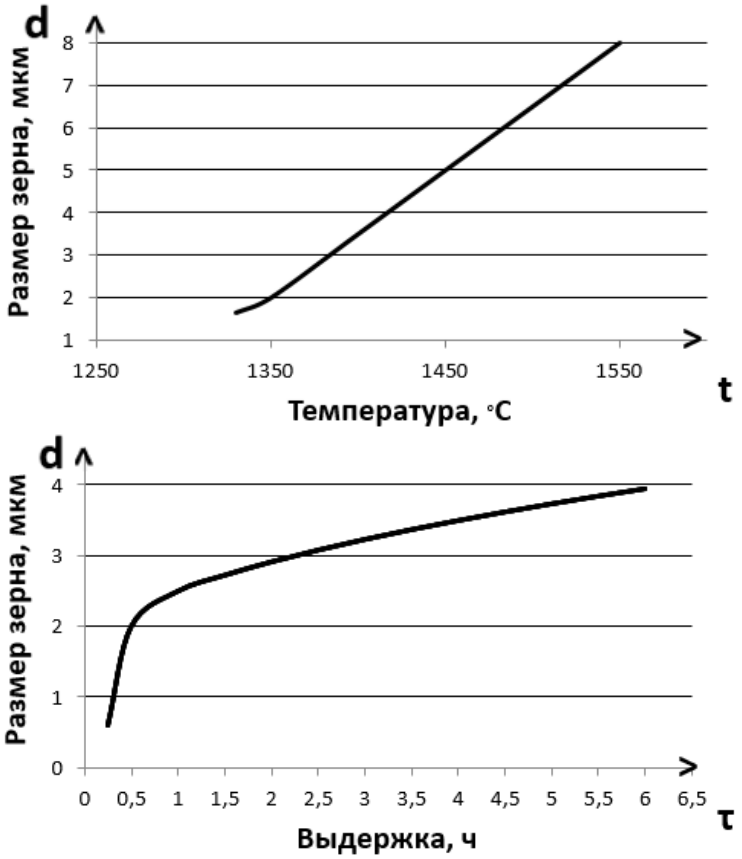


Рис. 3. Графики зависимостей размера зерна от температуры и от выдержки

Твердые сплавы изготавливают по технологии порошковой металлургии.

Карбиды отдельных металлов или сложные карбиды смешивают с кобальтовым порошком и подвергают мокрому размолу до образования тонкодисперсной смеси. Размол производится в жидкой среде (этиловом спирте). При размоле происходят: дробление частиц размольными телами, взаимное истирание частиц и равномерное смешивание компонентов. После окончания мокрого размола производится сушка и пластифицирование твердосплавной смеси.

Компоненты твердого сплава обладают высоким модулем упругости и большой твердостью, которые затрудняют сохранение формы прессовки. Для улучшения прессуемости в состав шихты вводится пластификатор (раствор синтетического каучука в бензине или парафин). Пластификатор улучшает скольжение зерен и их компактную укладку и «склеивает» зерна твердого сплава.

Прессование выполняют в «ручных» или автоматизированных пресс-формах с весовой или объемной дозировкой шихты. Давление при прессовании влияет на структуру и свойства твердого сплава. Схема прессования изображена на рисунке 4.

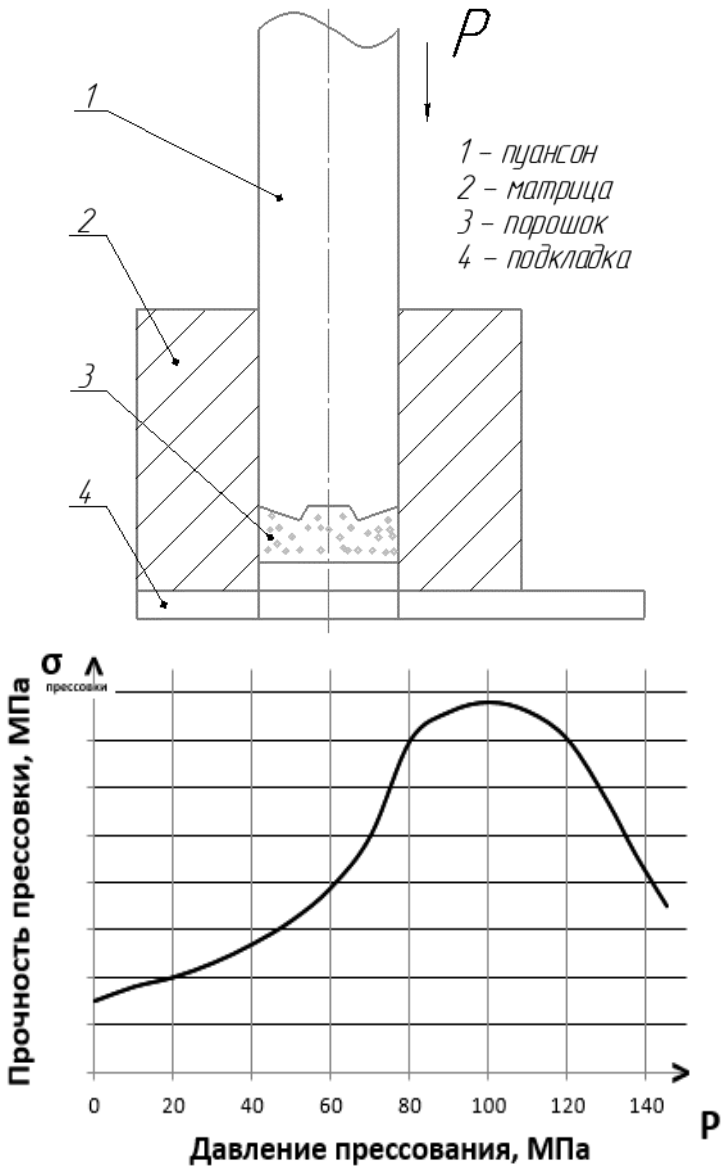


Рис. 4. Схема прессования и выбор давления

Спекание твердосплавных изделий осуществляется преимущественно в вакуумных электропечах сопротивления или в водородных печах. При спекании прессовки нагревают до температур, превышающих эвтектическую в системе WC-Co.

Спеченные твердосплавные изделия подвергают отделочной механической обработке (шлифованию, доводке, заточке).

При спекании происходят сложные процессы образования структуры твердых сплавов. При температурах, близких к эвтектической в системе WC-Co, начинается твердофазное спекание с образованием контактных мостиков между частицами связки. При температурах, превышающих эвтектическую, образуется расплав связки. Начинается растворение и перекристаллизация карбидов через связку, тем более интенсивные, чем выше температура спекания, что приводит к росту карбидных зерен. При охлаждении фиксируются фазовый состав и размер карбидных зерен, достигнутые при спекании.

Приведенные анализ закономерностей, связывающих структуру, свойства и технологические режимы, позволяет разработать технологию и конкретизировать технологические режимы для использования в условиях машиностроительного завода. Внедрение технологии и твердосплавных изделий, как показывает практика, обеспечивает предприятию значительный экономический эффект.

1. Третьяков, В. И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов / В. И. Третьяков. – Москва : Металлургия, 1976. – 528 с.

2. Яняк, С. В. Влияние содержания карбида титана на свойства твердых сплавов с железной связкой / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Актуальные проблемы науки и практики : материалы национальной научно-практической конференции (Пенза, 28–29 марта 2018 г.). – Пенза, 2018. – С. 210–214.

3. Яняк, С. В. Экспериментальная оценка свойств твердых сплавов на основе карбида титана со стальными связками / С. В. Яняк, Г. Ю. Пивень // Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства : материалы национальной научно-практической конференции (Пенза, 28–29 марта 2018 г.). Часть 4. Технические науки / Пензенский ГУАиС. – Пенза, 2018. – С. 204–209.

4. Яняк, С. В. Анализ свойств и структуры специальной стали для связки в твердых сплавах на основе карбида титана / С. В. Яняк, И. И. Комиссарова // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте : Материалы XV Международной научно-технической конференции (Вологда, 8 декабря 2020 г.). – Вологда : ВоГУ, 2021. – С. 47–52.

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СМЕСИТЕЛЯ ЗЕРНИСТЫХ СРЕД С ВТОРИЧНЫМ СЫРЬЕМ

Д.В. Федорова, Д.В. Стенько, Д.Д. Бахаева
Научный руководитель ***А.Б. Капранова,*** *д-р физ.-мат. наук, профессор*
Ярославский государственный технический университет
г. Ярославль

В настоящее время наблюдается активное расширение объема техногенных отходов и повышение регламентов в отношении экологической защиты производственных процессов, применения вторичных продуктов. Вследствие данной проблемы возникает необходимость модернизации смесительного оборудования по переработке зернистых сред, в том числе вторичных, разработка новых производственных аппаратов указанной направленности. Последние можно отнести к актуальным задачам при решении проблемы повы-

шения энергоэффективности технологического процесса смешения сыпучих материалов с вторичным компонентом. Кроме того, разработка новых материалов на основе вторично используемого сырья определяют потребность в проектировании нового оборудования для решения конкретный целей промышленных производств, в частности смесителей различных типов для получения смесей из зернистых компонентов. Заметим, что операция смешения может иметь многообразный функциональный характер, выполняя как основную производственною задачу, так и вспомогательную в цепочке этапов по переработке дисперсных систем.

Цель данной работы заключается в параметрическом проектировании центробежного смесителя зернистых сред с вторичным сырьем на базе средств и методов САПР. Для выполнения указанной цели требуется решить ряд задач, связанных с учетом особенностей основных этапов работы указанного смесительного оборудования. Заметим, что достижение требуемого качества зернистой смеси является конечной целью технологической операции смешения [1–3], когда перемешивание компонентов происходит до регламентного значения степени однородности данной смеси под воздействием сдвигового напора.

Процесс смешения зернистых сред в общем случае для любого типа аппарата включает в себя следующие этапы [4–6]: загрузку смешиваемых компонентов с помощью системы дозатор-бункер; макродиффузные смещения слоев компонентов [7, 8], которое сопровождается ростом площади поверхности указанного сдвига; выгрузка готовой смеси после достижения регламентного значения степени однородности.

Построение киберфизической системы для данного процесса смешения связано с учетом множества его параметров. В частности, это множество описывается набором информационных переменных $Z(t) = \{X(t), Y(t), a = const, b = const\}$ и делится соответственно на входные, выходные, конструктивные и режимные. В настоящем изложении интерес представляет множество конструктивных $\{a = const\} = \{R, H, H_1, H_2, r_1, r_2, h, l, \gamma, r_0, n\}$. Приняты обозначения: R – радиус внешней цилиндрической поверхности корпуса; r_1, r_2 – радиусы внутренних цилиндрических поверхностей; H, H_1, H_2 – их толщина; h, l – толщина и длина лопатки; γ – угол для закрепления лопатки; r_0 – радиус скругления; n – число лопаток.

Центробежные смесители [4] в сравнении с аппаратами других типов обладают следующими преимуществами:

• достаточная эффективность в случае применения рабочих зернистых компонентов с увлажнением или высокими показателями адгезионных характеристик при использовании отбойных поверхностей;

• падение мощности приводных устройств при снижении влияния внутренних диссипативных эффектов за счет достижения разреженного состояния смешиваемых частиц или наличия их тонких слоев;

- высокая удельная производительность готовой смеси,
- относительно короткий цикл смешения.

На базе средств и методов САПР выполнена разработка конструкции центробежного смесителя зернистых сред с вторичным сырьем [6] (рис. 1, 2).

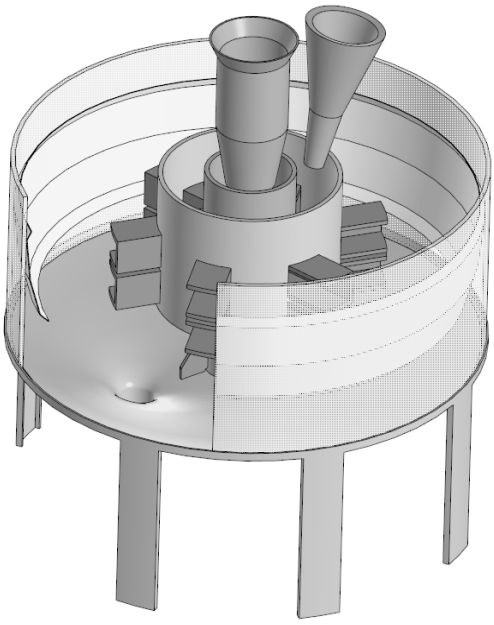


Рис. 1. Имитационная 3D-модель (в разрезе) для центробежного смесителя зернистых сред с вторичным сырьем

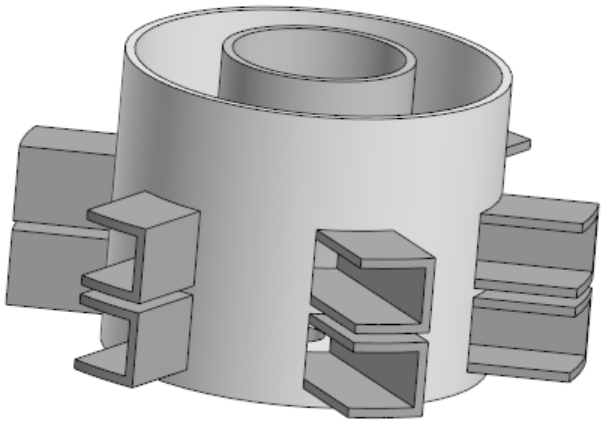


Рис. 2. Смесительная насадка

В частности, конструкция включает в себя две камеры с распылительными устройствами, расположенными горизонтально. Данная конструктивная особенность дает возможность организации двух потоков, взаимопроникающих друг в друга при формировании зернистой смеси.

Имитационная 3D-модель, полученная указанным способом параметризации, при данном выборе информационных переменных дает возможность, например, провести первичный анализ выбора диапазонов изменения конструктивных параметров целостного аппарата или его узлов и т.п., а также условий процесса смешения при изменении параметров установки отбойных поверхностей [5].

Для повышения производительности центробежного смесителя и мощности его привода производится многократный анализ диапазонов изменения значений конструктивных параметров для выявления наиболее значимых согласно предлагаемому алгоритму (рис. 3). Задание и корректировка варьируемых значений конструктивных параметров осуществляется с помощью раздела переменных в дереве модели (рис. 4).

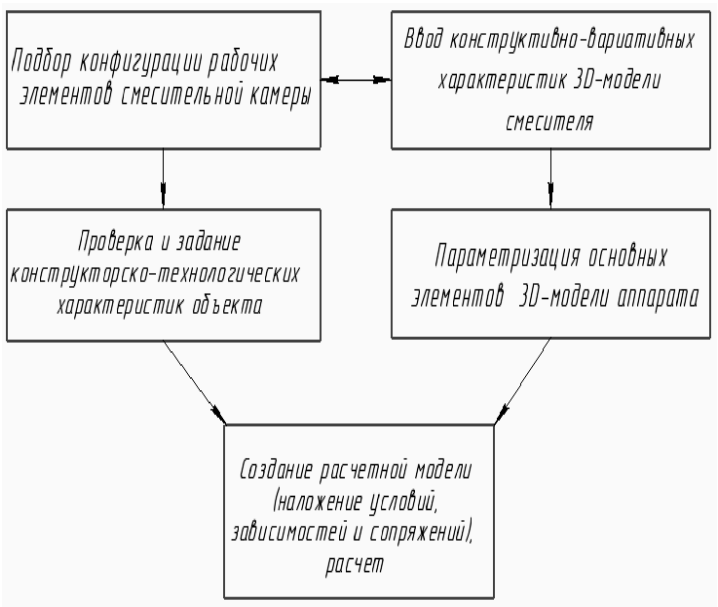


Рис. 3. Структурная схема разработки параметрической 3D-модели аппарата

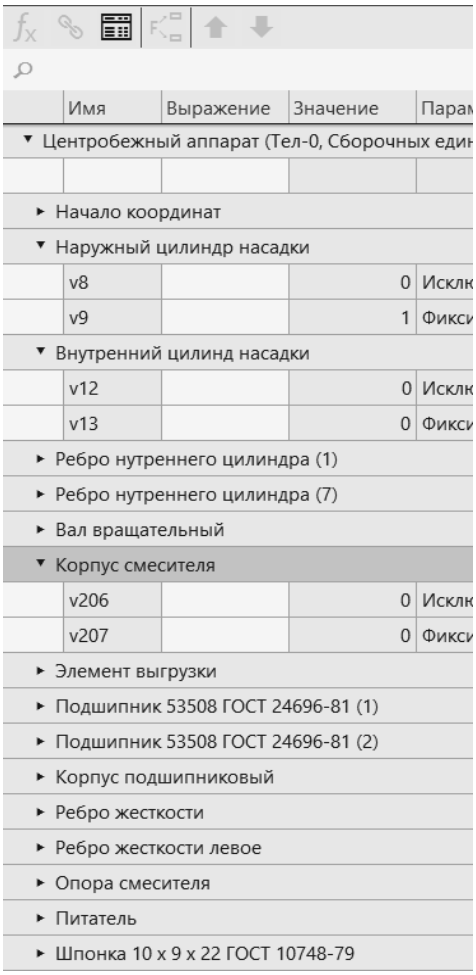


Рис. 4. Меню для ввода параметрических данных

Результат работы алгоритма (рис. 3) – способность 3D-модели смесителя параметрически изменять геометрию с сохранением топологии построения в заданных диапазонах изменения конструктивных параметров из множества $\{a = const\}$. Разработанная параметрическая 3D-модель центробежного смесителя зернистых сред позволит в дальнейшем провести аэродинамические исследования смесительной камеры и ступенчато-конического отбойника для выявления рациональных режимов процесса смешения.

1. Капранова, А. Б. Стохастическое описание процесса формирования потоков сыпучих компонентов в аппаратах со щеточными элементами / А. Б. Капранова, И. И. Верлока // Теоретические основы химической технологии. – 2018. – Т. 52, № 6. – С. 707–721.

2. Исследование качества смеси на первой стадии работы аппарата гравитационного типа / А. Б. Капранова, И. И. Верлока, П. А. Яковлев, Д. Д. Бахаева // Российский химический журнал (Журнал химического общества имени Д. И. Менделеева). – 2018. – Т. LXII, № 4. – С. 48–50.

3. Капранова, А. Б. Моделирование критерия качества смеси в объеме барабанно-ленточного устройства / А. Б. Капранова, М. Н. Бакин, И. И. Верлока // Хим. и нефтегаз. машиностроение. – 2018. – Т. 54. – № 5. – С. 3–9.

4. Зайцев, А. И. Методы расчета и опытные испытания новых центробежных устройств по переработке твердых дисперсных сред : монография / А. И. Зайцев, А. Б. Капранова, А. Е. Лебедев. – Ярославль : ЯГТУ, 2015. – 124 с.

5. Капранова, А. Б. Метод определения коэффициента макродиффузии в процессе смешения твердых дисперсных сред в центробежном аппарате / А. Б. Капранова // Математическое моделирование. – 2009. – Т. 21, № 3. – С. 83–94.

6. Патент 2757814. Российская Федерация, B01F 7/8, B01/04. Агрегат для смешения сыпучих материалов : опубл. 21.10.2021, бюл. № 30 / А. Е. Лебедев, А. Б. Капранова, Д. В. Федорова.

К ВОПРОСУ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЯ, ОБОРУДОВАННОГО ЛЕСНЫМ МАНИПУЛЯТОРОМ

К.Н. Черник

Научный руководитель ***Д.В. Черник****, канд. техн. наук, доцент*

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

г. Красноярск

Манипулятор представляет собой дистанционно управляемый механизм, функционально эквивалентный по своему характеру движению руки человека. Как правило это шарнирно-сочлененная конструкция, состоящая из основания (поворотной колонны), стрелы, рукояти и рабочего органа (грейфера). Автомобильный манипулятор устанавливается на соответствующую базовую машину как самостоятельная сборочная единица, поэтому вопрос об устойчивости машины, оборудованной манипулятором, является актуальной темой [1–5].

При расчете устойчивости лесовоза, оборудованного манипулятором при погрузке, рассматривается два положения. При первом положении лесовоз, стоящий на горизонтальной площадке с максимальным грузом на максимальном вылете, расположен перпендикулярно продольной оси автомобиля, при этом аутригеры выдвинуты в полную длину (рис. 1). Второе положение – положение, когда лесовоз при тех же условиях, что и в первом положении, стоит под углом α к горизонтальной плоскости (рис. 2). Допустимый коэффициент устойчивости принимаем 1,4, учитывая динамические нагрузки и длину максимального вылета.

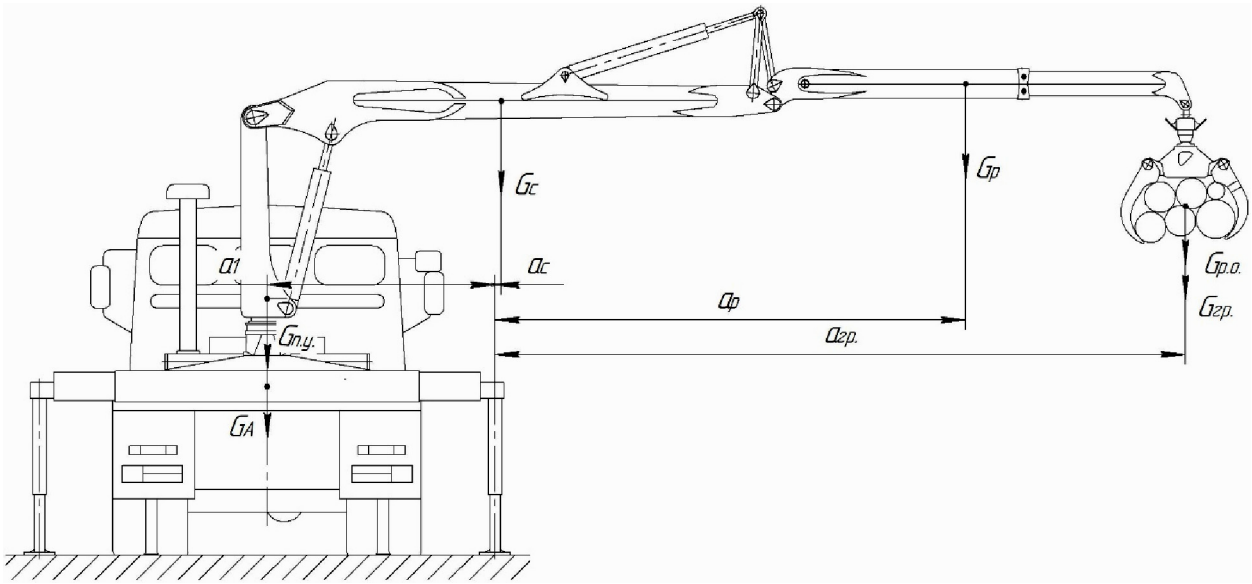


Рис. 1. Схема расчета устойчивости лесовоза, оборудованного манипулятором при погрузке

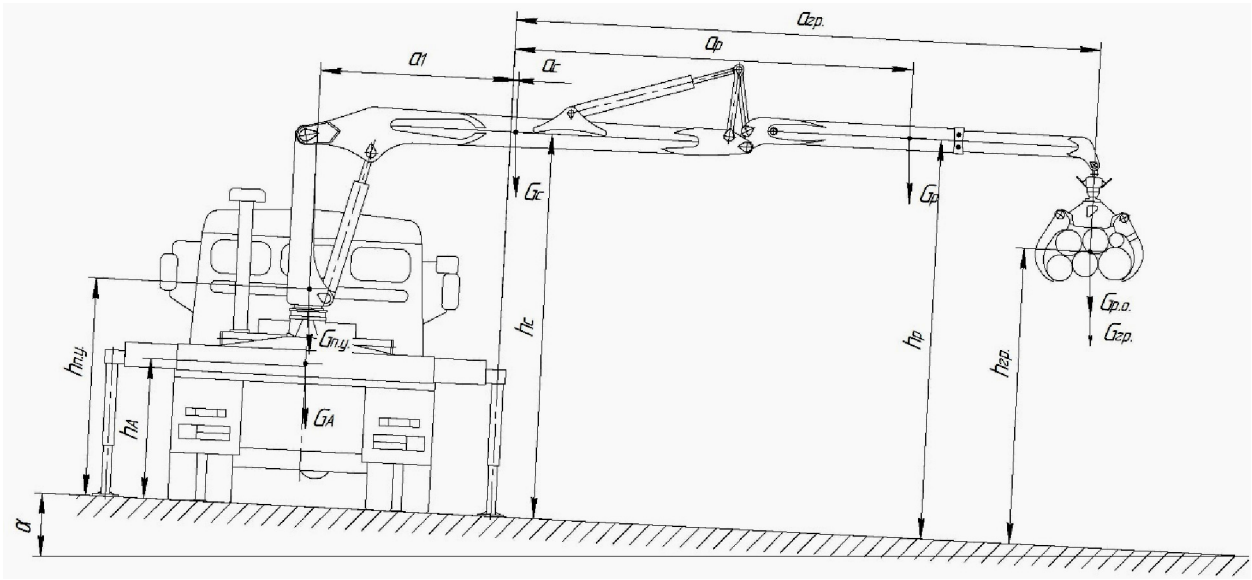


Рис. 2. Схема расчета устойчивости лесовоза, оборудованного манипулятором при погрузке на уклоне

Коэффициент грузовой устойчивости, для первого случая, k_1, определяется по формуле:

$$k_1 = \frac{(G_{п.у.} + G_A)a_1 - G_C \cdot a_C - G_P \cdot a_P - G_{Р.О.} \cdot a_{ГР.}}{G_{ГР.} \cdot a_{ГР.}} \geq 1{,}4 \qquad (1)$$

где $G_{п.у.}$ – сила тяжести поворотного устройства, кН, $G_{п.у.} = 6{,}5$;

G_A – сила тяжести автомобиля в снаряженном состоянии, кН, $G_A = 78$;

a_1 – расстояние от оси вращения колонны до продольной оси аутригера, м, $a_1 = 1{,}85$;

a_C – расстояние от продольной оси аутригера до центра тяжести стрелы, м,

a_C = 0,05;

a_P – расстояние от продольной оси аутригера до центра тяжести рукояти, м,

a_P = 3,84;

$a_{ГР.}$ – расстояние от продольной оси аутригера до центра тяжести груза, м, $a_{ГР.}$ = 5,63.

Подставляя известные значения в формулу (1), получим

$$k_1 = \frac{(6{,}5 + 78)\cdot 1{,}85 - 4{,}15\cdot 0{,}05 - 2{,}21\cdot 3{,}84 - 3{,}3\cdot 5{,}63}{16{,}29\cdot 5{,}63} = 1{,}42 > 1{,}4\,.$$

Коэффициент грузовой устойчивости, для второго случая, k_2, определяется по формуле:

$$k_2 = \frac{\begin{array}{c} G_{n.y.}(a_1 - h_{n.y.}tg\alpha) + G_A(a_1 - h_A tg\alpha) - G_C(a_C - h_C tg\alpha) \\ - G_P(a_P - h_P tg\alpha) - G_{P.O.}(a_{ГР.} - h_{ГР.}tg\alpha) \end{array}}{G_{ГР.}(a_{ГР.} - h_{ГР.}tg\alpha)} \geq 1{,}4\,, \qquad (2)$$

где $h_{n.y.}$ – высота центра тяжести поворотного устройства, м, $h_{n.y.}$ = 2,07;

α – максимальный угол уклона, град, α = 3°;

h_A – высота центра тяжести автомобиля, м, h_A = 1,37;

h_C – высота центра тяжести стрелы манипулятора, м, h_C = 3,7;

h_P – высота центра тяжести рукояти, м, h_P = 3,84;

$h_{ГР.}$ – высота центра тяжести груза с рабочим органом, м, $h_{ГР.}$ = 2,84;

Подставляя известные значения в формулу (2), получим

$$k_2 = \frac{\begin{array}{c} 6{,}5(1{,}85 - 2{,}07\cdot 0{,}05) + 78(1{,}85 - 1{,}37\cdot 0{,}05) - 4{,}15(0{,}05 - 3{,}7\cdot 0{,}05) \\ - 2{,}21(3{,}84 - 3{,}84\cdot 0{,}05) - 3{,}3(5{,}63 - 2{,}84\cdot 0{,}05) \end{array}}{16{,}29(5{,}63 - 2{,}84\cdot 0{,}05)} = 1{,}407 > 1{,}4$$

В обоих случаях коэффициент устойчивости превышает допустимое значение.

Данная методика расчета на устойчивость автомобильного манипулятора позволяет выбрать базовую машину, наиболее подходящую для выполнения погрузочно-разгрузочных операций. К тому же при неудовлетворительной величине коэффициента грузовой устойчивости, проектный вариант манипулятора можно подкорректировать путем изменения длинны аутригеров.

1. Герасимов, Ю. Ю. Манипуляторные системы лесных машин: Проектирование и расчет : учебное пособие / Ю. Ю. Герасимов, С. А. Кильпеляйнен, В. М. Костюкевич, В. С. Сюнев. – Петрозаводск : Петрозаводский государственный университет, 1994. – 95 с.

2. Манипуляционные системы роботов / А. И. Корендясев, Б. Л. Саламандра, Л. И. Тывес, Е. П. Попов. – Москва : Машиностроение, 1989. – 472 с.

3. Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкции, проектирование, расчет : учебное пособие / В. С. Сюнев, А. А. Селиверстов, Ю. Ю. Герасимов, А. П. Соколов. – Йоэнсуу : НИИ леса Финляндии METLA, 2011. – 143 с.

4. Chernik, D. V. Mathematical model of a combined manipulator of a forest machine / D. V. Chernik, K. N. Chernik. – DOI 10.1088/1757-899X/919/5/052037 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52037.

5. Черник, К. Н. К вопросу оценки технического уровня манипуляторов / К. Н. Черник, Д. В. Черник // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей всероссийской научно-практической конференции (Красноярск, 23 декабря 2020 г.). – Красноярск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2021. – С. 308–310.

Секция «УПРАВЛЯЮЩИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ»

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ «ДОРОЖКОВО»

М.Н. Буслаев
Научный руководитель ***Н.Д. Поздеев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Современные тенденции в развитии подстанции – это переход к цифровым технологиям. Один из аспектов цифровизации подстанции – внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Автоматизированная система управления технологическими процессами представляет собой группу программных и технических средств, обеспечивающую автоматическое и удаленное управление оборудованием, которая собирает данные с приборов учета. АСУ ТП исключает человеческий фактор в технологических процессах и обеспечивает эффективную работу подстанции.

Рассмотрим реконструкцию трансформаторной подстанции «Дорожково».

Применение автоматизированной системы управления технологическими процессами на подстанции «Дорожково» позволяет обеспечить объект микропроцессорными устройствами защиты и автоматики, объединить различные средства автоматизации в единую информационную и управляющую систему.

Подстанция имеет класс напряжения 35/10 кВ. На ней установлены два трансформатора ТМН-4000/35/10,5. Со стороны высшего напряжения установлены элегазовые выключатели, а со стороны низшего – вакуумные. Диспетчерская расположена на территории подстанции.

Для перехода простой трансформаторной подстанции в цифровую требуется внедрить в нее систему АСУ ТП. Для этого нужно установить дополнительное оборудование и заменить часть старого [1].

В иерархической структуре программных и технических средств АСУ ТП выделяют 3 уровня [2]:

– верхний уровень;
– средний уровень;
– нижний уровень.

Структурная схема АСУ ТП подстанции изображена на рисунке 1.

Рис. 1. Структурная схема АСУ ТП подстанции

Нижний уровень представляет собой совокупность датчиков, измерительных средств, исполнительных аппаратов и микропроцессорных терминалов. Также данный уровень называется уровнем технологического процесса или полевым.

Средний уровень называется уровнем промышленных контроллеров. Происходит прием полевых данных и выдача команд для управления нижним уровнем.

Верхний уровень включает в себя центральные вычислительные ресурсы.

Средний уровень посылает команду управления оборудованием на нижний уровень, на котором происходит сбор информации с датчиков и приборов учета для дальнейшей передачи на программируемые промышленные контроллеры среднего уровня. С программируемых контроллеров информация передается на верхний уровень при помощи цифровой GSM/GPRS-связи, на котором происходит обработка полученных данных и осуществляется контроль за состоянием и работой подстанции.

Автоматизированную систему управления технологическими процессами подстанции «Дорожково» предлагается построить по классической схеме.

Нижний уровень включает в себя счетчики для измерения электрической энергии и устройства РЗА. На основе анализа выбираем счетчик СЭТ-4ТМ.03М.01 и терминал защиты отходящей линии «СИРИУС», защиты трансформатора «СИРИУС-Т».

Средний уровень реализуется при помощи коммутатора EDS-408A, управляет телемеханикой нижнего уровня. Шкаф телемеханики состоит из устройства ввода/вывода сигналов связи ioLogic E2210, модуля сигнала ЭНМВ-1W, коммутатора EDS-408A и роутера GSM. На данном уровне для учета электрической энергии устанавливается коммутатор SG-3S-1.

На верхнем уровне задействован человек в качестве диспетчера для мониторинга и управления собранными данными. Данный уровень представляет собой пункт диспетчерского управления. Вся информация с подстанции поступает на компьютер диспетчера.

Так как диспетчерская располагается на территории подстанции, то каналом связи выбрана волоконно-оптическая сеть, а для передачи данных с подстанции в единый центр используется Internet [3].

Структурная схема автоматизированной системы управления технологическими процессами подстанции «Дорожково» представлена на рисунке 2.

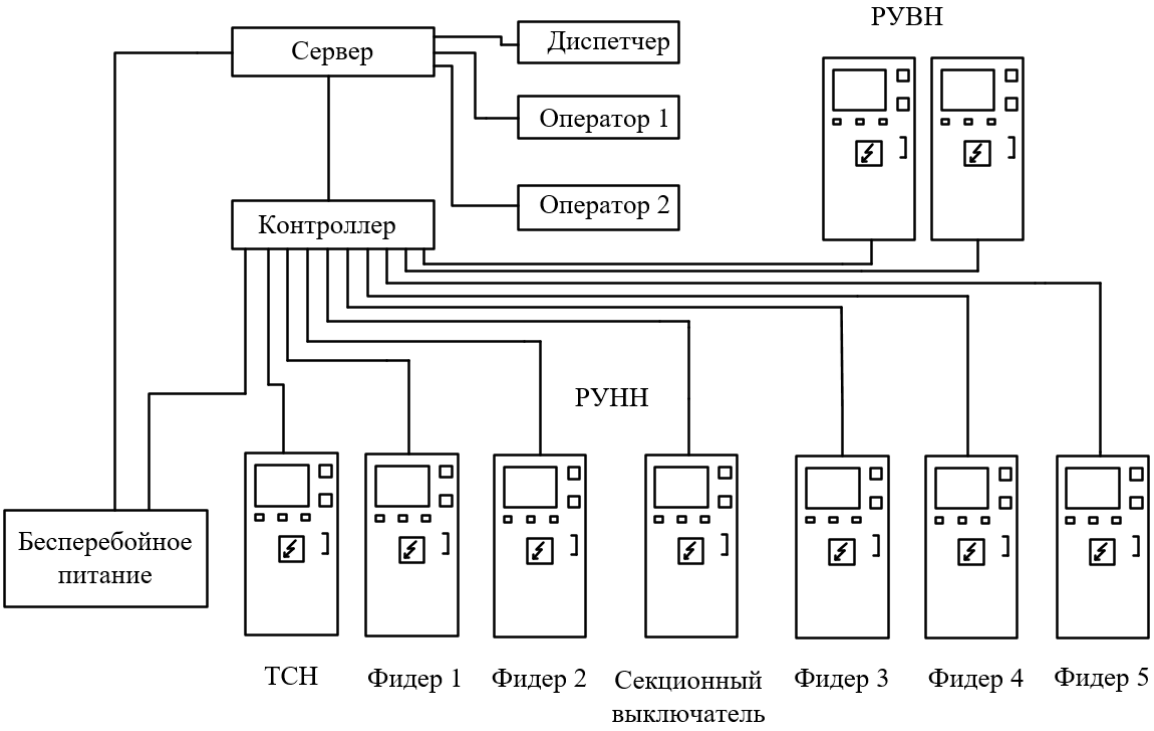


Рис. 2. Структурная схема

Так как РУНН имеет 5 фидеров, подключенных к 2 секциям, то требуется установка устройств АСУ ТП для измерения двух напряжений и пяти токов. Секционный выключатель отключен в нормальном режиме.

В соответствии с проектом модернизации подстанции «Дорожково» новое оборудование устанавливается взамен старого и подключается соответствующими входами к контроллеру, который обеспечивает контроль и передачу считываемых данных на сервер. Сервер передает информацию на рабочее место диспетчера и оператора № 1. Оператор № 2 занимается прогнозированием и подготовкой задач на предстоящие наряды. Все соединения между оборудованием, контроллером, сервером, диспетчером и операторами осуществляется при помощи кабеля RJ-45. Шкаф телемеханики располагается в здании диспетчерского управления. На контроллер устанавливается расширитель входов, так как больше восьми каналов требуется для нормальной работы системы АСУ ТП. На территории подстанции по периметру устанавливаются камеры

слежения для обеспечения безопасности, устанавливается отдельно камера над входом в здание РУ и здание диспетчерского управления.

В случае проседания питания собственных нужд на подстанции установлен бесперебойный источник питания, который осуществляет подачу электроэнергии к контроллеру, серверу и видеосерверу. Источник бесперебойного питания позволяет поддерживать в рабочем состоянии оборудование для считывания, обрабатывания, хранения и передачи информации с объекта до 8,5 часов.

Управление АСУ ТП подстанции «Дорожково» будет производиться на основе платформы SCADA.

Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами снижает количество ошибок обслуживающего персонала, позволяет проводить мониторинг состояния оборудования подстанции, способствует повышению надежность электроснабжения потребителей и использованию в активно-адаптивных электрических сетях РФ.

1. e-library.ru : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2020 - . - URL: https://www.elibrary.ru (дата обращения: 12.10.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. Федоров, Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка : монография / Инфра-Инженерия. – Санкт-Петербург, 2008. – 448 с. – Из содерж.: Архитектура систем управления и защиты. – С. 156–215. – Текст : непосредственный.

3. Журнал «ИСУП» : [сайт] / отраслевой научно-технический журнал. – Москва, 2020 - . - Обновляется в течение двух месяцев. – URL: https://isup.ru (дата обращения: 20.10.2021). – Текст : электронный.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

М.В. Веселов

Научный руководитель ***С.Б. Федотовский****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном мире внедрение умного освещения с каждым годом становится все более и более востребованным. Автоматизированные системы управления освещением можно встретить буквально везде: внутреннее освещение зданий, освещение территорий предприятий, освещение автомобильных дорог и парков.

Внедрение автоматизированных систем управления освещением весьма целесообразно, поскольку помогает сэкономить денежные средства за счет

максимального использования естественной освещенности. Еще лет десять назад для автоматизации систем освещения было бы достаточно внедрение простейшей автоматики на основе датчика освещенности или движения, которые управляли коммутацией силовой цепи нехитрым переключением силового контакта. Однако мир меняется, и в свою очередь меняются и методы управления освещением. С одной стороны, эти методы становятся более эффективными, но с другой стороны, технически более сложными, и на данный момент для автоматизированного управления светом используются проектные решения, в состав которых входят не только различного рода датчики, но и сетевое оборудование в совокупности с программным обеспечением и алгоритмами, заложенными внутри программного обеспечения.

Несомненно, усложнение любой системы приводит к тому, что в системе появляется все больше узлов, от которых будет зависеть работоспособность всей системы. И при неправильном проектировании системы выход из строя одного узла может повлиять на работоспособность остального оборудования. Поэтому на стадии проектирования необходимо уделять максимальное внимание защите оборудования от внешних и внутренних воздействий. Примерами таких воздействий могут стать внутренние перенапряжения сетей, короткие замыкания, грозовые перенапряжения, воздействие на оборудования сторонних людей, неправильные или неквалифицированные действия обслуживающего персонала и т.д.

Целью данной работы является рассмотрение методов по программно-аппаратному повышению надежности автоматизированных систем управления освещением уже на стадии проектирования. Однако следует отметить, что предлагаемые методы и способы повышения надежности можно внедрять и в уже эксплуатируемые системы освещения.

Для начала стоит подойти к защите оборудования с конечного устройства – самого светильника. Его важнейшим показателем является так называемый IP-показатель (Ingress Protection – степень защиты оболочки электрооборудования). С выбором светильника обычно проблем не возникает, однако в целях экономии или же невнимательности проектировщика степень защиты может иногда не совпадать с условиями внешней окружающей среды, что негативно влияет на сам светильник, а в некоторых случая может приводить к возникновению опасных ситуаций.

Следующим моментом является кабель, питающий светильник. В данном случае тут следует строго руководствоваться рядом правил, прописанных в [1]. Согласно этим правилам, выбор прокладки кабеля зависит от многих факторов, главным из которых является тип помещения.

В случаях, когда линии связи от светильников до контроллеров или от контроллеров до сетевого оборудования или же между сетевым оборудованием проходят вне помещений, рекомендуется устанавливать устройства защиты портов. Такие устройства должны обеспечить необходимую защиту обору-

дования от грозовых перенапряжений, которые могут возникнуть в интерфейсных кабелях, а поскольку на приобретение контроллеров для освещения и сетевого оборудования расходуют значительные финансовые средства, то покупка названных устройств обеспечит не только защиту оборудования, но и достаточную экономию за счет снижения вероятностного количества выходов из строя оборудования.

В крупных автоматизированных системах освещения, применяемых на предприятиях или для освещения городов, хорошей практикой является обеспечение резервирования сетевого оборудования и каналов связи. Обычно в крупных вычислительных сетях практика резервирования оборудования от единичного отказа применяется практически всегда, именно поэтому с точки зрения надежности это будет весьма целесообразно и для больших автоматизированных сетей освещения. Разумной идеей может являться образование колец между коммутаторами, однако тут всегда стоит грамотно выбирать оборудование, поскольку не все коммутаторы могут поддерживать кольцевую топологию. Более того, здесь возможно применении «технологии покрывающего дерева», отслеживающую кольцевые связи и включающую резервирование каналов при выходе из строя какой-либо линии связи.

Ну и конечно же стоит обеспечить защиту режимов работы освещения на верхнем уровне системы управления. В данном случае на программном уровне должны быть учтены различные аварийные ситуации, при которых осветительное оборудование должно обеспечивать минимально допустимый уровень освещенности, соответствующий [2].

Для защиты верхнего уровня необходимо и обязательно устанавливать защиту от несанкционированного доступа извне. Здесь необходимо предусмотреть программно-аппаратное обеспечение, включающее в себя межсетевые экраны, демилитаризованные зоны, антивирусы, шифрование трафика, а также грамотное распределение полномочий между рабочим персоналом.

Предложенные способы повышения надежности автоматизированных систем управления освещением позволят не только обеспечить необходимый уровень надежности системы в целом, но так же продлить срок службы оборудования. Рассмотренные методы дадут возможность получить экономию финансовых средств за счет уменьшения отказов работоспособности оборудования в течение всего его срока эксплуатации.

1. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок : издание официальное : утвержден Приказом Министерством энергетики РФ 08.07.2002 № 204 : введен 01.01.2003. – Москва : Норматика, 2019. – 464 с.

2. Естественное и искусственное освещение: (СП 52.13330.20) : официальное издание : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 07.11.2016 : введен в действие 08.05.2017. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 117 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

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

Обилие современных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) открывает широкие возможности перед системами измерений, учета и защиты в электроснабжении. В настоящее время в области энергетики развивается цифровизация электрических подстанций. Работа современных цифровых систем невозможна без аналогово-цифровых преобразователей. Выбор АЦП является трудоемким и ответственным процессом, нерациональный подход к данному решению может повлечь за собой экономические убытки, также появление серьезных ошибок в устройствах релейной защиты и автоматики, высокую погрешность в учете электрической энергии и появление сбоев в работе системы электроснабжения. Как показывает статистика, общий процент неправильных действий систем МТЗ, ДФЗ и ЦРЗ особенно сложных устройств в начальный период эксплуатации не снижается, а остается наравне с электромеханическими и статическими устройствами защит, даже возрастает в некоторых случаях. Это является не отказом аппаратуры, а в первую очередь ошибками компьютерных систем, возникновением помех при передаче сигнала.

В данной работе будут рассмотрены различные виды АЦП, их конструктивные особенности, технические параметры, а также условия оптимального применения [1, 4].

АЦП последовательного приближения – для умеренных скоростей. АЦП последовательного приближения (Successive Approximation Register, SAR) производиться с широким диапазоном значений разрешения и скорости. Точность измерений (расширение), как правило, лежит в пределах от 6–8 до 20 бит, вторая же – от нескольких кГц до 10 МГц. SAR АЦП – применяются для задач, где скорость является не самым важным параметром, но и не последним, например системы управленя электродвигателем, анализ вибраций, мониторинг производственных процессов.

Преимущество SAR АЦП: заключается в запоминающем устройстве, которое делает «фотографию» аналогового входного сигнала. SAR-архитектура делает выборку в заданный временной момент. Это необходимо, когда стоит задача сразу измерить несколько сигналов, что позволяет одновременно делать выборку несколькими одноканальными SAR АЦП или осуществлять одновременную выборку с помощью мультиканального АЦП или нескольких устройств выборки хранения (УВХ, Track-and-hold, T/H-cores) внутри него. Это позволит системе измерять значения нескольких аналоговых сигналов в

одно и то же время. Функциональная схема АЦП последовательного приближения показана на рисунке 1 на примере микросхемы ADS79xx.

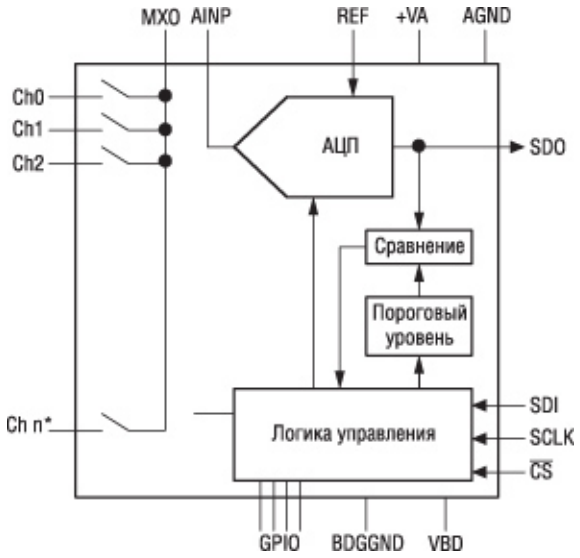


Рис. 1. Функциональная схема АЦП ADS79xx

В токовых трансформаторах и трансформаторах напряжения SAR АЦП используются в цепях реализации релейной защиты. С их помощью система защиты одновременно измеряет различные фазы тока и напряжения. В коммунальном сетевом хозяйстве это способствует более эффективному управлению энергосетями [1, 2].

Сигма-дельта АЦП – для большей точности. Данные АЦП представляют собой современную альтернативу АЦП интегрирующего типа, от которых они получили отличную стойкость к низкочастотному электрическому шуму, что очень важно для многих промышленных применений. Однако сигма-дельта АЦП свойственно невысокое быстродействие, что допустимо во многих промышленных измерительных устройствах, с запасом компенсируется высокой разрешающей способностью и высокой линейностью передаточной характеристики. Компания TI предлагает сигма-дельта АЦП с разрешением от 12 до 31 бит. Функциональная схема сигма-дельта АЦП приведена на рисунке 2 на примере **ADS1258.**

В каких случаях может понадобиться разрядность более 20 бит? Например, когда требуется точность на уровне максимально возможного количества бит – измерительные приборы и топливные хроматографы для нефтяной и газовой промышленности. А также другие системные применения, которые задают стандарты в оценке точности аналоговых сигналов, применения, где конечные пользователи должны быть абсолютно уверены в полученных данных [1, 2].

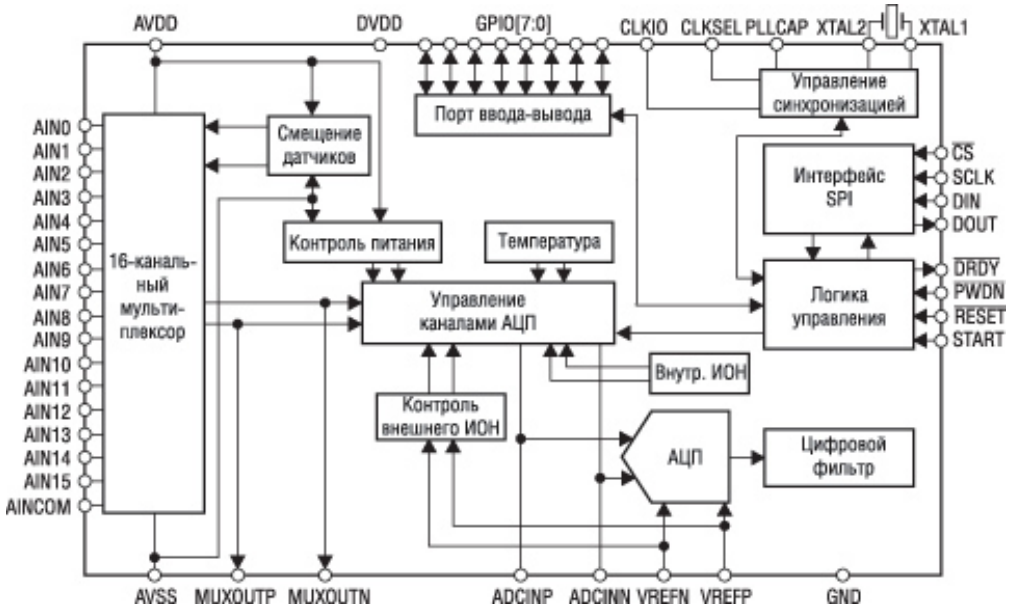


Рис. 2. Функциональная схема АЦП ADS1258

Конвейерные АЦП – для сверхвысокой частоты дискретизации. У таких АЦП процесс преобразования разбит на стадии. В каждой стадии за выполнение отвечают независящие друг от друга, но синхронизированные между собой ступени конвейера (рис. 3).

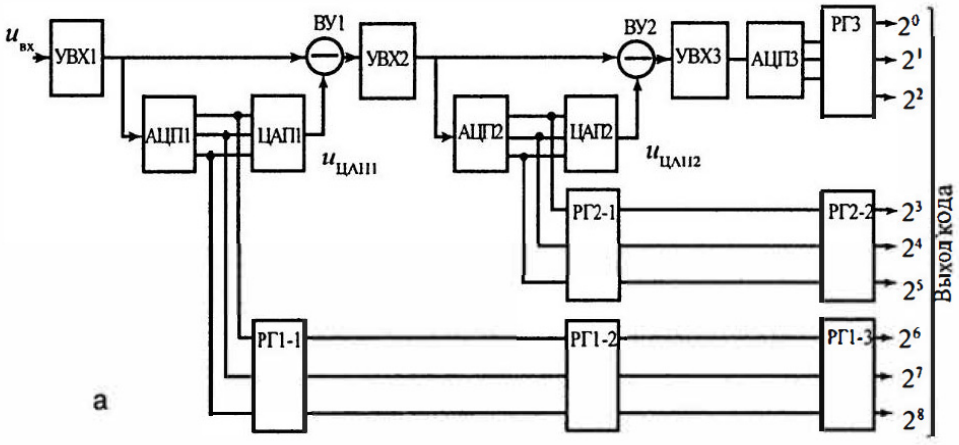


Рис. 3. Функциональная схема конвейерного АЦП

В следствии этого новое преобразование можно начать сразу после освобождения первой ступени конвейера, не дожидаясь завершения всего преобразования. Поэтому конвейерные АЦП достигают высокой производительности преобразований (от единиц мегагерц до единиц гигагерц), но время преобразования при этом ограничивается, так как любой конвейер привносит запаздывание. Конвейерные АЦП применяются, где требуется высокое быстродействие оцифровки данных, в том числе в лабораторном контрольно-измерительном оборудовании (осциллографы, анализаторы спектра), диагностическом оборудовании, оцифровке видеосигналов, средствах связи, теле-

коммуникационных системах. Компания TI выпускает множество конвейерных АЦП с производительностью оцифровки от 1 до 550 МГц и разрешающей способностью от 8 до 16 бит [1, 3].

АЦП, оптимизированные для микроконтроллеров, ПЛИС (программируемая интегральная схема), ЦПУ. АЦП, встроенные в микросхемы, отличаются не самой высокой производительностью. Первоначально, когда в микросхему встраивался 12-битный АЦП, планировалось, что он будет работать как 8-битный для получения гарантированных значений эффективного количества бит (ENOB) или линейности. В настоящее время, если системе требуется преобразование с разрешением 12 бит и менее или всего несколько каналов преобразования, наиболее экономичным решением является микроконтроллер.

Процессорный модуль с ПЛИС или системой-на-кристалле может находиться на значительном удалении от аналогового входа, который вообще может размещаться на отдельной плате. Это может подвергнуть аналоговые сигналы сильному искажению при их цифровизации, что приведет к потере чувствительности, в таком случае встроенное в процессор или ПЛИС АЦП – не является рациональным выбором. В этом случае необходимо подобрать отдельный качественный АЦП. [2]

Ассортимент АЦП TI, выполненных по различным архитектурам, с различной конфигурацией, с заложенными в них идеями и подходами по достижению различного соотношения рабочих характеристик и функциональных возможностей, дает возможность подобрать идеальное изделие для использования в электронных системах промышленного назначения с учетом соответствия каждому конкретному набору требований. Главная фраза, о которой не стоит забывать в процессе выбора АЦП, – «это зависит от…». АЦП – это сложные микросхемы с множеством нюансов, требующие тщательного изучения технического описания и отладочных комплектов. В таблице приведены минимальные и максимальные параметры АЦП, доступных на рынке [1, 4].

Таблица

Стандартный диапазон характеристик АЦП

Тип АЦП/ Характеристики	Энергопотребление/скорость	Разрешение (бит)	Цена	Мощность
АЦП последовательного приближения (SAR)	Постоянный ток / 10 МГц	8–20	Малая/ Средняя	Самая малая в пересчете на кбит/с
Сигма-дельта АЦП	Постоянный ток / 20 МГц	16–32	Малая/ Средняя	Малая/ средняя
Конвейерный АЦП	Постоянный ток / 10 МГц до 5 (12,5) ГГц	8–16	Самая высокая	Самая высокая
АЦП, встроенный в МК/ПЛИС	Постоянный ток / 1 МГц	8–16	Самая малая	Малая/ средняя

1. КОМПЭЛ – производство : научно-методическая статья : сайт. – URL : https://www.compel.ru/lib/54435 gyr. html (дата обращения: 23.10.2021). – Текст : электронный.

2. КОМПЭЛ – производство : научно-методическая статья : сайт. – URL : https://www.compel.ru/lib/87061 (дата обращения: 23.10.2021). – Текст : электронный.

3. Никамин, В. А. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи : Справочник. – Санкт-Петербург : Корона принт ; Москва : Алекс-А, 2003. – 224 с.

4. Коломбет, Е. А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов / Е. А. Коломбет. – Москва : Радио и связь, 1991. – 376 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КАТЕРА

Д.А. Григорьев
Научный руководитель ***А.В. Машкин****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время проблема добычи полезных ископаемых и растущие потребности в энергии требуют социальной и технологической революции, способной привести к новому, стабильному и прочному балансу между прогрессом и окружающей средой.

При использовании электроэнергии в настоящее время приходится решать ряд проблем, как достаточно традиционных, заключающихся в повышении энергоэффективности, так и возникших относительно недавно, например создание и использование возобновляемых источников электрической энергии.

Электрический катер, пользуясь преимуществом наличия электрической силовой цепи, может использовать уже имеющуюся инфраструктуру и внести свой вклад в решение нынешних транспортных проблем в некоторых городах. Наблюдается растущая тенденция к использованию этого вида транспорта в городской и туристической среде.

Принцип работы силовой установки заключаются в следующем: источник энергии (набор аккумуляторов) запитывает преобразователь тока, подключенный к двигателю и турбине [1]. Кроме того, необходимо охарактеризовать силы, приложенные к судну, чтобы получить математическую модель этой системы. Один из подходов к анализу характеристик (автономность, скорость и т.д.) и динамического поведения судна с электроприводом – получение математического описания блоков системы [2], представленных на рисунке 1.

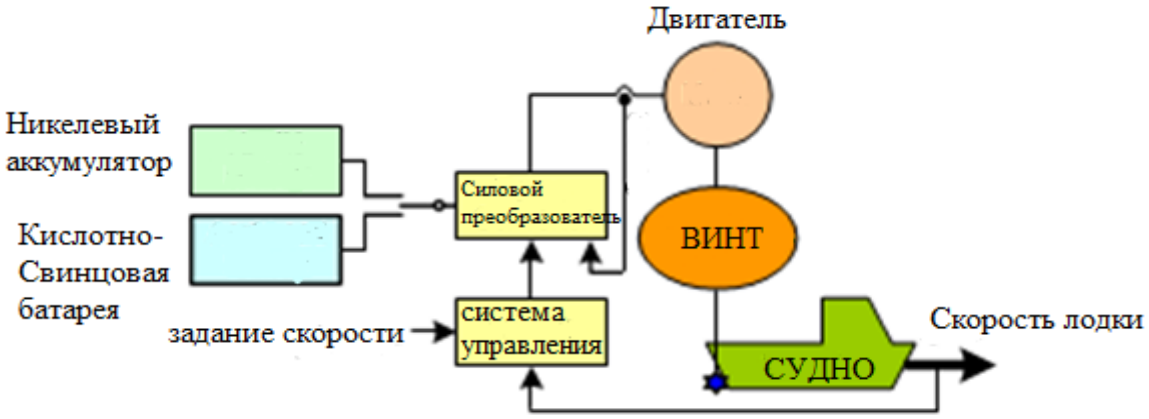


Рис.1. Основные блоки системы

Задача данной работы заключается в том, чтобы найти подходящую модель судна среди большого числа доступных моделей. Используется гибридный подход, объединяющий алгебраическую модель с эмпирической моделью. Предполагая, что судно может быть представлено набором сил сопротивления, общее прямое сопротивление (R_T) складывается из трех продольных составляющих:

- сопротивление от вязкого трения воды (R_{Vskin});
- волновое (остаточное) сопротивление (R_W);
- воздушное сопротивление (R_{Vair}).

Тогда:

$$R_T = R_{Vskin} + R_W + R_{Vair}. \quad (1)$$

Большинство малых и средних надводных транспортных средств приводится в движение электродвигателями, приводящими в движение гребные винты, установленные в воздуховодах. Обычно гребной винт монтируется в воздуховоде или кожухе, что увеличивает статический и динамический КПД двигателей. Вывод динамической гидродинамической модели с сосредоточенными параметрами для гребных винтов, работающих в несжимаемой жидкости, дает следующее уравнение для создаваемой тяги:

$$T_{inst} = k_1 * A + k_2 * vp^2, \quad (2)$$

где k1 и k2 – это какие-то эмпирические параметры, зависящие от размеров гребного винта, потока жидкости и плотности жидкости; vp – осевая скорость жидкости.

Механическое движение электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения, используемом на катере может представлена следующим уравнением:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{k_f i_f i_a - T_L}{J} - \frac{f}{J}\omega, \quad (3)$$

где ω – угловая скорость; J – приведенный к валу двигателя момент инерции; f – частота тока.

Одна из проблем, связанных с двигателем, которую приходится решать при управлении судном, заключается в обеспечении адекватных динамических характеристик и контроля скорости лодки от нуля до максимальной скорости. На основе уравнения (3) предполагается, что механическая часть системы описывается одномассовой моделью, т.е. не учитываются зазоры и упругость в механических передачах и ток возбуждения остается постоянным.

Электроприводы постоянного тока все еще используются в промышленности для регулирования скорости, благодаря достигаемому с их помощью достаточно широкому диапазону регулирования и простоте регулирования их скорости. Одним из широко используемых методов управления двигателем постоянного тока с независимым возбуждением является интегральное управление с обратной связью, при котором скорость регулируется путем изменения напряжения подаваемого на якорь. Блок-схема рассматриваемой модели системы электрической лодки представлена на рисунке 2.

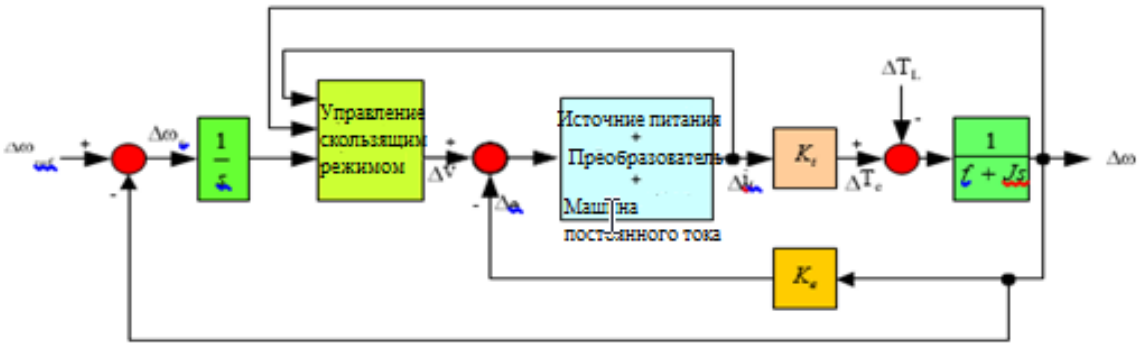


Рис. 2. Типовая блок-схема системы с регулировкой скорости

Управляющий сигнал u состоит из двух независимых функций: функции управления с линейной обратной связью по состоянию ul (x) и функции управления единичным вектором uv (x):

$$u = \Delta v = u_l(x) + u_v(x). \quad (4)$$

Функция u_l должна приводить траекторию состояния системы к требуемой рабочей точке, а функция управления u_v динамически переключается, чтобы заставить систему выполнить опорную траекторию. Величина функции управления переключением u_v должна быть относительно небольшой, что является отличительным признаком скользящего режима при управлении электрическим двигателем [3].

Чтобы проиллюстрировать приведенный выше принцип, примененный к электрической лодке, модели, описанные ранее, были смоделированы с использованием Matlab.

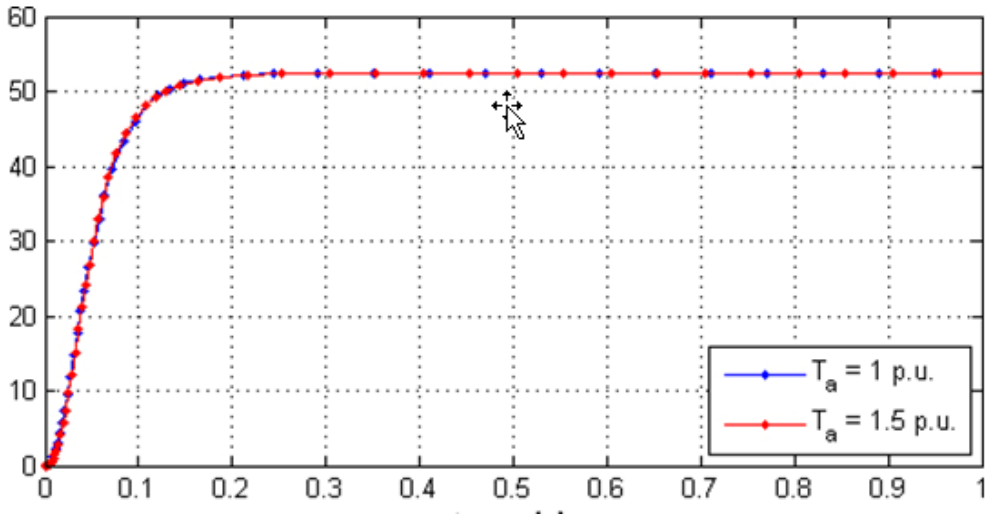


Рис. 3. Моделирование в Matlab

По рисунку 3 можно сделать вывод о том, что поученный переходный процесс нечувствителен к возмущениям крутящего момента, поскольку скорость двигателя регулируется адекватно и точно.

1. Бурков, А. Ф. Судовые электроприводы [Текст] : учебное пособие для вузов / Бурков, А. Ф. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Питер, 2021. – 372 с.

2. Машкин, А. В. Методика моделирования электроприводов с цифровыми системами управления / Машкин А. В., Федотовский С. Б. // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования. – Вологда : ВоГУ, 2020. – С. 206–212.

3. Александров, Е. В. Система векторного управления асинхронным двигателем с параметрической адаптацией / Е. В. Александров. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/skolzyaschie-rezhimy-v-zadachah-upravleniya-asinhronnym-dvigatelem/viewer (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО ПИТАНИЯ ДЛЯ УМНОЙ ТЕПЛИЦЫ

А.Д. Гришин
Научный руководитель ***М.М. Беззубцева****, д-р техн. наук, профессор*
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
г. Санкт-Петербург

В настоящее время развитие умных устройств и применение роботизированных комплексов все больше и больше набирает популярность. Практически каждое предприятие (в том числе малый и средний бизнес) стараются автоматизировать свое производство. Проводя исследование по применению передовых технологий в секторе агропромышленного комплекса (АПК), было установлено, что с 2016 года на территории России наиболее развивалось применение умных теплиц. Так их применение в период с 2016 по 2020 год увеличилось каждый год на 2000–2500 штук в частных хозяйствах и 1000–1250 в производстве АПК [1].

Актуальность исследований заключается в разработке управляющего модуля источника питания (УМИП), для обеспечения бесперебойной и автономной работы теплицы. При разработке УМИП ставилась цель по созданию автоматизированного комплекса управления основного источника питания умной теплицы, а задача состояла в расчете компонентов выходного фильтра источника питания, разработке модуля электромагнитной совместимости и модуля управления на базе микросхемы MICREL (MIC38HC), схема которого приведена рисунке ниже.

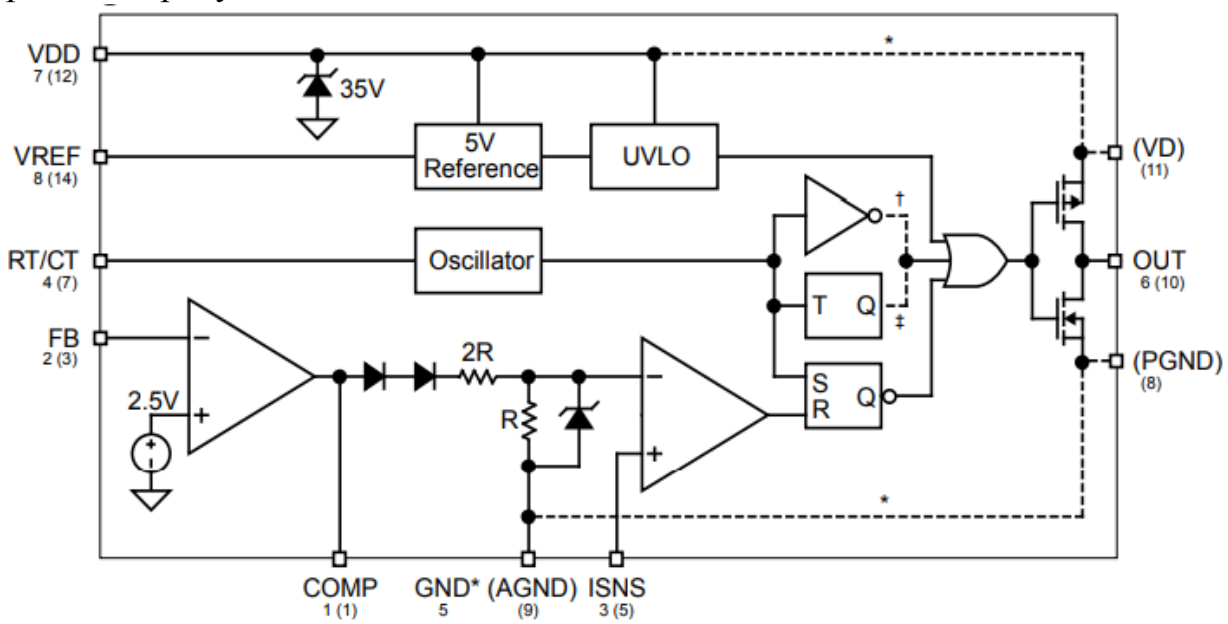


Рис. Структурная схема микросхемы модуля управления

Исходя из описательной части микросхемы, следует, что питание MIC38HC должно быть в диапазоне 7–12 В, что возможно обеспечить с применением двухканального модуля питания [2].

Следуя поставленной задаче, был разработан автоматизированный управляющий источник питания за счет использования двухканального источника, первый канал с выходным напряжением 24 В должен использоваться для питания датчиков умной теплицы, а второй канал напряжением 12 В – для питания автоматизированного комплекса управления.

Объектом исследования являлся процесс разработки и настройка рабочего преобразователя, класса DC/DC с широким диапазоном входного напряжения, его стабильная и устойчивая работа в различных точках нагрузки. А также возможность контроля и регулировки параметров напряжения, тока, скважности, пульсации при постоянной вырабатываемой мощности.

Научная новизна работы состояла из нескольких позиций: был использован новый способ стабилизации выходного напряжения двухканального модуля питания за счет применения в топологии модуля снабберной цепи и установкой прецизионных токозадающих резисторов; применение гальванической развязки между первичной и вторичной цепью управления в источнике питания; снижение параметров шумовых помех, за счет применения современного метода экранизации помех, за счет немецких технологий [3].

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности применение данных технологий в роботизированных комплексах АПК для минимизации и управления сложных структур управления умных теплиц.

По окончании исследований, после проведений расчетов и разработки топологии печатной платы преобразователя, было разработано универсальное устройство автоматического управления в едином корпусе с фильтром подавления шумовых помех. При проведении лабораторных испытаний на макетном образце модуля были получены данные по параметрам выходных помех пульсации на выходных каналах и значения изменения выходных параметров при различных максимальных токах нагрузки, параметры КПД (табл.).

Таблица

Данные и значения, полученные при испытании

Параметр	Расчетные значение	Лабораторные значения	Норма
Выходное напряжение	12,0 В	12,15 В	11,8–12,2 В
Максимально допустимый пиковый ток	1,2 А	1,15 А	1,1–1,3 А
Скважность	58 %	52 %	50–60 %
Пульсации	200 мВ	150 мВ	120–280 мВ
Частота	120 кГц	116 кГц	115–125 кГц
КПД	85 %	87 %	85–90 %

Результаты работы были апробированы на международных и кафедральных конференциях, а также на кафедральных макетах умной теплицы.

В ходе проделанной работы были рассмотрены вопросы разработки и проектирования импульсных источников питания класса DC/DC-преобразователей. Были изучены и рассчитаны параметры стабилизации выходного напряжения, шумовых помех и электромагнитной совместимости.

Внедрение в топологию ИИП планарного трансформатора позволит интенсифицировать отрасль производства ИИП, повысить КПД модуля, а также сократить потери на выходных параметрах и их погрешность отклонения. Особое внимание было уделено схемотехническим решения по подключению трансформатора и реализации трассировки питания на схему управления, которое позволило увеличить уровень качества и скорости передачи сигналов.

Предлагаемый способ расчета токозадающей цепи позволяет выдавать стабильное напряжение на выходе, что дает возможность использования импульсных источников питания в АПК, тем самым открывая дополнительную нишу реализации товаров.

Использование DC/DC-преобразователей в АПК позволяет стабилизировать работу там, где уровень сети слишком слаб для обеспечения стабильной работы, предоставив все питающее управление модулям вторичного электропитания, реализуются проекты с минимальными первоначальными вложениями, так как уровень брака продукции и выхода из строя аппаратуры сравнительно снижается при применение данных модулей.

Электромагнитная совместимость данных модулей позволяет их использовать в любой среде, а также там, где требуются минимальные шумы, помехи и излучения.

1. Ketan Shringarpure, Siming Pan, Jingook Kim, James L Drewniak, IEEE Trans Electromagn Compat., 58, 849–858, (2016). doi:10.1109/TEMC.2016.2535459

2. Rogerio Luiz da Silva, Telles Brunelli Lazzarin, Ivo Barbi, IEEE Trans Ind Electron., 65, 8422-8432, (2018). doi:10.1109/TIE.2018.2808900

3. Muhammad Zubair, Changwoo Yoon, Hyunyoung Kim, Jisu Kim, Jinsul Kim. Smart Wearable Band for Stress Detection, In: 2015 5th International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS). IEEE; 2015:1-4. doi:10.1109/ICITCS.2015.7293017

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БАБАЕВО-ЧАГОДОЩЕНСКОГО ЭНЕРГОРАЙОНА

И.Ю. Кусков
Научный руководитель ***Н.Д. Поздеев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Современные тенденции развития электроэнергетической отрасли показывают, что количество потребителей электрической энергии неустанно растет. Так, по статистическим данным видно, что за 9 месяцев 2021 года в целом по России количество потребленной электрической энергии составило 804,7 млрд кВт·ч, что на 5,5 % процентов больше, чем за такой же период период 2020 года (без учета потребления 29 февраля високосного 2020 года – больше на 5,9 %) [1].

Потребители электрической энергии предъявляют высокие требования к качеству электроэнергии и надежности электроснабжения для исключения снижения эксплуатационных свойств электрооборудования и выходу его из строя, что приведет к увеличению потерь электрической энергии.

При исследовании режимов работы Бабаево-Чагодощенского энергорайона были выявлены недостатки системы, которые влияют на качество электроэнергии и надежность электроснабжения.

Структурная схема Бабаево-Чагодощенского энергорайона (БЧЭ) представлена на рисунке 1.

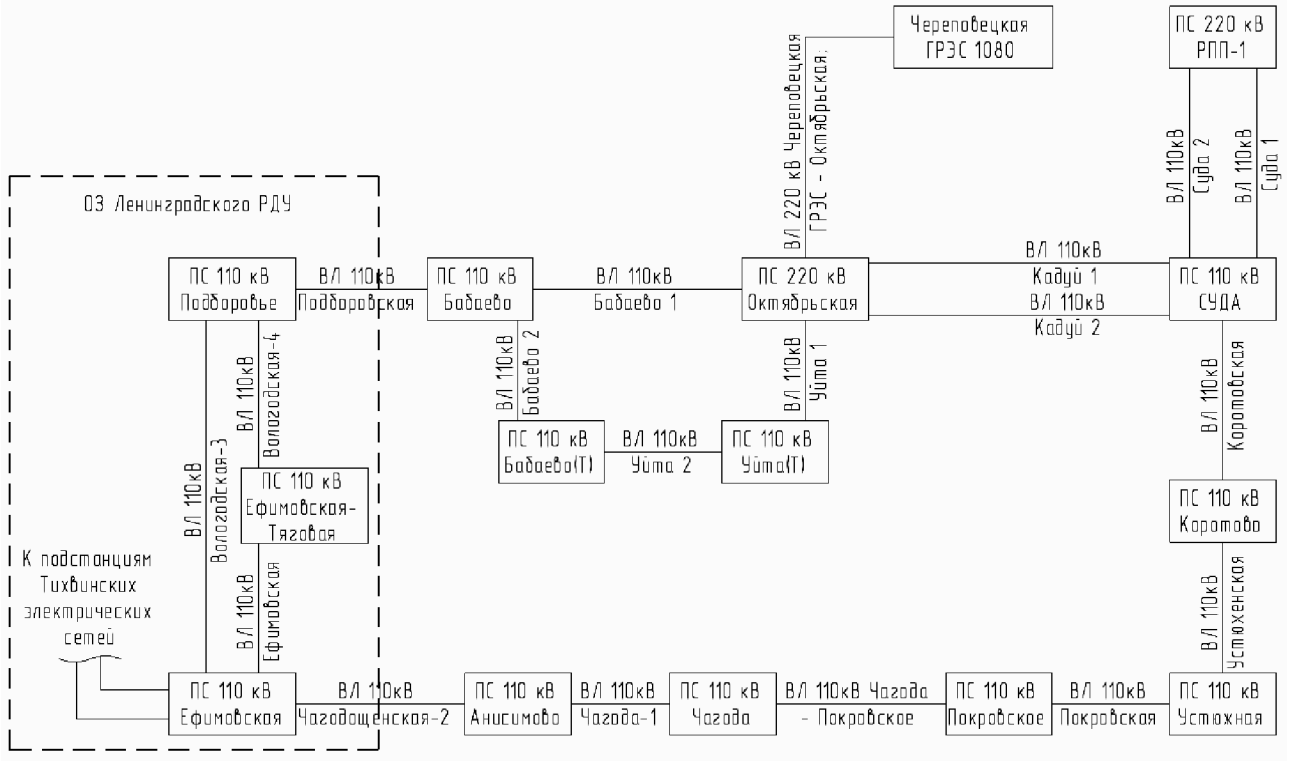


Рис. 1. Структурная схема Бабаево-Чагодощенского энергорайона

В связи со значительной разницей уровней напряжения в сети по классу напряжения 110 кВ, а также разницей между углами векторов цепей напряжения, который составляет 35–40 градусов, объединение транзита (параллельная работа) между ПО ТхЭС (Тихвинские электрические сети) и ПО ЧЭС (Череповецкие электрические сети) возможно только:

• на период выполнения оперативных переключений, связанных с необходимостью создания ремонтных режимов;

• в случае аварийных режимов (выполнения аварийно-восстановительных работ) системного характера (например, аварийное отключение обеих ВЛ-220 кВ «ГРЭС-1», «ГРЭС-2»).

Дополнительно необходимо учитывать, что объединение транзита между ПО ТхЭС и ПО ЧЭС по классам напряжения 35 кВ и ниже недопустимо.

В связи с вышесказанным, по нормальной схеме сети класса напряжения 110 кВ часть Череповецкого и Чагодощенского РЭС, а также полностью Устюженский и Бабаевский РЭС осуществляют свое электроснабжение со стороны ПО ЧЭС в «тупиковом» режиме. При этом по Бабаевскому РЭС в связи с отсутствием противоаварийной автоматики между ЧГРЭС и сетью по классу напряжения 110 кВ ПО ЧЭС, работа АТ-1 ПС «Октябрьская» в режиме 220/110/10 ведется только на основании оперативных заявок со стороны ОДС ПО ЧЭС. В случае отказа со стороны Вологодского РДУ в реализации указанной заявки, СМВ-110 на ПС «Бабаево Тяговая» из-за большой несимметрии, вызванной работой железной дороги, будет отключен, и «тупиковый» режим работы Бабаевского РЭС, а также части ПС «Бабаево Тяговая» будет осуществляться только по ВЛ-110 кВ «Бабаево-1». При этом ее аварийное отключение приведет к полному погашению всех потребителей, котельных, учреждений здравоохранения и образования.

Аварийное отключение ВЛ-110 кВ «Коротовская» или ВЛ-110 кВ «Устюженская» при нормальной схеме сети класса напряжения 110 кВ приведет к полному погашению всех потребителей, котельных, школ, учреждений здравоохранения и образования, а также предприятияй I категории с непрерывным циклом производства. Возможны ситуации, связанные с ремонтными схемами сети по классам напряжения 110–220 кВ в Тихвинских электрических сетях, при которых ТхЭС не могут взять всю нагрузку в полном объеме или даже часть нагрузки в особо тяжелых ситуациях.

Неоднократно возникали ситуации с погашением потребителей при ремонтных режимах как при электроснабжении потребителей ПО ЧЭС со стороны ПО ТхЭС, так и наоборот (аварийное отключение одной из ВЛ-110 кВ транзита при выведенной в ремонт другой ВЛ-110 кВ этого транзита).

Поэтому предлагается модернизировать электроэнергетическую систему БЧЭ путем внедрения ЛЭП-110 кВ «Чагода – Бабаево».

Структурная схема Бабаево-Чагодощенского энергорайона после модернизации представлена на рисунке 2.

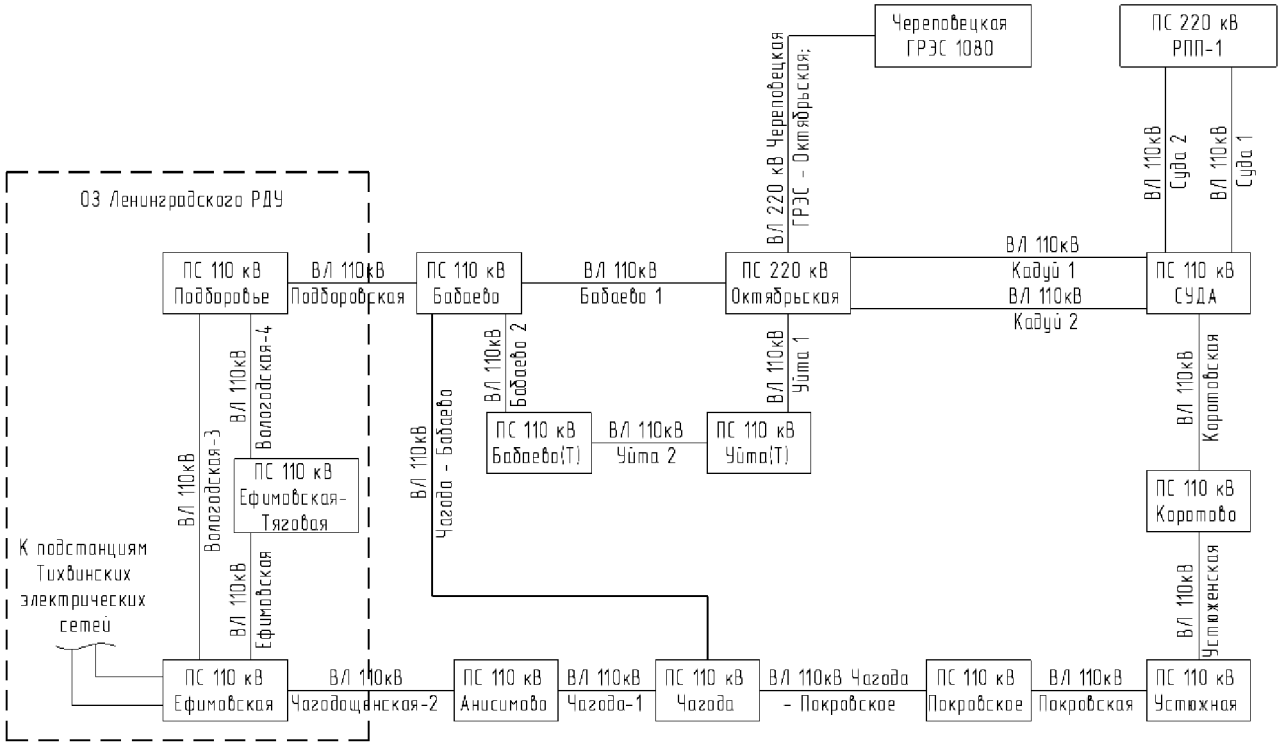


Рис. 2. Структурная схема Бабаево-Чагодощенского энергорайона после модернизации

Строительство ЛЭП-110 кВ «Чагода – Бабаево» позволит:

1) закольцевать электроэнергетическую систему по территории ЧЭС;

2) повысить надежность и качество электроснабжения юго-западных районов Вологодской области;

3) снизить потери электрической энергии за счет оптимизации потоков активной и реактивной энергии.

1. Системный оператор единой энергетической системы : сайт. – URL: https://www.so-ups.ru/news/press-release/press-release-view/news/16866/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

2. Российская государственная библиотека rsl.ru : сайт. – URL: https://www.rsl.ru/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

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

4. Киреева, Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебник для реализации основной образовательной программы среднего профессионального образования по специальности “Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем” / Э. А. Киреева, С. А. Цырук. – 7-е изд., стер. – Москва : Академия, 2020. – 318 с.

РАЗРАБОТКА SCADA-СИСТЕМЫ ДЛЯ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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

На сегодняшний день высокоэффективные автоматизированные системы входят в состав промышленного сектора энергетики. Обеспечение бесперебойного промышленного производства энергии (как электрической, так и тепловой) требует наличия надежных и высокоэффективных систем управления. Возникновение разнообразных ошибок в таких системах может быть обусловлено как человеческим фактором при ручном управлении, например неправильное снятие показаний с контрольно-измерительной аппаратуры, так и отсутствием реализации некоторых функций у микроконтроллера или программируемого логического контроллера (ПЛК), используемого в системе управления. Для устранения или по крайней мере минимизации количества таких ошибок применяются SCADA-системы, которые используются для мониторинга и контроля процессов и оборудования в таких отраслях, как водоснабжение, газоснабжение, энергетика и др.

В данной работе рассматривается внедрение SCADA-системы в котельное оборудование. Для того чтобы минимизировать ошибки, связанные с человеком, требуется внедрить систему, которая будет собирать необработанные данные, затем обрабатывать, визуализировать и архивировать в том виде, который можно проверить и сравнить со стандартными значениями. Контролировать нужно такие параметры, как уровни воды в баках, давление, поток воздуха и пара, температуру.

В состав SCADA-системы входит программируемый логический контроллер или интеллектуальная система модулей, которая пришла на смену релейной логике. Суть ПЛК заключается в приеме сигналов с датчиков с последовательным сохранением во внутренней памяти – это называется входное изображение процесса. Пользовательская программа прочитает и преобразует входное в выходное изображение процесса. В конце цикла сигнал идет на повторение опроса датчиков.

Драйвер ввода-вывода примет выходное изображение и сохранит в базе данных – это называется образ драйвера. Этот образ доступен в базе данных SCADA для графического просмотра в диспетчерской.

Алгоритм работы ПЛК изображен на рисунке 1.

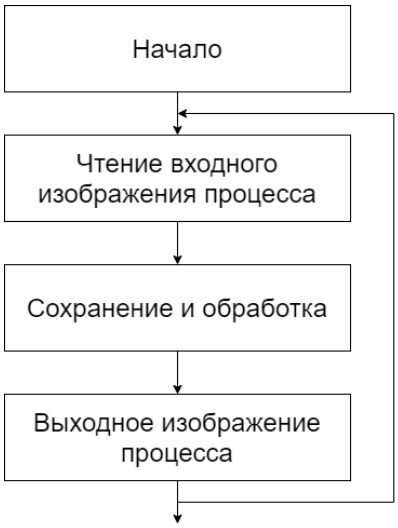


Рис. 1. Алгоритм работы ПЛК

В состав SCADA-системы котельного оборудования также будут входить такие компоненты, как OPC-сервер, удаленная телеметрия, центральная мастер-система, удаленный терминал (RTU) и полевые приборы.

Будем использовать ПЛК модели S7-200 фирмы Siemens, который не имеет в составе интерфейса для человека. Программирование, диагностика и обслуживание происходит через программатор с помощью персонального компьютера с установленным программным обеспечением и специальным интерфейсом.

OLE for Process Control или просто OPC – важная технологическая часть системы, с ее помощью обеспечивается связь с контроллерами и приложениями в SCADA-системах. В качестве каналов связи обычно выступают протоколы Profibus и Modbus.

RTU – это небольшое вычислительное устройство, обеспечивающее разведку в полевых условиях, и производящее обмен данным между полевыми приборами и центральным мастером SCADA.

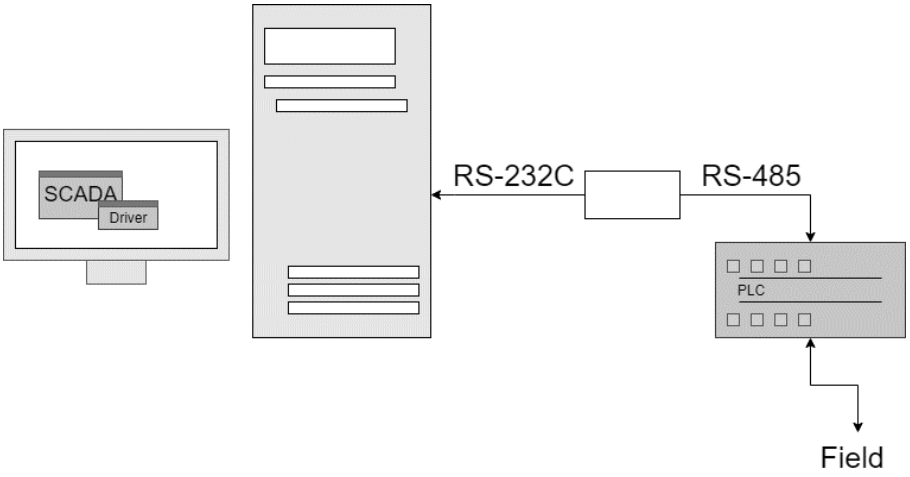


Рис. 2. Элементы ПЛК и SCADA

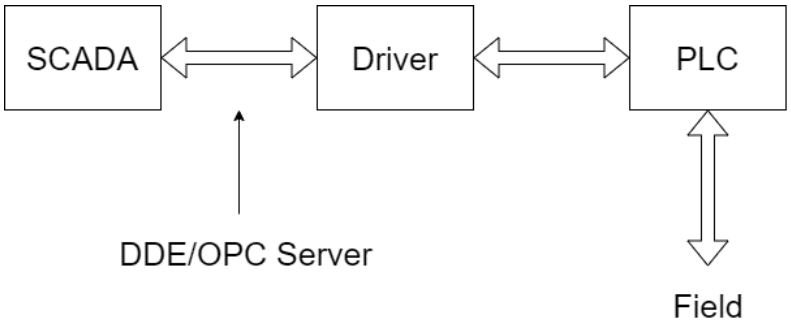


Рис. 3. Интерфейс ПЛК и SCADA

Пакетная обработка, сбор данных, непрерывны контроль и статистический процесс управления будет обеспечивать программное обеспечение FIX32.

Алгоритм работы котельной установки изображен на рисунке 4.

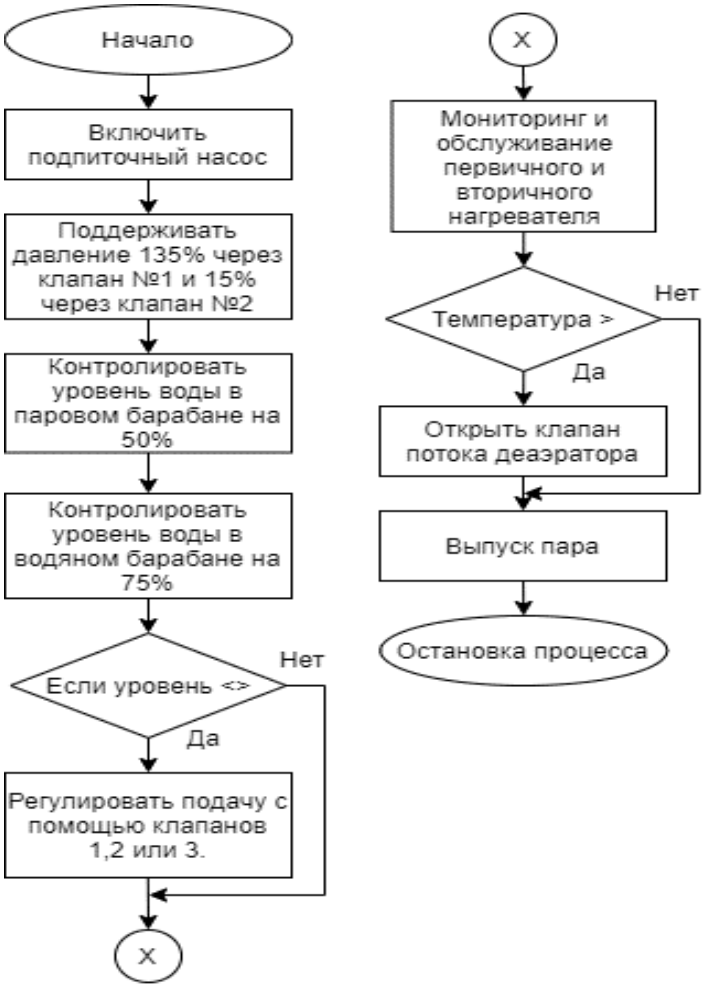


Рис. 4. Алгоритм работы котельной установки

Опишем процесс работы котла. Очищенная вода хранится в баке деаэратора. При включении насоса вода из бака двигается по двум параллельным трубам, давление в одной из них на уровне 130 %, а в другой – 15 %. Исходя из этого, если одна из труб выйдет из строя, это никак не окажет влияния на рабо-

ту котла. С помощью экономайзера тепло уходящих газов снижается, передается обратно воде. Потом нагретая вода пропускается через паровой и водяной барабан. Паровой барабан должен быть заполнен на 50 %, за этим следит датчик. Когда уровень воды ниже или выше, датчик отправляет управляющий сигнал на клапаны 1 или 2, тем самым барабан будет всегда на половину заполнен. Вода в водяном барабане держится на уровне 75 %, вследствие чего из-за разницы температур образуется большое количество пара. Температура генерируемого пара в зависимости от желания может быть выше или ниже. Если температура воды выше желаемой, то управляющий сигнал отправляется на регулирующий клапан 3, тем самым подмешивая воду более низкой температуры из деаэратора. Если температура воды ниже желаемой, то управляющий сигнал отправится на клапан расхода топлива. Если температура воды на выходе равна желаемой, то управляющее воздействие не потребуется.

Мнемосхема работы котельной установки изображена на рисунке 5.

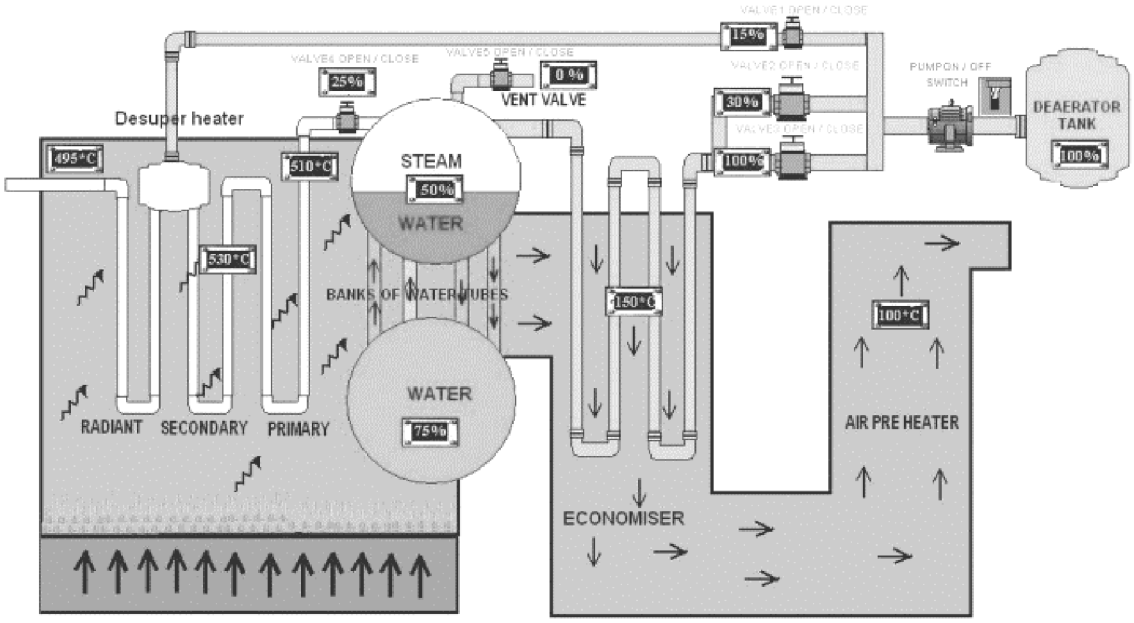


Рис. 5. Мнемосхема работы котельной установки

1. Елизаров, И. А. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы [Текст] : учебное пособие / Елизаров И. А., Третьяков А. А., Пчелинцев А. Н. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – 160 с.

2. Музипов, Х. Н. Интегрированные системы проектирования и управления. SCADA [Текст] : учебное пособие / Музипов Х. Н., Кузяков О. Н., Хохрин С. А. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 408 с.

3. Машкин, А. В. Расчет параметров цифровых регуляторов для систем электропривода [Текст] : учебное пособие / Машкин А. В., Федотовский С. Б. – Вологда : ВоГУ, 2021. – 181 с.

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

С.В. Мартыненко
Научный руководитель ***А.Е. Немировский****, д-р. техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Эффективность и бесперебойность работы технологических предприятий во многом зависят от качественной работы электрических двигателей. Однако они, как и все элементы системы производства, изнашиваются и требуют восстановления, а также очистку от производственных загрязнений. Каждый отказ электродвигателя, независимо от сектора и отрасли, влечет за собой финансовые и технологические последствия. Для предотвращения появления неисправностей следует проводить обслуживание и плановые ремонты электрооборудования согласно утвержденному графику на производстве силами ремонтного и оперативно-ремонтного персонала.

На практике подтверждено, что производственные загрязнения изоляции и узлов электрических двигателей, возникающих в процессе эксплуатации, устраняют устаревшими традиционными методами. Короткозамкнутый ротор, подшипниковые щиты, крышки подшипников, кожух и станину очищают от пыли, грязи, ржавчины, производственных отложений металлической щеткой и продувают сжатым воздухом. Следы масла, смазку с подшипниковых щитов и крышек подшипников удаляют обтирочной ветошью, смоченной в керосине. Очистка проводится химически активными, горючими материалами, а также с использованием инструментов, которые зачастую повреждают детали и узлы электрических машин, что вызывает определенные проблемы и низкое качество проведенной работы [1].

Для устранения недостатков, свойственных традиционному методу, и модернизации цикла очистки, способной снизить вероятность возникновения дорогостоящего простоя, рассматривается разработка современного способа удаления загрязнений с изоляции и узлов электрического двигателя с использованием ультразвуковых технологий. В основе предложенного метода лежит эффект кавитации. Акустическое течение и звуковое давление кавитации возникает благодаря превращению преобразователем электрического тока в механические колебания [2]. При этом происходит разрушение технологических загрязнений, покрывающих систему изоляции, уменьшаются поверхностные токи утечки, тангенс угла диэлектрических потерь и повышается электрическая прочность изоляции. Научные аспекты и теория ультразвуковой кавитации при различных условиях, плотностях технологических сред, интенсивности ультразвука и его частоты позволяют выявить и разработать путем экспе-

риментальных исследований оптимальные характеристики и параметры ультразвуковых явлений, способных решить задачу качественной и безопасной очистки изоляции, конструктива и отдельных узлов электрического двигателя.

Для этого целесообразно получить математическую модель процесса очистки изоляции путем использования теории статистически спланированного эксперимента, связывающего параметр оптимизации с факторами. Математическая модель позволит спланировать эксперимент, его проведение и обработку результатов. Изложенное позволяет считать тему исследования актуальной.

Для успешного применения на практике данного способа необходимо путем экспериментальных исследований разработать оптимальные характеристики и параметры ультразвуковых явлений, способных решить задачу качественной и безопасной очистки изоляции и отдельных узлов электрического двигателя. Для этого целесообразно получить математическую модель процесса очистки изоляции путем использования теории статистически спланированного эксперимента.

Главной целью работы является повышение эффективности и модернизация цикла удаления загрязнений с изоляции и узлов электрического двигателя различного класса напряжения с использованием ультразвуковых технологий, полученных путем использования теории статистически спланированного эксперимента.

Объектом исследования выступает электрический двигатель. Предмет исследования – технологический процесс ультразвуковой поверхностной очистки деталей, узлов, изоляции электрического двигателя, закономерности разрушения и удаления отложений и загрязнений в результате эффекта ультразвуковой кавитации.

В качестве основополагающего метода исследования применяется статистически спланированный эксперимент для выявления оптимальных параметров. Моделирование процесса выполняется в автоматизированной программной среде Mathcad 15.

Задачи исследования:

1. Нахождение и обоснование оптимальной схемы и закономерностей процесса ультразвукового удаления загрязнений с изоляции и узлов электрического двигателя.

2. Оценка частот колебаний и выявление распределения пучностей деформаций и звукового давления на основе математического моделирования.

3. Разработка технологии комбинированной ультразвуковой очистки, обеспечивающей эффективное воздействие на удаление технологических загрязнений узлов и деталей электрического двигателя.

4. Разработка технических и коммерческих предложений по созданию специальной автоматизированной установки, частотной ультразвуковой по-

верхностной очистки внутренних полостей, узлов, каналов, изоляции электрического двигателя.

Научная новизна исследования: теоретически и экспериментальное обоснование современного способа ультразвуковой поверхностной очистки труднодоступных полостей, каналов, изоляции, узлов электрического двигателя путем выявления оптимальных параметров возбуждения ультразвуковых колебаний на частотах, обеспечивающих формирование максимальных волновых деформаций.

Стоит отметить, что благодаря научным аспектам, практике и ранее выполненным и обоснованным экспериментам ученых и деятелей науки выявлена зависимость эффективности удаления технологических загрязнений от времени при различных вариациях обработки персоналом металлических деталей и узлов (рис.) [3].

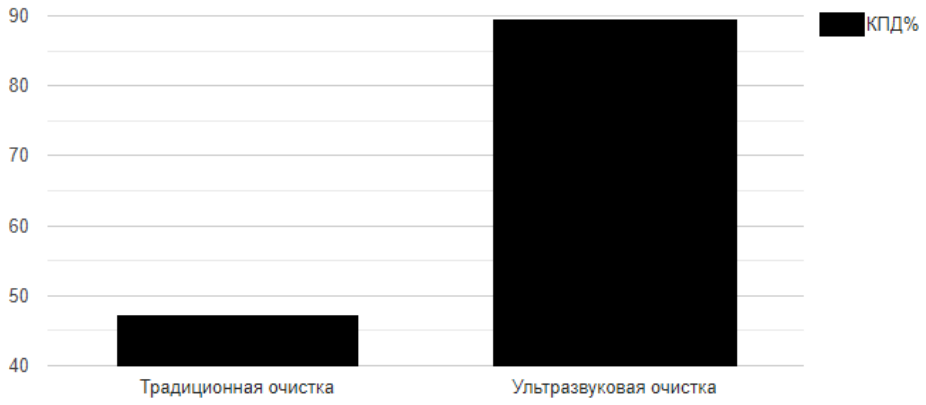


Рис. Сравнительная диаграмма зависимости эффективности удаления технологических загрязнений от времени при различных вариациях обработки

1. Инженерные решения : официальный сайт. – Арзамас. – URL: http://engineering-solutions/ (дата обращения: 25.10.2021). – Текст : электронный.

2. Акустические контрольные системы : официальный сайт. – Москва. – URL: https://acsys.ru/ (дата обращения: 25.10.2021). – Текст : электронный.

3. Патент № 2018115276 Российская федерация, МПК B08B 3/12 (2006.01). Способ деполимеризации системы изоляции электродвигателей ультразвуковым излучением : № 2018115276 : заявл. 25.04.2018 : опубл. 28.10.2019 / Немировский А.Е., Кашин А.И. – 7 с. – Текст : непосредственный.

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНОГО ВРЕМЕНИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

В.С. Молчанов
Научный руководитель ***Н.Д. Поздеев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Система обеспечения единого времени (СОЕВ) – это система, обеспечивающая единство и синхронизацию времени всех интеллектуальных устройств, входящих в состав автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) [1].

Точность синхронизации во многом будет влиять на совместную и согласованную работу устройств. Различие внутренних часов интеллектуальных устройств отразится на синхронизации коммерческих и технических отчетов, используемых для анализа осциллограмм аварийных процессов, так как необходимо, чтобы одно событие точно было привязано к другому.

Система организации единого времени должна соответствовать классу синхронизации Т1, с временем синхронизации не хуже 1 мс [2].

Наиболее распространенными протоколами синхронизации времени, используемыми на подстанциях всех уровней напряжения, являются:

a) NTP – протокол сетевого времени в сети Интернет;

b) SNTP – простой протокол сетевого времени, созданный на основе протокола NTP;

c) 1PPS – один импульс в секунду точного времени без информации о дате и времени;

d) IRIG-B – импульсная синхронизация с информацией о дате и времени;

e) PTP – протокол точного времени.

Сравнительная таблица протоколов СОЕВ представлена в таблице.

Таблица

Протоколы СОЕВ

Протокол	Точность синхронизации	Сеть	Особенности
IRIG-B	1–2 мс	Выделенная линия (витая пара или оптический кабель)	Низкая пропускная способность
NTP	1–10 мс	Интернет	Множество серверов времени
SNTP	1 мс	Локальная	Один сервер времени
PTP	<1 мкс	Локальная	Высокая точность синхронизации
1PPS	<1 мкс	Выделенная линия (витая пара или оптический кабель)	Не содержит меток времени

Рассмотрев сравнительную таблицу, можно сделать вывод, что протокол PTP является лучшим выбором при создании СОЕВ, так как он обеспечивает максимальную точность синхронизации и не требует выделенных линий для связи с конечными устройствами. Синхронизация времени устройств, не поддерживающих протокол PTP, может также осуществляться по SNTP протоколу, но с меньшей точностью в 1 мс. Протокол 1PPS чаще всего применяется совместно с протоколом SNTP в случае, если на подстанции установлены цифровые трансформаторы тока и напряжения, так как для создания SV-потоков нужно иметь точность в 1 мкс. Протоколы NTP и IRIG-B также используются на подстанциях, но у первого хуже точность синхронизации, по сравнению с SNTP, а у второго есть ограничение в количестве подключаемых устройств, связанная с низкой пропускной способностью.

В качестве объекта, на котором необходимо создать СОЕВ, выберем распределительную трансформаторную подстанцию № 32 (РТП-32), находящуюся в городе Вологде. Структурная схема СОЕВ РТП-32 представлена на рисунке.

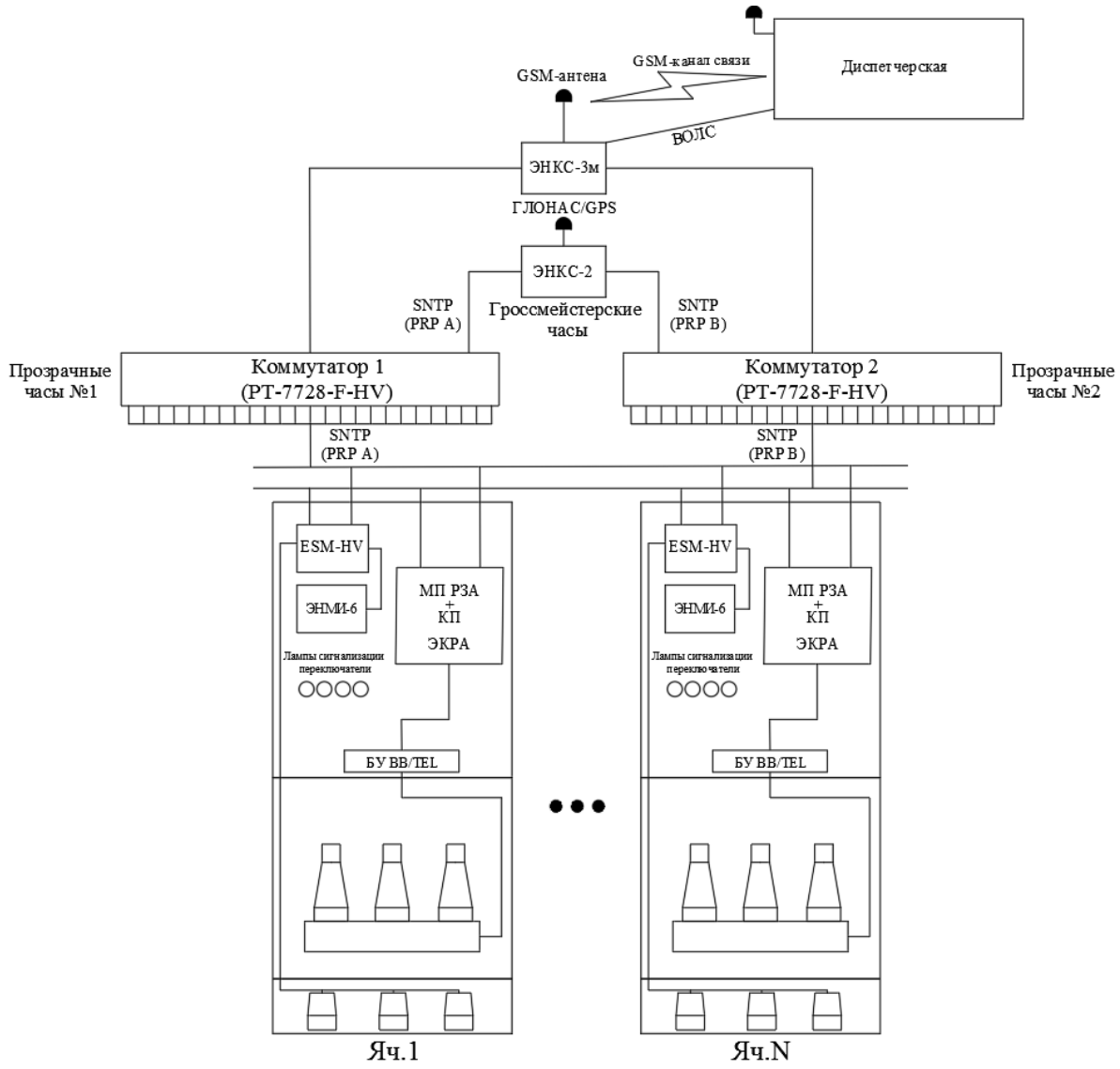


Рис. Структурная схема СОЕВ РТП-32

Протоколом синхронизации времени в РТП-32 был выбран SNTP по трем причинам:

1) достигается необходимая точность в 1 мс;

2) синхронизация времени осуществляется по локальной сети, а не по выделенной линии, что увеличило бы затраты на материалы и монтаж;

3) интеллектуальные устройства, установленные в ячейках 10 кВ, не поддерживают более «точный» по времени протокол PTP, обеспечивающий точность синхронизации в 1 мкс.

Из рисунка видно, что источником точного, астрономического времени на подстанции является блок ЭНКС-2, получающий сигналы синхронизации от приемника GPS/ГЛОНАСС. Блок ЭНКС-2 в структуре СОЕВ является гроссмейстерскими часами, по которому синхронизируется время во всей системе. Блок соединен по кабелю витая пара с коммутаторами, являющимися прозрачными часами, предоставляющими данные о времени и дате конечным устройствам, которым необходимо для своей правильной работы точное время. Такими устройствами в РТП-32 являются микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики с функцией контроллера ячейки, блоки управления выключателем и многофункциональные измерительные устройства.

Подключение блока ЭНКС-2 к обоим коммутатором обеспечит постоянную синхронизацию по астрономическому времени без потери сигнала для интеллектуальных устройств. В противном случае, при выходе из строя коммутатора, к которому подключен блок ЭНКС-2, точность измерения и присвоение меток времени будет отличаться, что может привести к неправильной работе терминала защиты.

При выходе из строя блока времени ЭНКС-2, в работу на время его ремонта включится резервный источник синхронизации, поступающий с диспетчерской по волоконно-оптической линии связи. Приемником такого сигнала служит устройство сбора данных ЭНКС-3м, также подключаемое к коммутаторам.

Создание СОЕВ на РТП-32 позволило организовать согласованную работу устройств, осуществить сбор и регистрацию данных в режиме реального времени и добиться присвоения меток времени с нужной точностью для подстанций с АСУ ТП.

1. Чичев, С. И. Методология проектирования цифровой подстанции в формате новых технологий : учебное пособие / С. И. Чичев, В. Ф. Калинин, Е. И. Глинкин. – Москва : Спектр, 2014. – 228 с.

2. СТО 56947007-29.240.10.256-2018. Стандарт организации. Технические требования к аппаратно-программным средствам и электротехническому оборудованию ЦПС : утверждено ПАО «ФСК ЕЭС» : введен 21.09.2018. – Москва : АО НТЦ ФСК ЕЭС, 2018. – 130 с.

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ В ПАРКЕ «КРЕМЛЕВСКИЙ САД» ГОРОДА ВОЛОГДЫ

Д.С. Молчанов
Научный руководитель ***А.М. Водовозов****, канд. техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

С развитием технологий в области программного проектирования и моделирования объектов, относящихся к электроэнергетической сфере и, в частности, к системе освещения, растет и спрос на их использование. Компании, занимающиеся проектированием освещения, постоянно должны прибегать к помощи различных по функциональности программ, связанных не только с произведением необходимых технических расчетов, но и возможностью показать на примере конечный выпускаемый ими продукт. Наиболее применяемым на сегодняшний день программным обеспечением в сфере освещения является DIALux [1].

DIALux проводит многочисленные светотехнические расчеты помогающие и облегчающие проектировщикам при составлении отчетов.

Использовать программу можно как для расчета внешнего освещения (парка, сквера, автодороги), так и внутреннего (помещений), применяя при этом обширную библиотеку компонентов, включающую: осветительные устройства, ландшафтные объекты, здания и другие сооружения.

Для придания изящества проекту, при его показе, в программе встроена функция создания видео.

В качестве объекта моделирования освещения будет выбран парк «Кремлевский сад», находящийся на территории города Вологды. В настоящий момент парк не оборудован системой освещения и нахождение в нем в ночное время может быть небезопасно для посетителей. И актуальность, состоящая в реализации освещения в парке, остается высокой.

Моделирование будем проводить с использованием светодиодного светильника компании «Световые технологии» PARK LED 70 4000К.

Данный светильник обладает следующими характеристиками:

1. Мощность – 70 Вт.
2. Тип установки – венчающийся.
3. Световой поток – 5400 лм.
4. Испускаемая цветовая температура – 4000 К.

В целях создания и поддержания нормируемых показателей по освещенности темное время суток необходимо правильно рассчитать величину, на которую будут установлены светильники.

Требуемое расстояние между выбранными светильниками можно определить по формуле (1) [2]:

$$L_c = \frac{Ф_{лампы} \cdot U_o \cdot N_{сумм}}{E_{го} \cdot К_з \cdot b_д}, \text{ м}, \quad (1)$$

где $Ф_{лампы}$ – световой поток лампы, лм;

U_o – коэффициент использования;

$N_{сумм}$ – общее число светильников на одной опоре, шт.;

$E_{го}$ – средняя горизонтальная освещенность, лк;

$К_з$ – коэффициент запаса;

$b_д$ – расстояние пешеходной дорожки, м.

Коэффициент использования при установке светильников вне освещаемой поверхности можно определить по формуле (2):

$$U_o = U'_{o2} - U''_{o1}, \quad (2)$$

где U'_{o2} – зависимость функции отношения ширины дорожки к высоте светильника;

U''_{o1} – зависимость функции отношения ширины тротуара к высоте светильника.

Высота светильника, а также зависимость отношения ширины дорожки и тротуара к высоте светильника определяются исходя из данных, представленных в [2].

Исходя из [2] принимаем высоту светодиодного светильника, при световом потоке лампы равном 5400 лм, и полуширокой кривой силы света, равном 7,5 м.

На практике минимальная высота установки светильника для парковых зон должна составлять не менее 3 м. Чаще всего берут значения от 4–8 метров, в зависимости от типа лампы и мощности светильника.

Все светильники следует располагать по односторонней схеме, так как ширина пешеходных дорожек не превышает 12 м.

По формуле (2) определим коэффициент использования:

$$U_o = f\left(\frac{b_{д2}}{h}\right) - f\left(\frac{b_{д1}}{h}\right) = 0{,}053 - 0{,}01 = 0{,}043.$$

Согласно ГОСТ Р 55706-2013, парковые зоны относятся к категории освещения В, с нормируемыми показателями по средней яркости покрытия 0,4 кд/м^2 и средней горизонтальной освещенностью не менее 10 лк [3].

Определим по формуле (1) расстояние между светильниками:

$$L_c = \frac{Ф_л \cdot U_e \cdot N}{E_{ср} \cdot К_{зап} \cdot b} = \frac{5400 \cdot 0{,}043 \cdot 1}{10 \cdot 1{,}6 \cdot 2{,}5} = 7{,}74 \text{ м} \approx 8 \text{ м}.$$

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что для поддержания требуемого уровня освещенности в парке необходимо устанавливать опоры с освещением на расстоянии в 8 м друг от друга.

Выбрав светильник и рассчитав требуемое расстояние между опорами светильников можно приступить к моделированию освещения в программе DIALux.

На рисунке 1 представлен внешний вид парка «Кремлевский сад» со всеми имеющимися на сегодняшний день пешеходными дорожками.

Рис. 1. Внешний вид парка

На рисунке 2 представлен внешний вид парка «Кремлевский сад» с включенным освещением.

Рис. 2. Внешний вид парка с включенным освещением

Для того чтобы понять какое значение освещенности, выраженное в люксах, получилось в ходе выполнения моделирования, воспользуемся функцией, показывающей фиктивные цвета. На рисунке 3 показаны значения освещенности в парке.

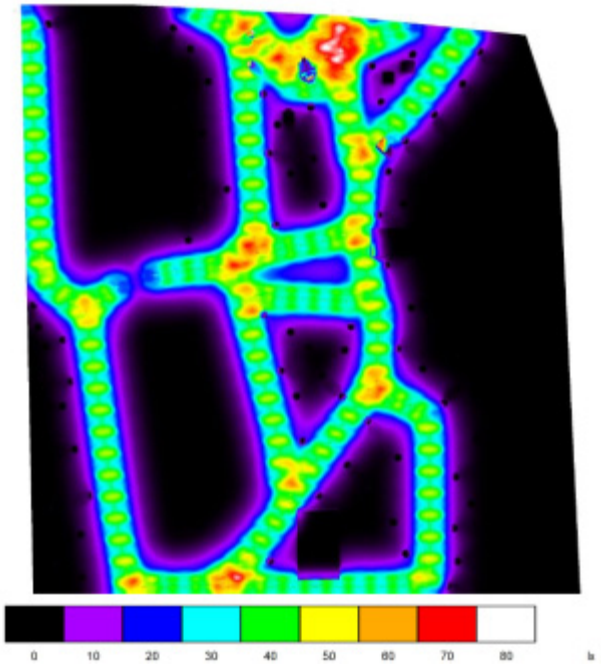


Рис. 3. Полученные значения освещенности в парке

Подводя итог в проведении моделирования освещения в парке, можно сделать вывод, что при использовании 114 штук светильников PARK LED 70 4000К на расстоянии между светильниками в 8 м будет обеспечиваться требуемая освещенность, в среднем по всему парку 40–50 лк, а значит повысится как внешний вид парка, так и его безопасность для посетителей при передвижении в темное время суток.

1. «Dialux – расчет и проектирование освещения» : официальный сайт. – Москва. – URL: https://www.dialux-help.ru/ (дата обращения 09.10.2021). – Текст : электронный.

2. Алюнов, А. Н. Электроснабжение осветительных установок : учебное пособие / А. Н. Алюнов, О. С. Вяткина, Н. Д. Поздеев // Вологда : ВоГУ. – 2018. – С. 71.

3. ГОСТ Р 55706-2013. Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы = Road Lighting. Classification and requirements : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен впервые : введен 2014-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 12 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

М.А. Наволочный
Научный руководитель ***О.С. Вяткина,*** *канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время экологические проблемы огромного масштаба и истощение топливно-энергетических ресурсов Земли вызывают во всем мире рост новой энергетики, которая основана на широком применении возобновляемых энергоресурсов: энергии солнца, ветровой энергии, потоков воды.

В качестве применения систем с возобновляемыми источниками энергии и местных видов топлива можно определить 6 основных целей:

1) уменьшение количества антропогенной нагрузки на окружающую среду и противодействие изменению климата при необходимости большего использования электроэнергии;

2) правильное использование и уменьшение количества использования уже имеющихся ресурсов ископаемого топлива в условиях окончательного истощения их запасов;

3) поддержка здоровья населения и уровня жизни с помощью уменьшения количества загрязнений, поступающих в окружающую среду от использования ископаемого топлива;

4) уменьшение расходов на распространение и перемещение электрической энергии и топлива, а также возникающих при этом потерь;

5) привлечение в топливно-энергетический баланс дополнительных возобновляемых ресурсов;

6) увеличение уровня энергетической безопасности и надежности энергоснабжения за счет увеличения количества децентрализованных источников энергии.

Рассматриваются системы гибридного электроснабжения, источниками электроэнергии в которых выступают как стандартные источники электроэнергии (дизель-генератор), так и возобновляемые источники электроэнергии (ветрогенераторы и солнечные батареи).

С помощью гибридной системы электроснабжения можно полностью компенсировать расходы на электроэнергию целого поселения.

Главным плюсом гибридных систем является то, что они могут быть подключены к центральной электросети, но также могут работать и автономно.

Самым перспективным решением создания гибридных энергетических комплексов для поселений является совмещение дизельной системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями [1].

Сочетание постоянного источника энергии (ДЭС) и непостоянного возобновляемого источника позволяет создать многофункциональные энергетические системы с хорошими технико-экономическими характеристиками, которые будут постоянно обеспечивать поселение электроэнергией.

Основная идея такого комплекса заключается в использовании двух источников энергии, каждый из которых будет замещать другой в определенные промежутки времени потребности электрической нагрузки, где дизельная генерация энергии будет замещаться возобновляемой и наоборот. Уменьшение времени работы дизель-генератора позволит обеспечить экономию дизельного топлива и увеличивает срок его эксплуатации [2].

Данная гибридная система электроснабжения этого типа представлена на рисунке.

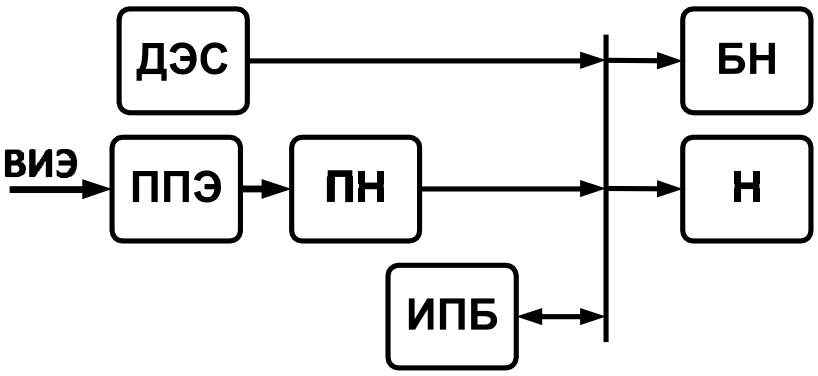


Рис. Гибридная энергетическая система с дублирующей ДЭС:
ДЭС – дизельная электростанция, ППЭ – преобразователь первичного энергоресурса,
ПН – преобразователь напряжения, ИПБ – источник бесперебойного питания,
Н – нагрузка, БН –балластная нагрузка

Представленная схема гибридного энергетического комплекса рассматривает в себе объединение нескольких различных источников энергии.

В зависимости от мощностей самой ДЭС и установок возобновляемых источников энергии в гибридном комплексе может быть рассмотрена раздельная работа этих источников или режим, при котором они будут параллельно работать на общую нагрузку в определенных ситуациях.

Во время того, когда потенциал возобновляемых источников будет высоким, ДЭС отключается. Производимая электроэнергия от ВИЭ демпфируется запасом энергии в аккумуляторах (ИПБ) различной емкости, что позволяет существенно уменьшить количество запусков дизель-генератора. В случае автономной системы рекомендуемый объем аккумуляторной батареи должен соответствовать не менее 10 часам заряда-разряда на максимальной мощности или при максимальной выработке электроэнергии, а их объем должен составлять не менее 50 киловатт-часов.

По условиям устойчивости системы электроснабжения, которые определяются отношением мощности ДЭС и фотоэлектростанции или ветроэлектро-

станций, мощность возобновляемой энергии данной системы не должна превышать 40–50 % мощности дизель-генератора [3].

Наиболее перспективными регионами для использования гибридных систем электроснабжения являются южные регионы России, а также Дальний Восток (Предкавказье, районы южного Урала и Алтайский край), побережья морей Северного и Тихого океана.

1. Роза, А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы / А. Роза. – Москва : МЭИ, 2010. – 704 с.

2. Лукутин, Б. В. Нетрадиционные способы производства электроэнергии : учебное пособие / Б. В. Лукутин, М. А. Сурков – Томск : ТПУ, 2011. – 193 с.

3. Германович, В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович. – Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2014. – 320 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

С.Е. Пекин

Научный руководитель ***С.Б. Федотовский****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном мире транспорт является неотъемлемой частью жизни общества, однако плохая организация дорожного движения – это главная проблема любого крупного города. Она влияет не только на удобство жителей, но и на экономику в целом, поскольку из-за больших пробок страдает как производительность труда, так и логистика. Однако это не главные проблемы, которые вызывают пробки, больший урон последние наносят по экологии и здоровью человека, экстренные службы не смогут вовремя приехать на место вызова из-за затора, а выделение вредных веществ пагубно влияет на окружающую среду [1].

Все эти проблемы не обошли стороной Вологду, в час-пик на таких крупных улицах, как Герцена, Мира, Ленинградская, Горького, Чернышевского, Пошехонское и Окружное шоссе, можно простоять в пробке от получаса до часа, в зависимости от времени года и ДТП.

Одним из способов решения данных проблем может стать грамотная, функциональная, а самое главное надежная организация дорожного движения, которая способна гибко подстроится под текущую обстановку на дорогах города и подобрать наиболее эффективный сценарий управления транспортной системой.

Главной целью разработки интеллектуальной системы организации дорожного движения в городе является создание системы мониторинга и управления транспортной системой в реальном времени для получения более качественных транспортных услуг во всех сферах общества, в том числе и здравоохранения, а также улучшению экологии.

Цели создания интеллектуальной системы организации дородного движения:

- повышение уровня безопасности участников дорожного движения, выбор наиболее эффективных решений с целью предотвращения ДТП;
- оптимизация условий движения транспортного потока для повышения пропускной способности дорог в городе и качества транспортного обслуживания всех пользователей;
- снижение воздействия вредных выбросов транспорта на экологию;
- повышение эффективности транспортной инфраструктуры;
- сокращение времени работ по ликвидации ЧС и их последствий.

Задачей для современной умной системы организации транспортного потока является осуществление автоматического взаимодействия всех субъектов транспортной инфраструктуры.

Ключевым элементом интеллектуальной системы организации дорожного движения является «Умный перекресток», который включает в себя [2]:

- элементы обнаружения (телекамеры и индуктивные петлевые детекторы, детекторы скоростного режима);
- исполнительные элементы (световые табло);
- систему синхронизации (светофорные контроллеры, система мониторинга и анализа ситуации на дороге, центр управления дорожным движением).

Интеллектуальное управление светофорными объектами с применением индуктивных петлевых детекторов является самым надежным и распространенным в мире. В дорожное полотно через штрабу 1 см и глубину 15 см устанавливаются индуктивные петлевые детекторы, которые позволяют детектировать как личный, так и общественный транспорт. При замене асфальта ИПД не повреждаются и обеспечивают 99,9 % детектирования транспорта. Все элементы системы подключаются в локальный адаптивный центр управления, а провода прокладываются под землей и не портят внешний вид города. Например, в Москве при детектировании трамвая у остановки включается зеленый сигнал светофора для пешеходов, чтобы осуществить безопасную посадку и высадку пассажиров. В вечернее и ночное время пешеходу для приоритетного включения пешеходной фазы нужно нажать кнопку, чтобы безопасно перейти дорогу. Благодаря этому ночью водители автомобилей экономят почти в 3 раза больше времени, так как в отсутствии пешеходов им всегда горит зеленый свет. Данная система дает положительный эффект для всех участников дорожного движения.

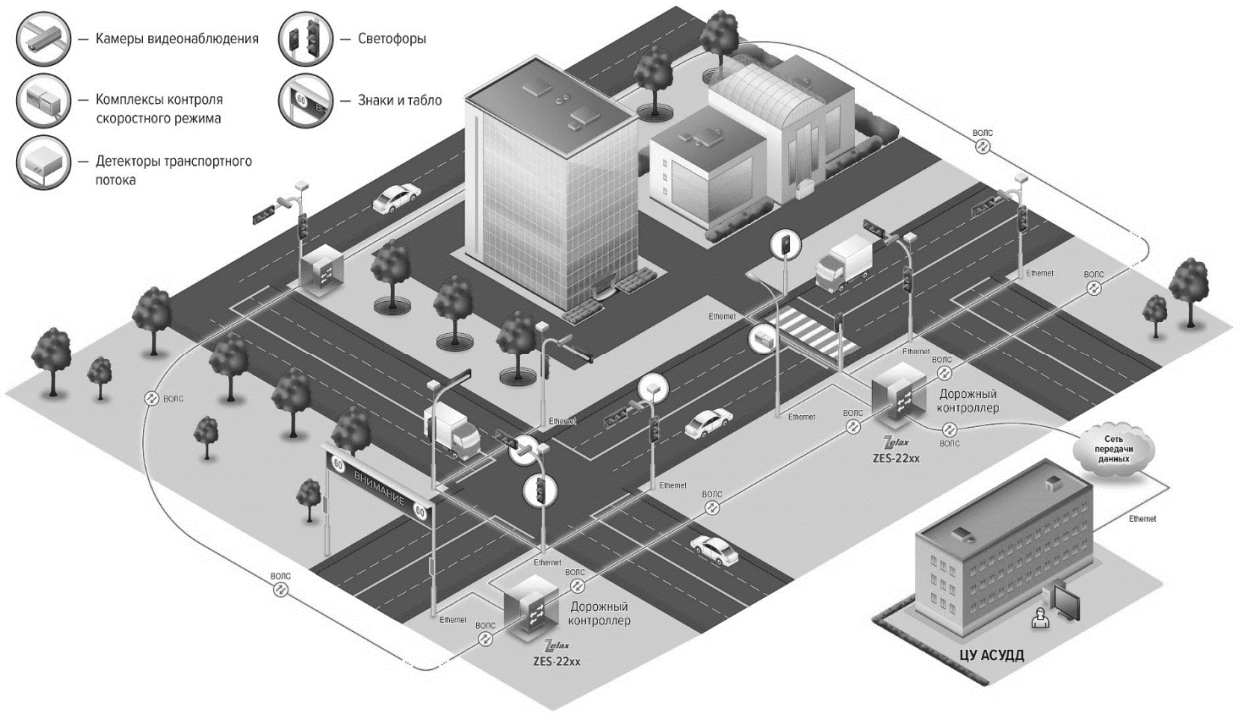


Рис. Интеллектуальная система организации дорожного движения

Данная система способна улучшить показатели пропускной способности на перекрестках города:

- для пешеходов уменьшилось время ожидания пешеходной фазы днем на 24 %, ночью – на 54 %;
- для пассажиров городского транспорта (троллейбуса и автобуса) сократилось время в пути на 45 %;
- для водителей личного транспорта в зависимости от времени суток время проезда перекрестка сократилось на 20–45 %.

Исходя из выше сказанного главная задача, определяющая развитие интеллектуальной системы организации дорожного движения в городе Вологде, – необходимость организации безопасного и комфортного дорожного движения всех его участников при помощи внедрения инновационных технологий и новых управленческих решений. Обеспечение рационального и системного оперативного взаимодействия транспортной инфраструктуры и научно-обоснованных методов управления интеллектуальными транспортными системами позволяет осуществлять управление транспортными потоками в режиме реального времени, что существенно повышает эффективность работы транспортной сети и препятствует образованию заторов, способствуя сокращению транспортных задержек, расхода топлива, но при этом обеспечивает достаточный уровень безопасности дорожного движения. Системы «умный» светофор и «умный» перекресток позволяют сократить образование пробок, повысить безопасность и пропускную способность на загруженных участках дорог.

1. Евстигнеев, И. А. Интеллектуальные транспортные системы на автомобильных дорогах федерального значения России / И. А. Евстигнеев. – Москва : Перо, 2015. – 164 с. – Текст : непосредственный.

2. Умный перекресток. – URL: https://spetsdor.ru/ (дата обращения: 10.10.2021). – Текст : электронный.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.А. Попова

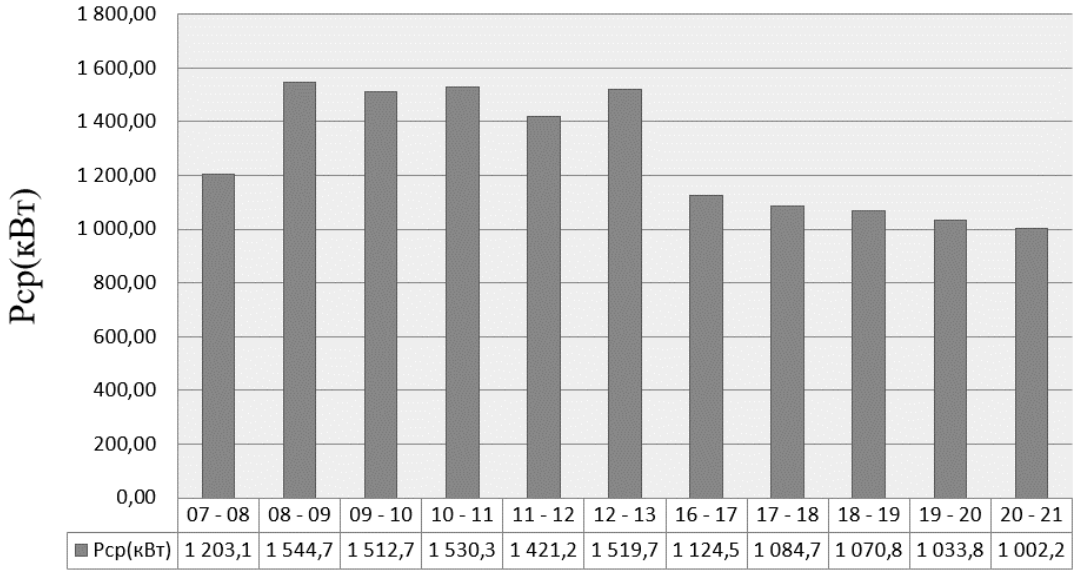
Научный руководитель ***А.Н. Алюнов****, канд. техн. наук. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Процесс энергопотребления – это крайне сложный, случайный и нестационарный процесс, в котором можно выделить регулярные и нерегулярные составляющие. Любое промышленное предприятие должно определить объем потребления электрической энергии на заданный временной промежуток, так как любые отклонения от реальных объемов могут повлечь за собой штрафные санкции от поставщиков. Зачастую процесс прогнозирования энергопотребления на практике представляет собой цепочку простейших математических операций, выполняемых непосредственно сотрудником предприятия, – метод экспертных оценок. Основной недостаток такого метода – крайне малая точность. Поэтому актуальной проблемой в данной сфере является прогнозирование потребления электрической энергии.

Пример энергопотребления промышленным предприятием в рабочие дни представлен на рисунке.



	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21
Pcp(кВт)	1 203,1	1 544,7	1 512,7	1 530,3	1 421,2	1 519,7	1 124,5	1 084,7	1 070,8	1 033,8	1 002,2

Рис. График энергопотребления в рабочие дни

В наши дни из существующих 150 методов прогнозирования применяются только 20–30 основных, которые, в свою очередь, классифицируются по трем основным признакам: степени формализации методов (формализованные и интуитивные); общему принципу действия; способу получения прогнозной информации.

Если информация о промышленном предприятии имеет количественный характер, применяются формализованные методы, в рамках которых влияние разного рода факторов описывается при помощи математических формул. Если процессы нельзя описать при помощи математических формул – прибегают к использованию интуитивных методов.

На основе анализа метода экспертных оценок, описанного выше, можно сделать вывод, что интуитивные методы не являются надежным способом прогнозирования, так как на результат оказывает большое влияние множество факторов (компетентность эксперта, его опыт и т.д.), не относящихся непосредственно к объему потребляемой предприятием энергии.

В свою очередь формализованные методы можно разделить на методы экстраполяции и методы моделирования. К наиболее распространенным формализованным методам прогнозирования можно отнести следующие методы: прогнозная экстраполяция; корреляционный и регрессивный анализы; прогнозирование с использованием нейронных сетей, адаптивные методы и др.

Рассмотрим подробнее наиболее распространенные методы.

1. Прогнозная экстраполяция.

Экстраполяция представляет собой метод исследования, основанный на проецировании прошлых и настоящих тенденций, связей и закономерностей на предстоящее развитие промышленного предприятия как объекта прогнозирования. С точки зрения математики, экстраполяция – метод поиска неизвестных значений на основе уже известных, но вне заданного интервала. Для того чтобы повысить точность данного метода, используют некоторые приемы. Например такой, в котором экстраполируемая часть кривой развития (тренда) корректируется с учетом реального опыта развития предприятия, опережающего в развитии рассматриваемый объект прогнозирования.

Метод прогнозной экстраполяции имеет существенные недостатки:

1) нельзя учесть все параметры, влияющие на энергопотребление предприятия;

2) жесткая фиксация модели тренда, что не дает учитывать краткосрочные тенденции в потреблении электроэнергии, которые связаны непосредственно с изменение спроса и объемом выпускаемой продукции.

2. Корреляционный и регрессивный анализы.

Модель множественной регрессии на основе метода наименьших квадратов является, пожалуй, наиболее распространенным методом в прогнозировании потребления электроэнергии. Для выявления статистически значимых связей между переменными и оценки степени их тесноты применяется корре-

ляционный анализ. В ходе этого анализа определяются коэффициенты взаимосвязи между переменными при их взаимодействии с остальными показателями. Далее при помощи регрессивного анализа математически описывают зависимость (подбирают функцию, связывающий показатель Y и аргументы $X_1 \ldots X_n$, отбирают информативные аргументы, вычисляют оценки неизвестных значений параметров уравнения и анализируют точность уравнения).

При использовании данных методов учитывается влияние большого набора входных параметров, таких как метеорологические факторы, утренние и вечерние максимумы и т.д., на выходные данные прогнозируемого потребления. Процесс построения и оценки осуществляется при помощи программы Excel
и модуля регрессии пакета анализа данных. Такие методы позволяют установить зависимость изменения одной переменной при изменении другой на определенную величину.

Наиболее простой разновидностью регрессионной модели является линейная регрессия, которая применяется для долгосрочного прогнозирования. Суть данной модели заключается в том, что есть некий внешний фактор X(t), который оказывает влияние на процесс Y(t), но связь между данными процессом и фактором линейна. В действительности же на процесс Y(t) оказывает влияние множество внешних факторов, поэтому модель называют множественной.

Уравнение линейной регрессии в общем виде выглядит следующим образом:

$$y_i - \bar{y} = b(x_i - \bar{x}) + \varepsilon_i,$$

где y_i – значение i-го наблюдения зависимой переменной (i=1,…,n);

x_i – значение соответствующей независимой переменной;

$\bar{x}$ и $\bar{y}$ – средние по n наблюдениям;

b – коэффициент пропорциональности;

ε_i – ошибка.

Основной недостаток линейной модели – необходимость знания будущих значений всех внешних факторов, что практически невозможно.

3. Прогнозирование с использованием нейронных сетей.

Нейронная сеть – это, в первую очередь, математическая модель, которая имеет программное воплощение. Нейронные сети строятся по типу биологических нейронных сетей, например нервных клеток живого организма. Для того чтобы нейронная сеть выполняла поставленную задачу, ее необходимо обучить, то есть создать определенный алгоритм работы.

Для примера рассмотрим прогнозирование энергопотребления на основе модели рекуррентных нейронных сетей с долгосрочной памятью. Данная модель была разработана кафедрой «Системы электроснабжения предприятий» Новосибирского государственного технического университета специально для систем электроснабжения.

Такая модель позволит намного точнее оценить зависимость, определить сезонные и циклические процессы, которые человек может уловить, но не может корректировать.

Но среди положительных качеств нейронный сетей есть и недостатки. Основной – отсутствие алгоритма работы, дающего абсолютного точный прогноз потребления электроэнергии на заданный период времени. На это оказывает влияние множество факторов, в том числе человеческий (сбор данных о ремонтах и отключениях, общие сведения о количестве потребленной энергии за прошедший период и др.).

4. Адаптивные методы прогнозирования.

При реализации процессов прогнозирования по методам Брауна, Хольта и Хольта – Уинтерса, которые относятся к группе адаптивных методов, учитывается информационная ценность различных временных рядов, а не только последнего, задающего тенденцию развития предприятия, сто является значительным преимуществом адаптивного метода перед другими.

Таким образом, прогноз, составленный на основе прогнозной модели, выстраиваемой по нескольким первоначальным наблюдениям, сравнивается с фактическими данными. Далее модель корректируется, прогноз составляется еще раз и так происходит до конца всех имеющихся наблюдений. Модель подвергается постоянным изменениям с учетом новых данных, что позволяет отражать тенденцию развития, которая имеется на данный момент времени.

В итоге можно получить наиболее точный прогноз, чем при использовании других методов при условии, что временные ряды очень длинные.

Проанализировав наиболее популярные методы и модели прогнозирования энергопотребления промышленными предприятиями, можно прийти к заключению о том, что метода, который позволит сделать абсолютно верный прогноз потребления, на данный момент времени нет. Каждая из рассматриваемых моделей имеет ряд недостатков, ее ограничивающих. Потенциал в развитии имеют модели, основанные на нейронных сетях, так как они легко обучаемы при наличии корректного алгоритма действий, разработки которых активно ведутся во многих технических университетах России.

1. Бутакова, М. М. Экономическое прогнозирование: методы и приемы практических расчетов / М. М. Бутакова. – Москва : Кнорус, 2010. – 167 с.

2. Дурнов, В. Г. Прогнозирование электропотребления. Современные техника и технологии / В. Г. Дурнов, Н. В. Раевский, Д. А. Яковлев : сборник трудов : в 3 томах. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2009. – Т. 1. – 613 с.

РАСШИРЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

Е.В. Сенцов, В.Е. Гладышев, В.В. Доценко
Научный руководитель ***В.Н. Мещеряков****, д-р техн. наук, профессор*
Липецкий государственный технический университет
г. Липецк,
Научный руководитель ***А.М. Литвиненко****, д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет
г. Воронеж

К системам управления электроприводов сложных технологических агрегатов предъявляются особые требования, связанные с надежностью, отказоустойчивостью и свойствами самодиагностики.

В подавляющем большинстве производственных площадок контроль вибрации приводных механизмов осуществляется в ручном режиме специалистами по диагностике оборудования только во время проведения текущих и капитальных ремонтов. В процессе работы контроль за уровнем вибраций отсутствует. При возникновении дефекта во время работы оборудования его развитие происходит вплоть до отказа узла, что вызывает длительные простои. Внеплановая остановка агрегата приводит к получению несоответствующей или бракованной продукции с высокой добавленной стоимостью.

Контроль состояния и температурного режима работы силового и электрооборудования АСУ ТП (к которым относятся различные компоненты электропривода) осуществляется в ручном режиме дежурным персоналом единственный раз в смену. Отсутствует возможность контроля за температурным режимом с меньшим периодом. При этом длительное нежелательное повышение температуры ведет в лучшем случае к отключению оборудования, в худшем – к выходу из строя [1].

Подходящим техническим дополнением системы управления для решения описанных проблем является рассматриваемая далее система.

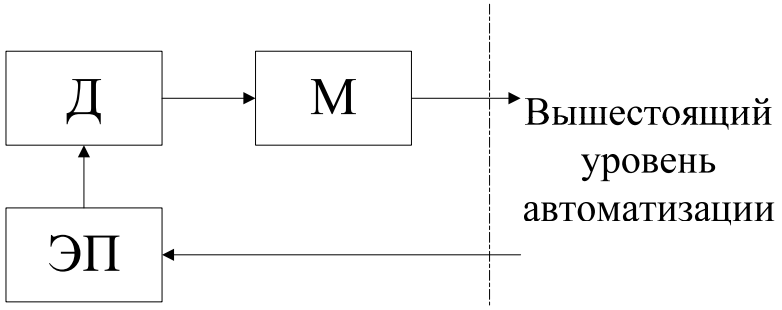


Рис. Структурная схема полевого уровня системы автоматизации

Датчик Д является устройством (или набором устройств), обладающим возможностью контроля за температурой и вибрацией электропривода и его отдельных компонентов.

Такими интеллектуальными датчиками могут являться устройства ABB Ability Smart Sensor, способные осуществлять контроль за температурой, вибрацией, несоосностью, износом подшипников и общим состоянием. Они поддерживают протокол беспроводной связи Bluetooth 4.0 на расстоянии до 50 м. Способом хранения и предоставления данных является облачный сервис PaaS [2].

Для прецизионного контроля за температурой широко применяются термодатчики Вега ТД-11, имеющие в составе выносной терморезистор, подключаемый к термодатчику с последующим накоплением и передачей передачей информации в сеть LoRaWAN [3].

Для динамического контроля вибрационных показателей широко применяются датчики Advantech WISE – 2410. Данный тип датчиков обладает устойчивой связью в диапазоне до 5000 м, уровень пыле-, влагозащищенности IP66. Информация с датчика может поступать либо в локальную открытую систему, либо в облачный сервис [4].

С аналогичными целями применяются датчики Fluke3561FC с протоколом беспроводной связи Bluetooth 4.0, показателем защищенности IP 67 и устойчивой передачей сигнала на расстояние до 65 метров. Способом распространения данных является функционал облачного сервиса PaaS [5].

Также имеются подобные технические решения на базе компании Siemens –SIMOTICS CONNECT. Данный тип датчиков поддерживает протокол связи WLAN 802.11 g/n GHz, имеет степень пыле-, влагозащищенности IP55 и осуществляет распределение и передачу данных либо через облачный сервис, либо, при наличии платформы MindSphere, с помощью локально внешней системы [6].

Данные, обрабатываемые датчиком, передаются через маршрутизатор М на 1 и 2 уровень автоматизации.

На 1 уровне автоматизации полученные данные обрабатываются с целью создания триггеров срабатывания предупреждений и ошибок, информационных и аварийных сообщений, в соответствии с заданными протоколами.

На 2 уровне автоматизации данные обрабатываются с целью представления информации в виде, доступном для восприятия оператором. Создаются массивы данных, отстраиваются тренды изменений, формируются информационные и аварийные сообщения для отдельных узлов.

В условиях виртуализации производства, когда локальные сервера 2 уровня заменены связкой удаленных физических суперсерверов и локальных тонких клиентов, можно говорить о расширении функционала описанной системы посредством обработки данных на вышестоящих уровнях автоматизации с помощью предиктивных нейросетевых моделей [7].

Указанные выше нейромодели обучаются на соответствующей выборке данных с требуемого реального объекта. Их выходные сигналы представляют собой набор маркеров для мониторинга состояния электропривода.

Применение описанной системы для ответственных узлов позволит повысить совокупную надежность системы управления электроприводами, расширить диагностические возможности систем АСУ ТП, расширить набор данных для анализа на вышестоящих уровнях автоматизации.

1. Сенцов, Е. В. Применение термохромных индикаторов для мониторинга температурного состояния электроприводов исполнительных механизмов технологических агрегатов / Сенцов, Е. В., Гладышев, В. Е. // Молодежь в меняющемся мире : материалы XXIV Международной научно-практической конференции (Воронеж, 29 января 2021 г.). – Воронеж : Издательство Устойчивое развитие науки и образования, 2021. – С. 92–94.

2. Продукты и сервисы: ABB Ability Smart Sensor. – URL: https://new.abb.com/motors-generators/service/advanced-services/smart-sensor (дата обращения: 14.09.2021). – Текст : электронный.

3. Продукты и сервисы: Vega TD-11. – URL: https://iotvega.com/product/td11 (дата обращения: 16.09.2021). – Текст : электронный.

4. Продукты и сервисы: Advantech WISE. – URL: https://www.advantech.com/products/157db4ae-9705-4640-b24c-81867746ed30/wise-2410/mod_25018dc7-355c-40b4-bf9b-c93f6c73f1a0 (дата обращения: 16.09.2021). – Текст : электронный.

5. Продукты и сервисы: Fluke3561FC. – URL: https://www.fluke.com/en-us/product/condition-monitoring/vibration/3561-vibration-sensor (дата обращения: 20.09.2021). – Текст : электронный.

6. Продукты и сервисы: Siemens SIMOTICS. – URL: https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/tekhnologii-privodov/cifrovye-sistemy/sidrive-iq/moduli-svyazi-sidrive-iq.html (дата обращения: 22.09.2021). – Текст : электронный.

7. Sentsov, E. V. Synthesis of a neuroregulator with predictive control of the electric drive of the actuators of technological units of metallurgical production / E.V. Sentsov and V.N. Mesherekov. – doi: 10.1109/ACED50605.2021.9462259 // 2021 XVIII International Scientific Technical Conference Alternating Current Electric Drives (ACED), 2021. – P. 1–4.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФАЗНОЙ ЗАЩИТЫ В ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

А.Д. Синицын
Научный руководитель ***Д.П. Андрианов,*** *канд. техн. наук, доцент*
Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
г. Владимир

В работе рассматриваются вопросы обеспечения надежности электроснабжения и качества электроэнергии от цифровых подстанций с учетом использования микропроцессорной техники. Микропроцессорная защита в сравнении с механическими реле обеспечивает лучшую функциональность и надежность. Цифровые устройства релейной защиты совмещают в себе функции релейной защиты, измерения, регулирования и управления электроустановкой. На примере работы микропроцессорной дифференциально-фазной защиты рассматривается ситуация, связанная с возникновением коротких замыканий.

В электроэнергетических системах очень важна непрерывность процесса приема-передачи электрической энергии. Главной задачей является обеспечение надежности и обеспечение качества данного процесса. Для этого используется релейная защита и автоматика.

Устройства релейной защиты и автоматики обеспечивают в первую очередь селективное отключение поврежденных участков линий, элементов энергосистемы, а также автоматическую подачу напряжения на незатронутые аварией участки. На данный момент огромное количество объектов работает на советских компонентах релейной защиты и автоматики. А именно механические реле. Данный тип реле хоть давно и устарел, но является достаточно простым и надежным элементом энергосистемы. При этом на вновь строящихся объектах, а также на реконструируемых применяются уже современные элементы РЗА, а именно микропроцессорные устройства. Механические реле достаточно грубые по своим характеристикам в сравнении с микропроцессорными [1]. Благодаря данному типу РЗА обработка информации выходит на новый уровень, вследствие чего улучшаются их эксплуатационное качество. Принцип действия остался абсолютно тот же, а расчеты параметров срабатывания реле претерпели некоторые изменения. В итоге в настоящее время на подстанциях применяются не только механические реле, но и защиты, построенные на интегральных микросхемах малой и средней степени интеграции, а также защиты на построенные на микропроцессорной технике [2].

На данный момент большинство производителей механических реле переходят на усовершенствование производства и выпуск микропроцессорных устройств, на которые идет большой спрос со стороны энергосетевого комплекса. Смена элементной базы не несет изменений в принцип действия устройств, а только усовершенствует их, расширяя функциональность устройств и снижает цену на производство. Основными производителями микропроцессорных РЗА являются такие фирмы, как ABB, SIEMENS и другие фирмы. Стоимость продукции данных фирм достаточно велика, но она оправдывается за счет качества и функциональности устройств. Современные цифровые устройства РЗА совмещают в рамках единого комплекта функции релейной защиты, измерения, регулирования и управления электроустановкой. Такие устройства в структуре автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) энергетического объекта являются оконечными устройствами сбора информации. В цифровых устройствах РЗА появляется возможность перехода к новым измерительным преобразователям тока и напряжения на основе использования оптоэлектронных датчиков, трансформаторов без ферромагнитных сердечников и так далее. Эти преобразователи более технологичны в производстве, обладают очень высокими метрологическими характеристиками, но имеют малую выходную мощность.

Для примера рассмотрим принцип работы микропроцессорной ДФЗ (дифференциально-фазной защиты), структурная схема которой приведена на рисунке 1.

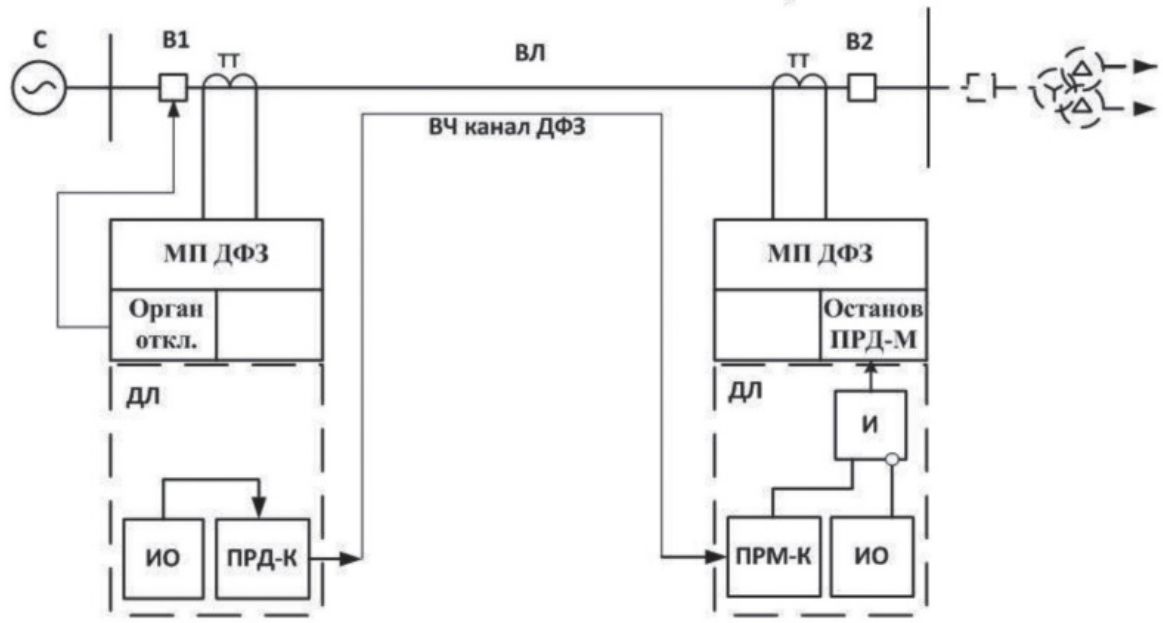


Рис. 1. Структурная схема ДФЗ:
ДЛ – элементы дополнительной логики, ПРМ-К – приемник команд ВЧ поста,
И – логический элемент «И», ПРД-М – передатчик манипулированного сигнала ДФЗ,
ИО – измерительные органы, ПРД-К – передатчик команд ВЧ поста

Защита имеет два комплекта, которые расположены на разных концах линии (рис. 2а). Данные комплекты в нормальном режиме обмениваются сигналами через определенный промежуток времени. При появлении КЗ в защищаемой зоне сигналы, которыми обмениваются посты, начинают образовывать пропуски, так как сигналы начинают совпадать по фазе. Данный прерывистый сигнал поступает в орган сравнения фаз. Реле, которое относится к органу сравнения фаз, срабатывает и подготавливает схему защиты к срабатыванию на отключение выключателя.

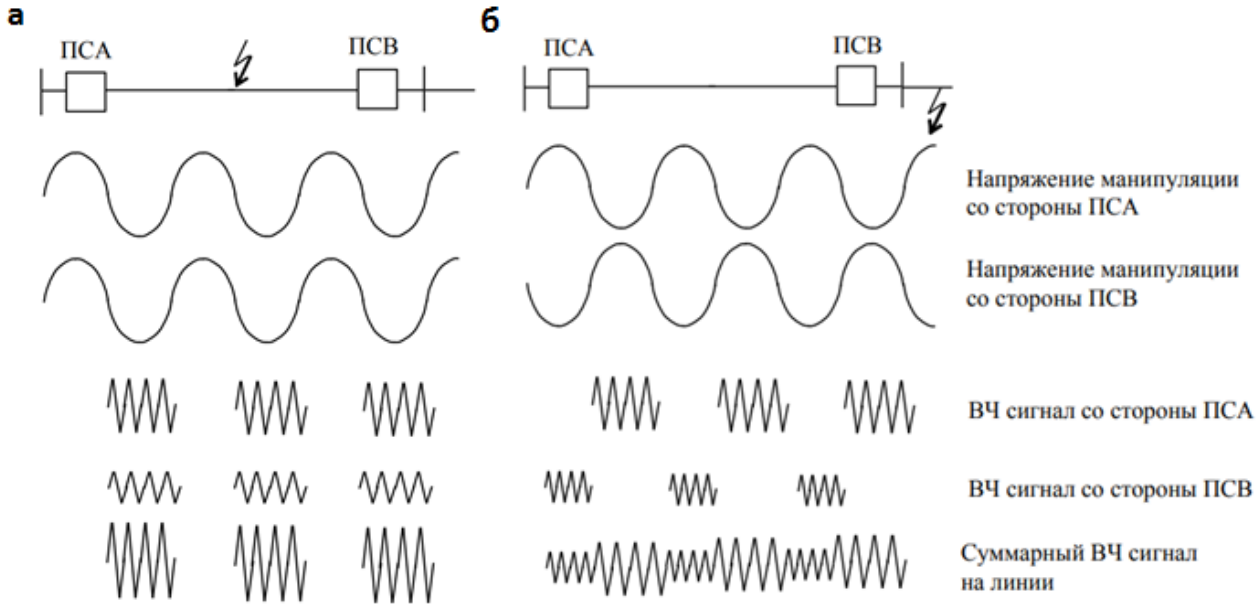


Рис. 2. Сигналы при КЗ в зоне защиты.

При возникновении внешнего КЗ, защита анализирует получаемые сигналы от комплектов и не дает собраться схеме на отключение, так как сигнал является не прерывистым (рис. 2б).

На рисунке 3 приведена схема логики формирования выходных сигналов на примере шкафа Бреслер ШЛ2604.11

При поступлении в блок внешнего короткого замыкания позволяет убрать блокирующий сигнал с ВЧ-канала. Это становится возможным благодаря токовому исполнительному органу, который присутствует в данном блоке. Данный ИО сравнивает предыдущие и текущие токи нулевой последовательности:

$$Mod(I_{0тек}) > k\ Mod(I_{0пред}),$$

где k – коэффициент кратности при переходе с внешнего короткого замыкания на внутреннее.

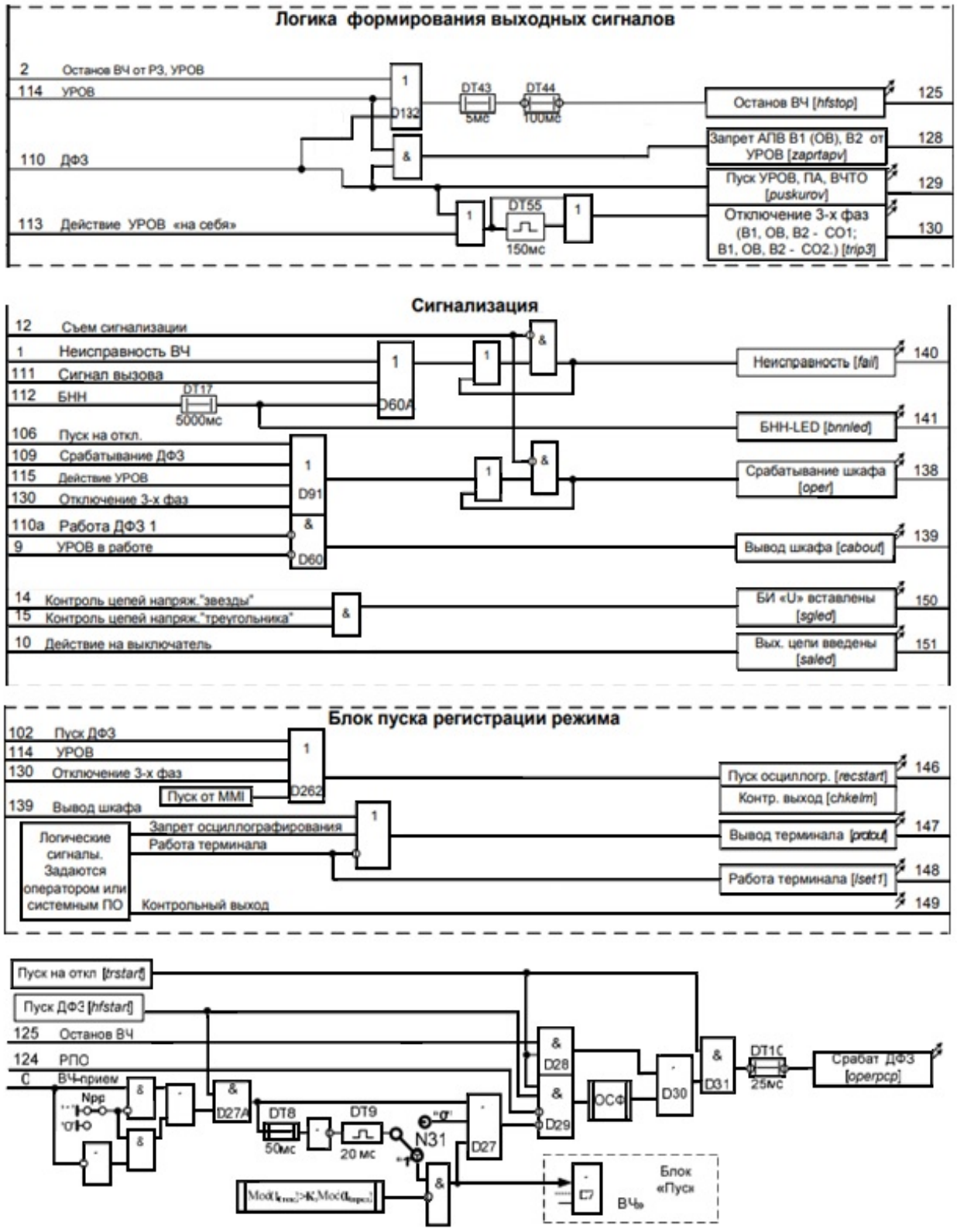


Рис. 3. Логическая схема формирования выходных сигналов

Реконструкция и замена старых механических реле на микропроцессорные обеспечивает повышение надежности, быстродействия, селективность, чувствительность релейной защиты системы электроснабжения, имеет воз-

можность синхронизации с АСУ ТП и окупается за счет функциональности и надежности данных устройств.

1. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / Агафонов А. И., Бростилова Т. Ю., Джазовский Н. Б. – Москва : Инфра-Инженерия, 2020.

2. Федотов, В. П. Проектирование микропроцессорных защит элементов электрических сетей напряжением 110–220 кВ / Федотов В. П., Старосельников С. С., Федотова Л. А. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ

И.Н. Смирнов
Научный руководитель ***С.Л. Шишигин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Удар молнии в опору воздушной линии (ВЛ) приводит к возникновению волны перенапряжения, которая набегает на электрическую подстанцию (ПС) и представляет опасность для изоляции электрооборудования. Для защиты от грозовых перенапряжений используются ограничители перенапряжений (ОПН) [1]. Проектировщик должен определить число и оптимальное место установки ОПН, что можно сделать на основе математического моделирования волновых процессов ПС и ВЛ.

Расчеты волновых процессов обычно проводятся методами теории длинных линий. В настоящей работе применен альтернативный подход на основе многозвенных цепных схем [2]. Преимуществом данного подхода является универсальность – единообразное моделирование всех проводников ВЛ и ПС в земле и воздухе.

Целью настоящей работы является моделирование волновых процессов ВЛ и ПС, расчет перенапряжений силового и измерительного трансформатора ПС, исследование эффективности их защиты с использованием ОПН.

Расчетная модель ВЛ и ПС представлена на рисунке 1.

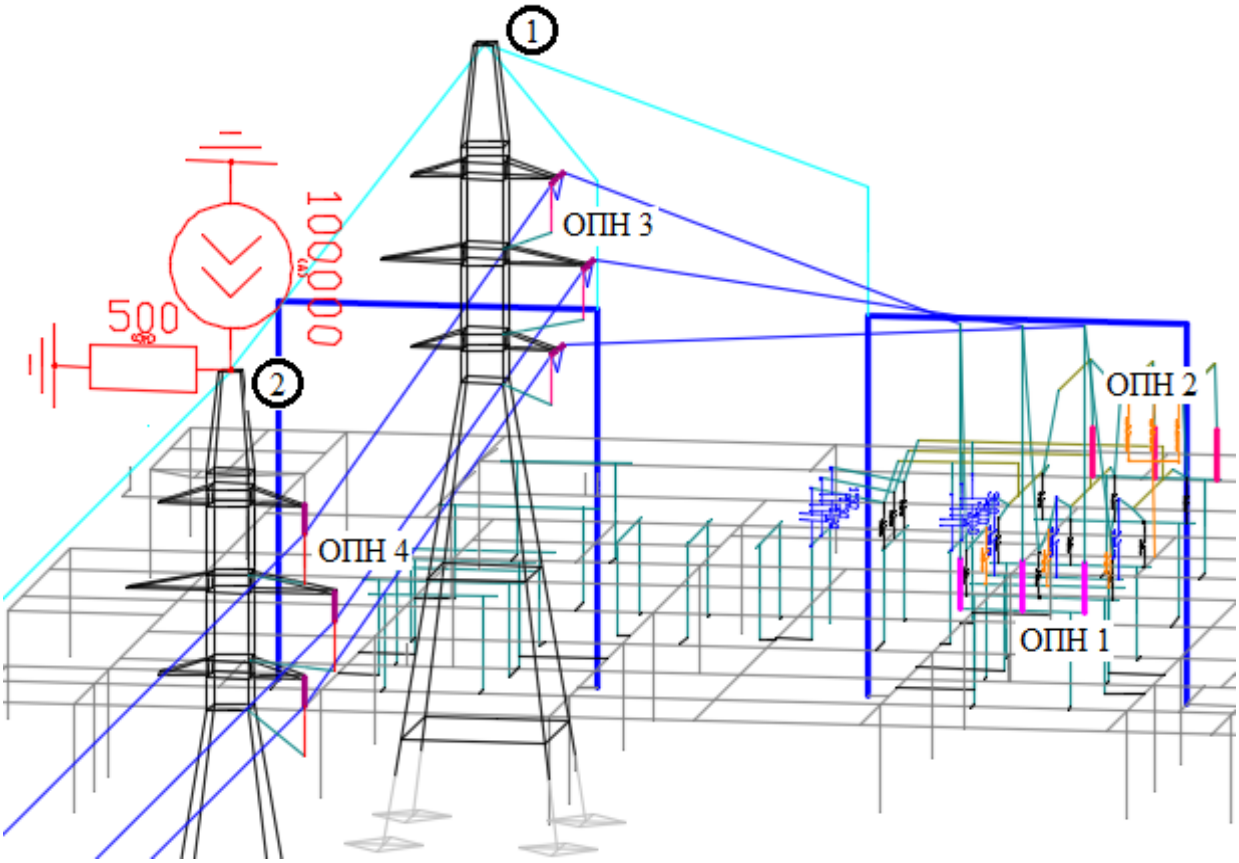


Рис. 1. Расчетная модель ВЛ (три опоры ВЛ не показаны) и ПС 150/10 кВ

Электрооборудование ПС при импульсных воздействиях моделируется емкостями [3], подключенными к заземлителю ПС. Заземлителем опоры ВЛ служит фундамент, состоящий из плиты и стойки, которые моделируются проводниками. Удельное сопротивление грунта ρ=1000 Ом·м.

Рассмотрим удар молнии с током 100 кА длительностью 10/350 мкс в опору ВЛ.

Ток молнии, стекая в землю через заземлитель опоры, создает напряжение опоры. В момент времени, когда напряжение на изоляторе $U=U_{опоры}-U_{провода}$ превысит вольт-секундную характеристику (ВСХ) изоляции, происходит обратное перекрытие изоляции (с опоры на провод) и волна напряжения начинает распространятся по проводу.

В ходе расчета (без учета рабочего напряжения проводов) первой перекрывается изоляция нижней фазы, т.к. она находится дальше остальных фаз от троса, поэтому напряжение провода нижней фазы, наведенное током троса, наименьшее, а напряжение на изоляции наибольшее (рис. 2). Перекрытие изоляции остальных фаз происходит с запаздыванием.

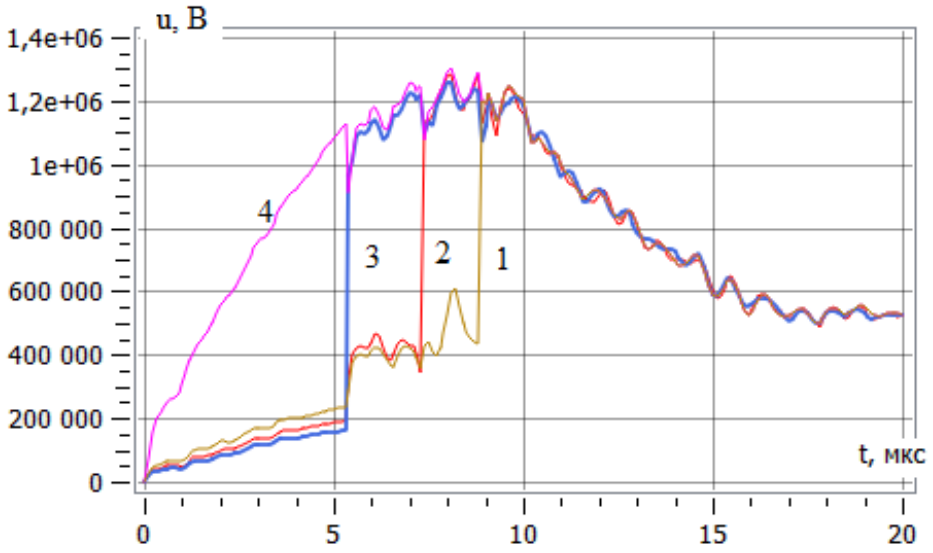


Рис. 2. Напряжение проводов ВЛ при ударе молнии в опору:
1 – верхнего, 2 – среднего, 3 – нижнего, 4 – напряжение опоры

При перекрытии изоляции опоры ВЛ, волны перенапряжения (рис. 2) с линии попадают на шины электрической ПС, затем отражаются от силового трансформатора (моделируется входной емкостью). Отраженная волна (после заряда емкости) удваивает напряжение трансформатора, что представляет опасность. Возвращаясь к пораженной опоре, отраженная волна вновь отражается (с изменением знака) и снова набегает на ПС. Возникает колебательный процесс, который затухает медленно из-за малого значения активного сопротивления проводников. Колебательные процессы усложняются при подключении заземлителя ПС и срабатывании ОПН.

Применение в качестве средств защиты ОПН позволяет устранить перенапряжения.

Необходимо выбрать количество и место установки комплектов ОПН. Рассмотрим следующие варианты: ОПН-1 вблизи портала, ОПН-2 вблизи силового трансформатора, ОПН-3 на первой опоре, ОПН-4 на второй опоре (рис. 3).

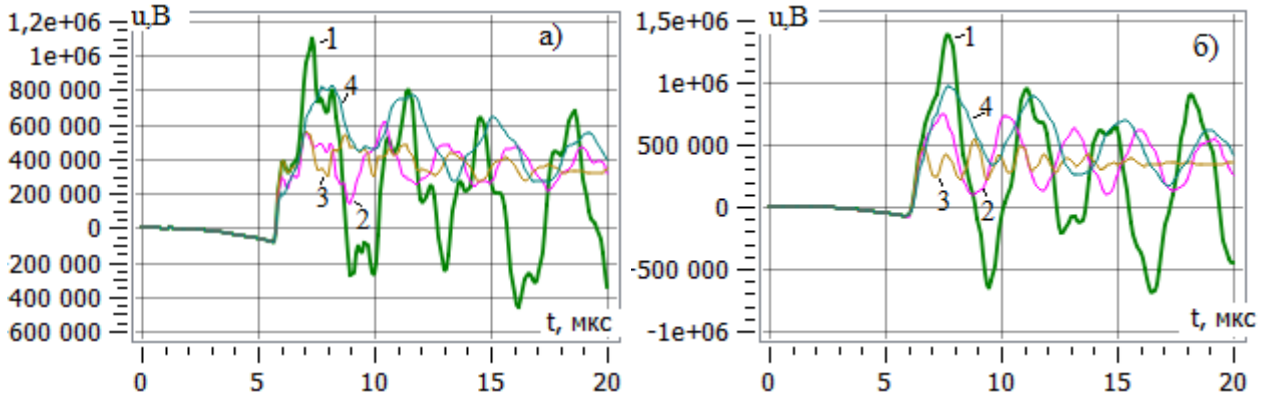


Рис. 3. Напряжение а) измерительного трансформатора, б) силового трансформатора при ударе молнии в опору ВЛ: 1 – без ОПН, 2 – с ОПН1, 3 – с ОПН2, 4 – с ОПН3

Установка ОПН значительно снижает амплитуду перенапряжений. Наиболее эффективна установка ОПН-2 вблизи силового трансформатора, который защищает как силовой, так и измерительный трансформатор, однако перенапряжение по прежнему выше нормы 550 кВ [3]. Для увеличения надежности защиты необходимо установить два комплекта ОПН.

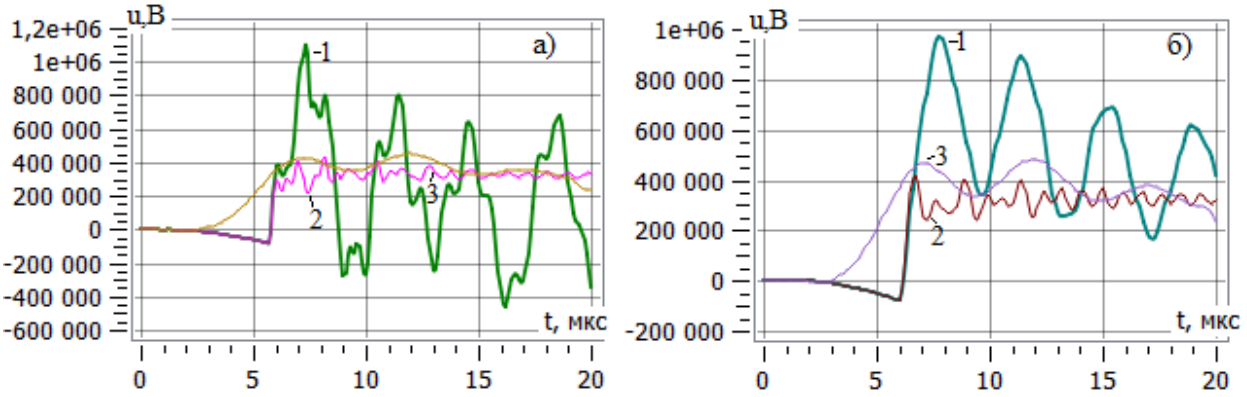


Рис. 4. Напряжение а) измерительного трансформатора, б) силового трансформатора при ударе молнии в опору ВЛ: 1 – без ОПН, 2 – с ОПН1 и ОПН2, 3 – с ОПН3 и ОПН4

Таким образом, установка двух комплектов ОПН снижает перенапряжения до требуемой нормы (рис. 4). Применение ОПН1 и ОПН2 надежно защищает как силовой, так и измерительный трансформатор.

Удар молнии в опору или грозозащитный трос ВЛ с обратным перекрытием изоляции вызывает волны перенапряжения, которые могут вывести из строя электрооборудование ПС. Моделирование грозовых перенапряжений позволяет выбрать положение и число защитных устройств, обеспечивающих надежную защиту электрооборудования и бесперебойную работу системы электроснабжения.

1. Актуальные проблемы защиты высоковольтного оборудования подстанций от грозовых волн, набегающих с воздушных линий / Б. В. Ефимов, Ф. Х. Халилов, А. Н. Новикова, Н. И. Гумерова, Ю. М. Невретдинов // Труды Кольского научного центра РАН. – 2012. – № 8. – С. 7–25.

2. Шишигин, С. Л. Расчет заземлителей : монография / С. Л. Шишигин, Д. С. Шишигин. – Вологда : ВоГУ, 2020. – 219 с.

3. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений / под научной редакцией Н.Н. Тиходеева. – Санкт-Петербург : ПЭИПК, 1999. – 227 с.

ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ЗДАНИЯХ ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»

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

ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») – одна из крупнейших в мире транспортных компаний, владелец значительной части подвижного состава и важнейший оператор российской сети железных дорог. Также ОАО «РЖД» владеет различными инфраструктурными объектами, в том числе железнодорожными станциями, устройствами электроснабжения, сетями связи, системами сигнализации, централизации и блокировки, информационными комплексами и системами управления движением и иными обеспечивающими функционирование этого комплекса зданиями, строениями, сооружениями, устройствами и оборудованием [1].

На балансе ОАО «РЖД» находятся служебные здания, построенные в конце XX века, некоторые из них несколько раз перепроектировались.

Электроснабжение зданий осуществляется от подстанций, которые непосредственно подключены к электросети ОАО «РЖД». При прохождении состава по железнодорожным путям наблюдаются скачки, перепады напряжения, которые влияют на высокоточные датчики и аппаратуру, установленные в зданиях, например в БТП, ВРУ и другие чувствительные к перепадам электричества приборы. Большая часть подстанций, которые находятся в структуре РЖД, не претерпевали инновационных изменений с целью уменьшения перепадов напряжения при прохождении локомотива по железнодорожным путям. Таким образом, данное исследование является актуальным.

Целью данной работы является анализ проблем электроснабжения в зданиях, непосредственно подключенных к электросети ОАО «РЖД».

Задачи:

1) исследование влияния нестабильного напряжения в сети электроснабжения зданий, непосредственно подключенных к электросети ОАО «РЖД», на приборы и устройства;

2) определение проблемы повышенной нагрузки на электропроводку;

3) анализ проблемы обеспечение электробезопасности в комплексе зданий, стоящих на участках ниже уровня грунтовых вод с подключением подземной прокладки кабелей.

Объектом исследования является система электроснабжения зданий.

В работе использовались: теоретические методы исследования – анализ, синтез; практические – наблюдение.

Скачки и перепады напряжения в электросети зданий являются очень большой проблемой. В заданиях располагаются квартиры для сотрудников, общежития, структурные подразделения, помещения вокзалов и другие объекты. В них находятся компьютеры, бытовая техника, высокоточные приборы учета тепла и энергии, электрические котельные, автоматизированные газовые котельные, компрессорные станции для управления стрелками и другие. В частности, в зданиях находятся высокоточные датчики и аппаратура, установленные в блочном тепловом пункте (БТП) (рис. 1) и в вводно-распределительном устройстве (ВРУ) (рис. 2).

Рис. 1. Блочный тепловой пункт

Рис. 2. Вводно-распределительное устройство

Перепады напряжения негативно сказываются на работоспособности техники и электроприборов, значительно снижается срок их службы. Приходится часто менять лампочки, так как они быстро перегорают.

Визуально можно наблюдать волнообразные скачки напряжения при подключении обычной лампочки накаливания. При приближении подвижного состава наблюдается понижение интенсивности свечения лампочки, а затем, после удаления состава от питающей установки, наблюдается сверх повышенное свечение лампочки вплоть до перегорания одной и даже нескольких штук. При этом автомат срабатывает уже после того, как были повреждены приборы освещения. Поэтому скорость срабатывания автомата никаким образом не может спасти сохранность датчиков прибора учета тепла и энергии, а также других бытовых и высокоточных приборов.

В системе электроснабжения зданий, непосредственно подключенных к электросетям РЖД, не предусмотрена защита от перепадов напряжения.

В некоторых зданиях качество материалов электропроводки низкое, она давно не обновлялась и не способна выдерживать дополнительную нагрузку при современных условиях эксплуатации. Также в зданиях многие провода проведены открытым способом, местами они просто висят, создавая дополнительную опасность их повреждения (рис. 3).

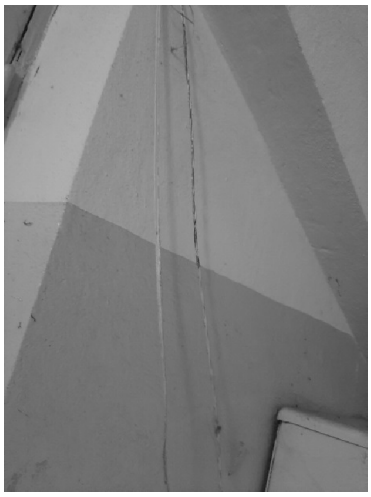


Рис. 3. Подведение электропроводов открытым способом

Рис. 4. Поврежденный участок кабеля

Из-за большой протяженности железных дорог и особенностей рельефа местности многие здания находятся в низинах. Некоторые здания, которые были подключены воздушными линиями к сети, были переведены на подземное подключение от подстанций. Весенние и осенние подъемы грунтовых вод, а также актуальные в настоящее время паводки могут влиять на целостность многослойной защиты кабеля. Защитные оболочки служат для защиты изолирующего слоя кабеля от влияния окружающей среды, а главным образом от влияния влаги. Также в подвальных помещениях из-за немодернизированной системы подачи воды и отопления, случаются частые прорывы, где кабель, при воздействии влаги и последующего высушивания, а в зимнее время – замерзания, теряет свои защитные свойства (рис. 4).

Система электроснабжения зданий имеет значительный износ, требует ремонта и модернизации. Для решения этих проблем предлагается создать систему из существующих или разрабатываемых инструментов, не имеющих аналогов.

Необходимо создать комплекс решений для устранения скачков, перепадов и проседания напряжения путем:

- модификации помещений ВРУ, если такие имеются в здании;
- установки защиты в комплексе систем учета регулировки БТП;
- разработки защиты кабеля подключения в системе подстанция – здание;
- устранения контакта кабелей с водой в периоды подтопления.

Также необходимо произвести модернизацию подстанций путем разработки комплекса мероприятий по защите от энергетической нестабильности.

Таким образом, решение данных проблем позволит улучшить систему электроснабжения зданий, непосредственно подключенных к электросетям ОАО «РЖД».

1. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации : Федеральный закон от 10.01.2003 N 17-ФЗ (редакция от 11.06.2021)**.** – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40443/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОВОДОСНАБЖЕНИЯ, ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»

ИЗУЧЕНИЕ ЭЖЕКТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТОКОВ ПРИ ВХОДЕ В СТОЯК

А.В. Батова
Научный руководитель ***Л.И. Соколов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На основании изучения современного состояния вопроса и практических замеров, выполненных в построенных и введенных в эксплуатацию жилых многоквартирных высотных домах г. Вологды, установлено:

– в случае, если расход загрязненных вод, поступающий в стояк канализационной сети, больше критичного $q^s > q^s_{\text{доп}}$, то поток в стояке начинает движение вниз, равномерно перемешиваясь со встречными струями воздуха и газов, создавая газовоздушную смесь и захватывая все сечение трубопровода;

– в случае, если значение эжектирующей способности стоков больше количества воздуха, которое засасывается в стояк канализационной сети из атмосферы, то в нем образуется дефицит воздуха, что может привести к созданию условий для срыва гидравлического затвора;

– эжектирующая способность сточных вод зависит от скорости их движения, которая может достигать наибольшего значения на расстоянии около 9 м от точки входа в канализационный стояк.

Срыв гидравлических затворов санитарно-технических устройств возникает также в момент, когда жители верхних этажей высотных зданий мгновенно сбрасывают большой сток воды, при котором происходит резкое его вертикальное падение в виде поршня и за поршнем образовывается зона разрежения. Вода, поступающая из отводных линий к стояку, в связи с их меньшим диаметром попадает из нижележащих квартир в зону разрежения и начинает вытягиваться с большой скоростью, что приводит к появлению вакуума и срыву гидравлических затворов сантехнических приборов (моек, умывальников, унитазов).

Цель исследования – изучение возможности предотвращения гидравлического срыва «водяных затворов» сантехнических приборов в построенных и введенных в эксплуатацию жилых многоквартирных высотных домах, проверка соответствия расположения сантехнических приборов проектным требованиям и строительным нормам и правилам во вновь вводимых зданиях.

В рамках данной работы проводились исследования по проверке правильности расположения и установки стояков (соответствие их проектным строительным нормам) с целью предотвращения срыва гидрозатворов. Исследования проведены в трех построенных и введенных в эксплуатацию домах по адресу: ул. Лаврова, 9а (9-этажный дом), ул. Возрождения, 82а (12-этажный дом) и ул. Летчика Каберова, 1А (9-этажный дом). Основным параметром исследования была эжектирующая способность (в Па) сточных вод, при этом оценивалось следующее соотношение:

$$i \cdot l < h_{\text{гидрозатвора}}, \quad (1)$$

где i – уклон отводных труб, мм/м;

l – длина трубы от прибора до стояка, м;

$h_{\text{гидпозатвора}}$ – высота гидрозатвора в приборе, м.

В таблице представлены результаты исследования.

Таблица

Результаты исследования

Прибор	i	*l,* м	h	Соответствие требованиям и нормам строит.
1	2	3	4	5
ул. Лаврова, 9а				
унитаз	0,003	0,4	0,06	соответствует
ванна		2,4	0,05	соответствует
умывальник		3,1	0,06	соответствует
мойка		4,45	0,06	соответствует
ул. Возрождения, 82а				
унитаз	0,003	0,5	0,06	соответствует
ванна		2,8	0,05	соответствует
умывальник		1,8	0,06	соответствует
мойка		0,50	0,06	соответствует
ул. Летчика Каберова, 1А				
унитаз	0,003	0,35	0,07	соответствует
ванна		0,45	0,05	соответствует
умывальник		1,00	0,07	соответствует
мойка		1,45	0,07	соответствует

Наблюдение за работой системы водоотведения в зданиях позволило установить «поршневое» движение воды в стояке, которое образуется в результате смешения воды и воздуха, присутствующего в стояке. Таким образом, в эксперименте был зафиксирован поршневой режим с турбулентным ядром в центральной части потока водовоздушной смеси и ламинарно-стержневой режим в случае работы отводной линии неполным сечением. Ламинарно-стержневой (а) и поршневой с турбулентным ядром (б) виды движения сточных вод в стояке представлены на рисунке.

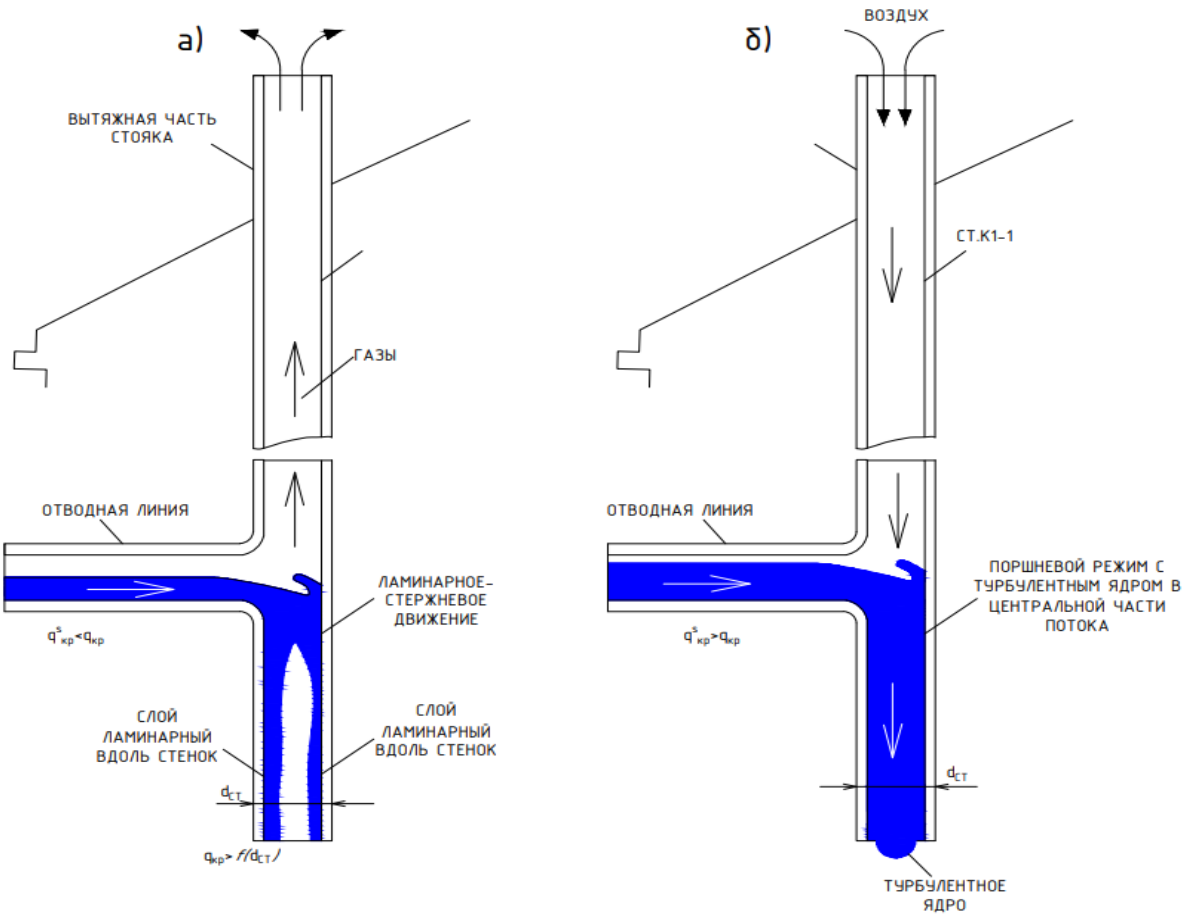


Рис. Ламинарно-стержневой (а) и поршневой с турбулентным ядром (б) виды движения сточных вод

Выявлено, что срыв гидрозатвора, обладающий высотой 60 мм, совершается, когда величина разрежения в стояке канализационной сети составит 637 Па, срыв гидрозатвора высотой 70 мм – при величине разрежения в стояке канализационной сети, равной 785 Па. При меньшей величине значения разрежения гидрозатвор не будет сорван. На основе этого был сделан вывод о том, что чем больше значение высоты гидрозатвора, тем больше допускается величина разрежение в стояке канализационной сети.

1. Инженерные системы высотных и большепролетных зданий и сооружений : учебное пособие / Л. И. Соколов. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия. 2019. – 600 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ГОСТИНИЧНО-ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

К.А. Бисерова
Научный руководитель ***А.В. Гришкова****, канд. техн. наук, доцент*
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
г. Пермь

Создание туристических и гостиничных комплексов на малозаселенных территориях России с целью организации активного и познавательного отдыха жителей требует особого рассмотрения вопроса об инженерной инфраструктуре этих объектов. К зданиям гостиниц и отелей всегда предъявлялись более высокие требования, чем к другим общественным сооружениям. Это связано с требованиями к надежности и качеству обеспечения воздушно-теплового комфорта помещений для отдыха и релаксации и, соответственно, приводит к увеличению энергозатрат для работы систем обеспечения микроклимата [1].

В результате возрастающего спроса на энергоресурсы, роста тарифов на них и уменьшения запасов традиционных источников энергии актуальным остается вопрос об энергоэффективности работы систем отопления и вентиляции.

Для снабжения энергией удаленных от крупных населенных пунктов туристических комплексов, как правило, представляющих из себя группу отдельных коттеджей или малоэтажных корпусов, целесообразно использовать блочно-модульные котельные, представляющие собой полностью готовые к эксплуатации установки. В стандартную комплектацию котельной включается здание котельной, котельное оборудование, топливное оборудование, газоходы и дымовые трубы, насосы, теплообменники, системы водоподготовки и водоочистки, системы автоматики и контроля. Состав и характеристики топливного оборудования зависят от выбранного вида горючего. Иногда целесообразно рассмотреть местные виды топлива, добываемые на рассматриваемой территории. При отсутствии местного горючего применение природного газа на сегодняшний день является наиболее эффективным видом сжигаемого топлива. При проектировании блочно-модульной котельной на природном газе разрабатывается отдельный проект газоснабжения.

Отопительно-вентиляционные системы гостиничных коттеджей можно сравнить с аналогичными системами жилых зданий. Отличия состоят лишь в более серьезных требованиях к бесшумности работы, качеству воздуха, гибкости работы. Поэтому во внутренних инженерных системах туристических комплексов необходимо предусмотреть специальное оборудование в шумозащитном исполнении, меры акустическое и вибрационной защиты (шумопоглощающая облицовка трубопроводов, шумоглушители, виброподвески). При заселении гостей в номер, где до этого в течение некоторого времени никто не

проживал, отопительно-вентиляционная система гостиницы должна быть готова к приведению данного номера в комфортный режим в самые короткие сроки. Таким образом, все элементы отопительно-вентиляционных систем гостиничных номеров, и особенно тех, которые обслуживают все или группу номеров, должны быть максимально надежными и требовать минимальных работ по обслуживанию. Как правило, в номерах необходимо поддерживать температуру воздуха 26 °С при относительной влажности 50 % в летний период и 20 °С при относительной влажности 50 % в зимний период. При заселении иностранных гостей рекомендуется на пару градусов снизить летнюю температуру или повысить зимнюю [2].

Нагрев воды для нужд горячего водоснабжения составляет 20–25 % от общего потребления энергии, и большая часть нагрузки приходится на подогрев воды для принятия ванны или душа. Как правило, стоимость горячей воды занимает второе место в графе расходов энергии на гостиничных объектах. Утилизация и повторное использование теплового потенциала сточных вод позволит достигнуть значительного энергосбережения. Для обеспечения утилизации теплоты сточных может быть применена система Power-Pipe DWHRSystem [3], представляющая собой медную центральную трубу большого диаметра, с навивкой медными трубами меньшего диаметра. Конструкция устанавливается вместо вертикального участка внутренней канализации. По трубе большего диаметра транспортируются сточные воды, по трубе меньшего диаметра – холодная вода от источника водоснабжения к водонагревателю горячей воды. В результате происходит предварительный подогрев воды на нужды ГВС, что позволяет экономить до 40 % энергии, затрачиваемой на подогрев горячей воды Средний срок окупаемости, по оценке производителей, составляет от 2 до 6 лет.

Для обеспечения устойчивой работы вентиляции рекомендуется использовать гибридную схему вентиляции. Гибридная вентиляция является вариантом, совмещающим гравитационную и механическую системы.

Работа гравитационной (естественной) вентиляции приводит к завышенным потерям тепловой энергии в холодный период года, т.к. расчет системы производится при температуре наружного воздуха +5 °С. Поэтому при более низких температурах на улице необходимо либо регулировать производительность системы с помощью автоматики, либо делать это вручную. В противном случае перерасход тепловой энергии в системе отопления неизбежен. Однако внедрение системы автоматического регулирования для каждой естественной системы – процесс сложный и дорогостоящий. Поэтому наиболее эффективным в холодный период года представляется применение совместно с естественной и механической вентиляции с рекуперацией теплоты удаляемого воздуха. Безусловно, использование механической вентиляции требует больших инвестиционных расходов. Поэтому прежде чем принимать такой вариант системы, следует произвести технико-экономическую оценку предлагаемого

мероприятия. Гибридная база с вентилятором устанавливается в верхней части вентиляционного канала. Используемый вентилятор характеризуется низкими оборотами ротора, компрессией, близкой к естественной тяге, и небольшим потоком нагнетаемого воздуха.

Гибридный вентилятор может работать в непрерывном режиме или управляться датчиком давления. Когда преобладают благоприятные условия и происходит естественное движение воздуха, датчик давления выключает устройство. Основание установки должно быть сконструировано так, чтобы не нарушать естественное движение воздуха, и в благоприятных условиях воздух протекает, как в системе естественной вентиляции. Если условия изменяются на менее благоприятные и на улице ветер, который может вызвать обратную тягу, двигатель предотвращает очень быстрое вращение ротора. Если погода безветренная, двигатель приводит в движение вентилятор, который заставляет воздух приближаться к естественному. Необходимо предусматривать мероприятия, чтобы удаляемый воздушный поток не блокировался пылью и грязью, скопившейся на решетках в помещениях и дымоходах [4].

Для эффективной работы системы вытяжной вентиляции важно обеспечить необходимый приток воздуха. В большинстве случаев в окнах устанавливаются диффузоры, а под межкомнатной дверью оставляют щель. При использовании более эффективного устройства системы приточно-вытяжной вентиляции можно предусмотреть механическую компенсирующую приточную систему с рекуперацией тепла вытяжного воздуха.

Важной особенностью инженерных систем современных гостиниц является их интеллектуализация, то есть автоматизация, диспетчеризация, диагностика состояния и отказов всех основных элементов инженерии, программное управление и регулирование режимов работы. Все перечисленные мероприятия позволят сделать инженерные системы гостиничных и туристических комплексов энергоэффективными, надежными и привлекательными для людей.

1. Наумов, А. Л. Инженерные системы и микроклимат гостиниц / А. Л. Наумов // Hotel & Resort. – URL: **https://ratanews.ru/ hotels/hotels_17082006.stm**. (дата обращения: 20.09.2021). – Текст : электронный.

2. Джорджо Рекалькати. Отопительно-вентиляционные системы зданий гостиничного типа // АВОК. – 1999. – № 1.

3. Шонина, Н. А. Утилизация тепла сточных вод / Н. А. Шонина // Сантехника. – 2013. – № 1.

4. Крапивина, Е. В. Гибридная вентиляция / Е. В. Крапивина // Наука и образование сегодня. – 2020. – С. 20–21.

ОБ ОЧИСТКЕ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА В ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЬНИЦАХ

А.В. Вагина
Научный руководитель ***А.В. Гришкова****, канд. техн. наук, доцент*
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
г. Пермь

Вопросы проектирования систем вентиляции в лечебно-профилактических учреждениях всегда актуальны. Обосновывается это тем, что существует большое разнообразие лечебных учреждений по назначению и профилированию. У каждого направления свои требования и индивидуальные решения поставленных задач. В зависимости от уровня бактериальной обсемененности воздуха устанавливается соответствующий класс чистоты помещений [1]:

- класс А – особо чистые помещения (операционные);
- класс Б – чистые помещения (процедурные, перевязочные);
- класс В – условно чистые помещения (палаты, кладовая чистого белья);
- класс Г – грязные помещения (комнаты грязного белья, кладовая предметов уборки).

При проектировании инженерных систем нужно учитывать технологические, архитектурно-строительные особенности, а также санитарно-гигиенические условия воздушной среды. При проектировании больниц проектировщики сталкиваются с проблемой в области нормативно-справочной литературы, которая составляет более 50 документов. Стоит заметить, что при детальном изучении документов в них можно заметить разногласия, нехватку информации [2].

Согласно нормам, пациентов, находящихся в инфекционном отделении больниц, нужно изолировать в боксы с механической системой вентиляции. Устанавливать можно одну систему, если пациенты в палатах находятся с одинаковым заболеванием [1]. Все эти меры необходимы для предотвращения попадания микроорганизмов в незащищенные зоны. В инфекционных больницах приточные камеры должны быть оборудованы обеззараживающими фильтрами.

В атмосферном воздухе содержится пыль, сажа, вредные пары, пыльца, дым, бактерии, споры и другие микроорганизмы, количество которых зависит от географического месторасположения, направления ветра и времени года. Некоторые из указанных вредностей могут иметь растительное или органическое происхождение. При проектировании систем вентиляции следует учитывать каждый фактор качества наружного воздуха.

Требования, которые предъявляются к приему наружного воздуха [4]:

1. Прием воздуха осуществлять более 8 метров по горизонтали от мест сбора мусора, мест парковки, вблизи дорог, канализационных сооружений и других источников загрязнения.

2. Прием воздуха нельзя осуществлять со стороны фасада, который выходит на улицу с интенсивным движением.

3. Прием воздуха запрещается устанавливать вблизи мест вытяжки или мест с выделением других загрязнений.

4. Минимальное расстояние от нижней части приемного устройства до земли 3 метра или в 1,5 больше ожидаемой толщины снега.

5. Если приемное устройство располагается на крыше и концентрация с обеих сторон здания одинаковая, тогда приемное устройство располагается с наветренной стороны.

В воздухе, помимо мелких частиц дыма и сажи, содержатся бактерии и вирусы, обладающие значительной приспособляемостью: мелкие бактерии, например Wolbachia melophagi – имеет стержневую форму и размеры 0,3×0,6 мкм; крупные бактерии, например Achromatium oxaliferum – имеет размеры 5–33×15–100 мкм. Ряд видов бактерий являются носителем опасных заболеваний. Все вредные вирусы имеют настолько малые размеры (0,8–0,5 мкм), что большая часть из них не может быть задержана фильтрами [4]. Вирусы и бактерии в больницах часто вызывают эпидемии, и поэтому очистка приточного воздуха от них жизненно необходима.

Установлено, что значительная часть бактерий гибнет при ультрафиолетовом облучении. Наилучшее действие такой способ обработки оказывает при длине волны излучения 2537 λ. Свет, который имеет длину волны менее 2200 λ, может вызывать образование озона, что нежелательно. Мощность излучения, при которой гибнут бактерии, составляет 100 мкВт/см^2. Мощность излучения, которую переносят люди, 0,1 мкВт/см^2. Поскольку пыль является тенью для излучения, необходима очистка воздуха от пыли перед ультрафиолетовой обработкой.

Системы вентиляции воздуха помещений классов А и Б следует оснащать трехступенчатой системой очисти и обеззараживания приточного воздуха, помещения других классов допускается оснащать двухступенчатой системой.

Первая ступень очистки защищает вторую более дорогую ступень от загрязнений крупными пылевыми частицами размером 5–10 мкм, что может увеличить ресурс работы второй ступени более чем в два раза.

В качестве второй степени очистки используется ячейковый (угольный) фильтр. Он очищает воздух от запахов и газообразных загрязнений. Применение такого фильтра повышает качество воздуха, что соответствует нормам в помещениях с завышенными требованиями. Фильтр состоит из стального корпуса, внутри него складками уложен фильтрующий материал.

Третья ступень очистки – ФБО. ФБО устанавливается в помещениях класса чистоты «А» и «Б». Поток ультрафиолетового излучения проходит сквозь воздух, так осуществляется бактерицидная обработка. Так как ФБО находится в самом воздуховоде, то специальных мер для безопасности людей не требуется.

Фильтры ступеней очистки 1, 2 и 3 размещают следующим образом:

Ступень 1 – в приточных камерах систем вентиляции. Наружный воздух в первую очередь проходит через фильтр, а затем поступает в камеру, тем самым фильтр защищает элементы установки.

Ступень 2 – в самой системе вентиляции, недалеко от выхода воздуха из приточной камеры, защищает воздуховод от частиц.

Ступень 3 – как можно ближе к обслуживаемому помещению или в самом помещении после устройства обеззараживания воздуха.

На рисунке приведена разработанная схема системы приточной вентиляции, имеющая все ступени очистки приточного воздуха для двух помещений: класса А и класса Б соответственно. Помещение класса А имеет трехступенчатую очистку приточного воздуха, помещение класса Б имеет двухступенчатую очистку приточного воздуха. В приточной камере МПК–500 находится фильтр первой ступени, после нее следует фильтр второй ступени – УФ (угольный фильтр) и в помещении класса А установлен фильтр третей ступени ФБО (фильтр бактерицидной обработки).

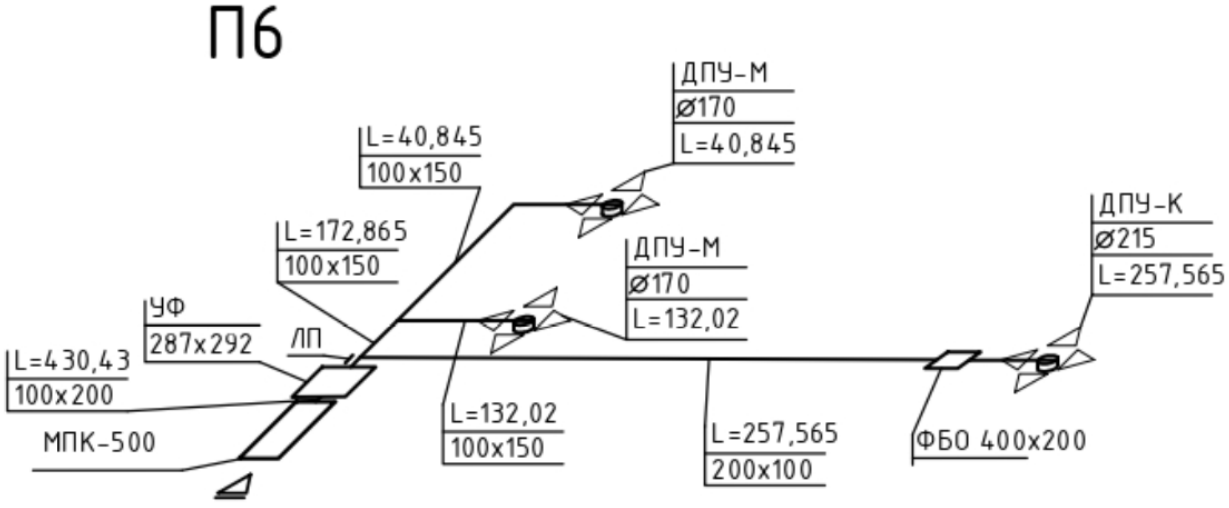


Рис. Аксонометрическая схема приточной системы вентиляции

Качественная очистка наружного воздуха является одной из главных задач при проектировании систем вентиляции. Обеспечить нормативные показатели, требуемые параметры микроклимата различных классов чистоты – большая и трудная работа, которую необходимо выполнять на всех стадиях от проектирования до эксплуатации.

1. СП 158.13330.2014. Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования – Москва, 2014. – 122 с .

2. Современные технологии в строительстве: теория и практика : материалы XIII Всероссийской молодежной конференции аспирантов, молодых ученых и студентов / издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета. – Пермь, 2021. – 262 с.

3. ГОСТ Р ЕН 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования – Москва : Стандартинформ, 2008. – IV, 24 с.

4. Захарова, Н. Г. Краткий курс по микробиологии, вирусологии и иммунологии : учебное пособие / Н. Г Захарова, В. И. Вершинина, О. Н Ильинская. – Казань, 2015. – 75 с. – Текст : непосредственный.

ИЗМЕНЕНИЕ СХЕМЫ ЗАПОЛНЕНИЯ ПОЖАРНЫХ ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ ШЕКСНИНСКОГО ЛПУМГ

А.А. Ионова

Научный руководитель ***А.Г. Гудков****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На предприятии вода необходима для производственных, хозяйственно-бытовых, питьевых нужд, а также на заполнение пожарных резервуаров. Чтобы обеспечить предприятие надежным и качественным водоснабжением, Шекснинским ЛПУМГ используется подача воды из артезианских скважин. Такие скважины поднимают подземные артезианские воды на поверхность. Артезианскими называют подземные напорные воды, залегающие между водонепроницаемыми слоями. Эти источники располагаются внутри пластов, состоящих из горных или осадочных пород. Глубина их залегания до 1000 м. Они не питаются грунтовыми водами, поскольку залегают гораздо глубже и находятся между водоупорными слоями. Артезианская вода представляет ценность в качестве источника питья. По сравнению, например, с грунтовой, она нуждается в меньшей фильтрации. В артезианской скважине также меньше бактерий и вирусов, низкая концентрация примесей.

Целью работы является изучение и оценка экономической эффективности организации ресурсосбережения путем исключения затрат артезианской воды на помывку автотранспорта, хозяйственно-питьевых нужд зданий СЭБ (служебного эксплуатационного блока) КЦ-4, Ремзоны КЦ-2, в том числе экономия средств предприятия.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- изучить технологию заполнения пожарных емкостей;
- сделать графическую схему сброса воды;
- провести расчет экономического эффекта.

Артезианская вода на предприятии используется на промывку фильтров «Деферрит-50К», «АКВА/ФО» и «АКВА/ФИО». В настоящее время вода с промывки поступает сразу в дренаж, без повторного использования.

Для организации водооборота предлагается направить промывные воды на заполнение (частичное пополнение) пожарных емкостей (объемом 700 м^3 каждый). Что как раз и приведет к сбережению артезианских вод.

Для изменения схемы сброса воды предлагается монтаж дренажной линии (перемычки) от фильтров до существующего трубопровода в здании на заполнение резервуаров противопожарного запаса воды с установкой запорной арматуры. Схема перемычки представлена на рисунке ниже.

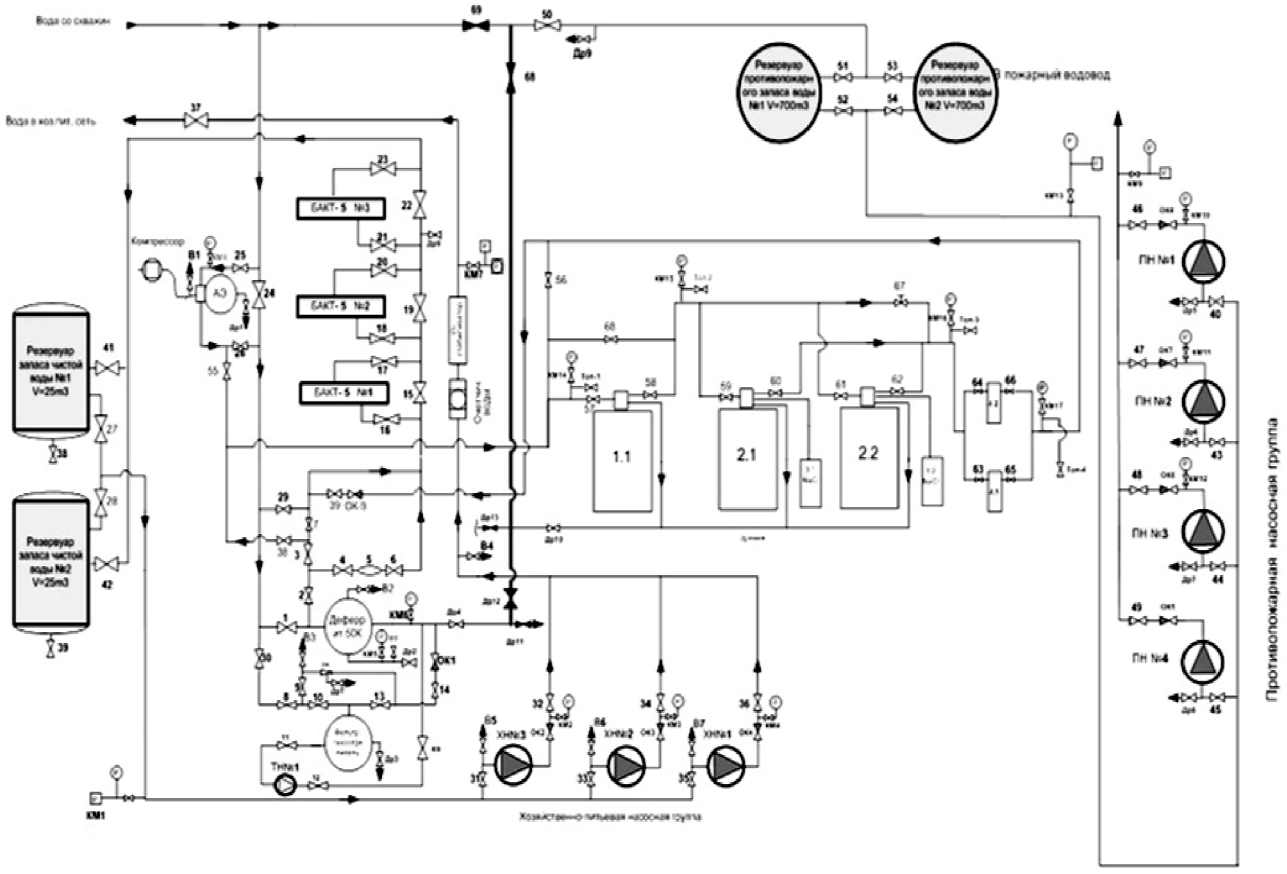


Рис. Схема изменения сброса воды

За календарный год, согласно режимным картам, выполнен отбор промывной воды после фильтров: «Деферрит-50К», «АКВА/ФО», «АКВА/ФИО» на заполнение (частичное пополнение) противопожарных резервуаров воды.

В качестве базы для сравнения выбран вариант с заполнением противопожарных резервуаров воды исключительно с артезианских скважин, без ис-

пользования промывной воды на пополнение. Результаты экономических расчетов представлены в таблице ниже.

Экономический эффект от внедрения проекта находится по формуле:

$$Э = (s \cdot b) - З, \text{ руб.},$$

где s – себестоимость артезианской воды, руб/м^3; b – количество воды, использованной на промывку фильтров «Деферрит-50К», «АКВА/ФО», «АКВА/ФИО», м^3; $З$ – затраты на монтаж трубопровода на заполнения пожарной емкости, руб.

$$Э = 2779{,}36 \cdot 916{,}15 - 16648{,}88 = 2530634{,}56 \text{ руб.}$$

Таким образом, фактический экономический эффект от использования предлагаемых изменений в схеме заполнения пожарных емкостей составляет более 2,5 миллионов рублей (табл.).

Таблица

Исходные данные и стоимостные показатели проекта

Показатели	С проектом		
	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб
Количество воды, использованной на промывку фильтров за календарный год, м^3	916,5	2779,36	2547283,44
Кран шаровой ПП 50, шт.	4	1320,66	5282,64
Угол ПП 50×90, шт.	8	107,88	863,04
Труба ПП 50×8,3, шт.	20	292,0	5840
Тройник ПП 50, шт.	2	134,85	269,7
Муфта ПП 50, шт.	3	73,95	221,85
Кран стальной, шт.	1	2837,94	2837,94
Муфта комбинированная, шт.	1	992,67	992,67
Крепление, шт.	8	42,63	341,04
Итого затраты	16648,88		
Экономический эффект	**2530634,56**		

По результатам проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

- сбережение артезианской воды путем изменения схемы заполнения пожарных резервуаров имеет значительный экономический эффект для предприятия;

- за счет этого достигается экономия средств предприятия, экономический эффект по продлению ресурсного срока службы оборудования, участвующего в подаче воды, а также трудозатрат эксплуатирующего персонала.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

В.А. Куницкий
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для математического моделирования тепловой работы разработанного теплообменного аппарата использовался метод конечных разностей [1]. При данном методе происходит замена физической модели пространства-времени с непрерывно изменяющимися значениями пространства и времени на модель с дискретно изменяющимися значениями пространства и времени.

В данной работе рассматривалось температурное распределение внутри двух одномерных потоков воды, между которыми происходит теплообмен по всей длине потоков [2].

Для записи аналога дифференциального уравнения теплопроводности в используемой модели пространства-времени применяются специальные алгебраические уравнения, из которых составляется конечно-разностная схема.

Для записи конечно-разностной схемы необходимо выбрать шаблон разностной схемы. В данной работе был выбран четырехточечный шаблон явной конечно-разностной схемы, представленный на рисунке 1. По оси ординат расположена временная ось, а по оси абсцисс расположена пространственная ось.

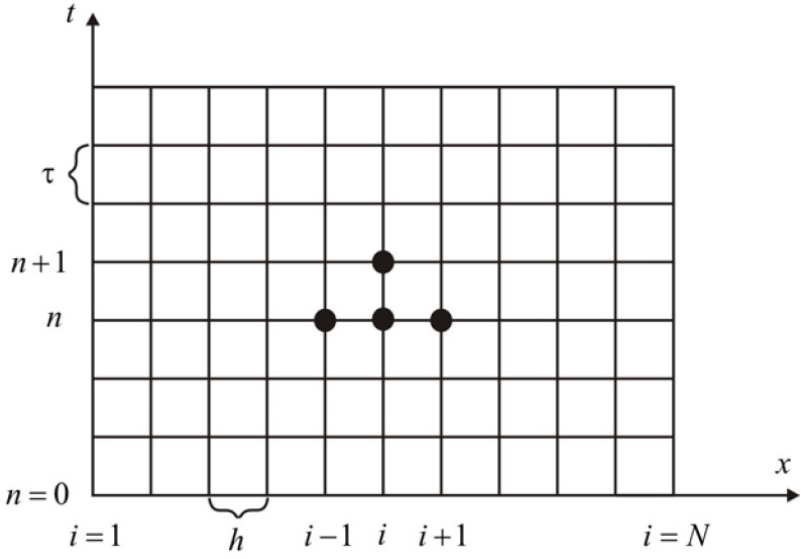


Рис. 1. Явная разностная схема (четырехточечная) на пространственно-временной сетке

При использовании данного шаблона значения температуры на следующем временном слое зависят от трех значений температуры на предыдущем временном слое. Данная явная схема требует выполнения условия устойчиво-

сти для получения температурного распределения внутри потоков, соответствующего истинной сущности физического процесса распределения теплоты.

Для расчета значений температуры на всех временных слоях использовалось программное обеспечение MathcadPrime [3]. Результатом математического моделирование стали два массива данных, в которых «столбец» представляет совокупность значений температуры в конкретной пространственной точке в разные моменты времени (на разных временных слоях), а «строка» представляет собой множество значений температуры во всех точках в один и тот же момент времени (на определенном временном слое).

Зная начальное распределение температуры внутри потоков и значения температуры на границах потоков, можно найти значения температуры на всех временных слоях массива данных – то есть решить задачу.

Математическая модель описывает два режима работы теплообменного аппарата: нестационарный и стационарный. При нестационарном режиме работы значения температуры на соседних временных слоях в одной и той пространственной точке отличаются друг от друга – происходит процесс нагревания или остывания. Пример данного режима работы в виде массива данных представлен на рисунке 2.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5.042	5.042	5.042	5.042	5.042	5.042	5.042
2	5	5.07	5.084	5.084	5.084	5.084	5.084	5.084
3	5	5.088	5.121	5.126	5.126	5.126	5.126	5.126
4	5	5.101	5.152	5.166	5.168	5.168	5.168	5.168
5	5	5.109	5.177	5.203	5.209	5.209	5.209	5.209
6	5	5.114	5.196	5.236	5.249	5.251	5.251	5.251

Рис. 2. Значения температуры при нестационарном режиме работы теплообменного аппарата, описываемые математической моделью

При достижении стационарного режима работы значения температуры на соседних временных слоях в одной и той пространственной точке совпадают – значения температуры не меняются со временем. Пример стационарного режима работы в виде массива данных представлен на рисунке 3.

	0	1	2	3	4	5	6	7
1242	5	5.093	5.186	5.279	5.372	5.464	5.556	5.648
1243	5	5.093	5.186	5.279	5.372	5.464	5.556	5.648
1244	5	5.093	5.186	5.279	5.371	5.464	5.556	5.648
1245	5	5.093	5.186	5.279	5.371	5.464	5.556	5.648
1246	5	5.093	5.186	5.279	5.371	5.464	5.556	5.648
1247	5	5.093	5.186	5.279	5.371	5.464	5.556	5.648

Рис. 3. Значения температуры при стационарном режиме работы теплообменного аппарата, описываемые математической моделью

Анализ полученного результата математического моделирования тепловой работы теплообменника при разных режимах работы позволяет сделать вывод, что данная математическая модель корректно отражает сущность физического процесса распределения теплоты внутри потоков.

1. Лукин, С. В., Куницкий, В. А. Разработка способа высокоэффективного горячего водоснабжения с помощью утилизации теплоты канализационных вод / С. В. Лукин, В. А. Куницкий // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте : материалы XV международной научно-технической конференции (8 декабря 2020 г.) – С. 145–148.

2. Куницкий, В. А. Способ децентрализованного горячего водоснабжения с утилизацией теплоты воды, сливаемой из душевых устройств / В. А. Куницкий // Вестник ВоГУ. – 2019. – № 4 (6). – С. 54–57.

3. Кирьянов, Д. В. Mathcad 15/Mathcad prime 1.0 / Д. В. Кирьянов. – Санкт-Петербург : БХВ-ПЕТЕРБУРГ, 2012. – 432 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ, ОТВОДИМОЙ В СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

И.Н. Лебедев
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время жидкая сталь, получаемая в конверторах или электродуговых печах, разливается на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). МНЛЗ является современным высокотемпературным металлургическим агрегатом, в котором температура жидкой стали, подаваемой в кристаллизатор МНЛЗ, составляет примерно 1550 °С. Основная технологическая задача МНЛЗ – превратить жидкую сталь в твердую заготовку правильной формы, для чего нужно отвести от металла значительное количество теплоты. Так, на пяти слябовых криволинейных МНЛЗ ЧерМК ПАО «Северсталь» разливается примерно 10 млн тонн стали в год. Количество теплоты, поступающее с жидкой сталью в кристаллизаторы МНЛЗ в единицу времени, в среднем составляет 1500 ГДж/ч, или 1,3 ГДж на 1 тонну жидкой стали. Примерно треть поступившей теплоты отводится в системе охлаждения МНЛЗ и далее теряется в окружающей среде. Использование даже части этой теплоты, например в системе теплоснабжения предприятия, может дать значительный энергетический, экологический и экономический эффекты [1].

На рисунке 1 изображена схема криволинейной МНЛЗ.

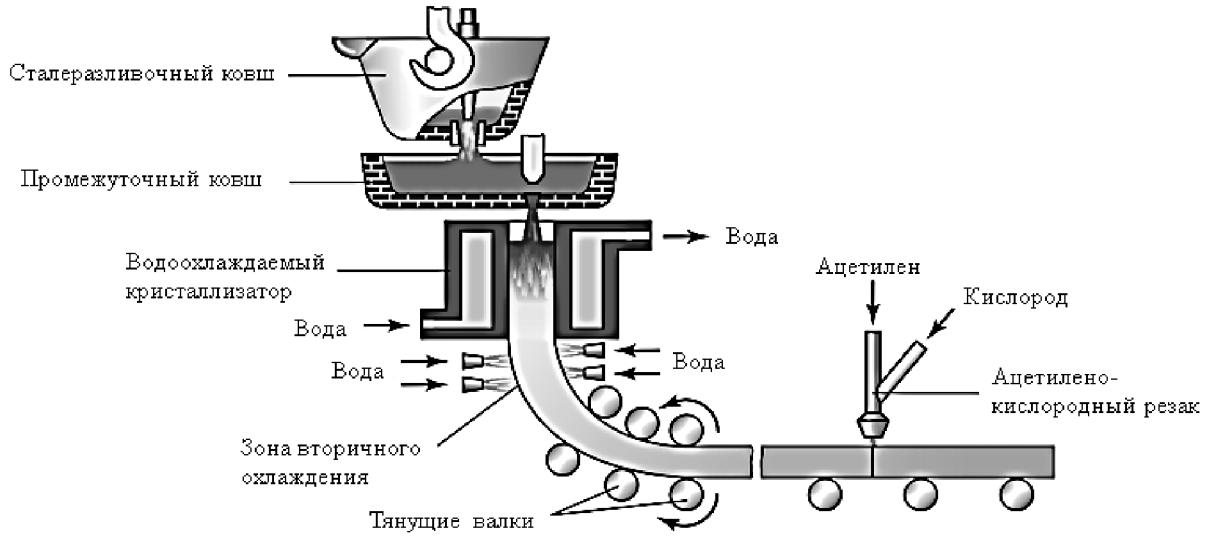


Рис. 1. Схема криволинейной МНЛЗ

Криволинейная МНЛЗ состоит из радиального, криволинейного и горизонтального участков. Жидкая сталь из разливочного ковша поступает в промежуточный ковш, а из него через разливочный стакан в кристаллизатор. В кристаллизаторе происходит формирование оболочки непрерывного слитка. Сформировавшийся в кристаллизаторе слиток с затвердевшей оболочкой попадает в зону вторичного охлаждения (ЗВО), где осуществляется его дальнейшее охлаждение с помощью водяных или водовоздушных форсунок.

Для предохранения слитка от раздутия (выпучивания) в результате действия ферростатического давления ЗВО оборудуется специальной поддерживающей системой в виде роликов, брусьев и др. Затем слиток проходит через правящую и тянущую клети в зону резки, на выходе из которой получается готовый сляб.

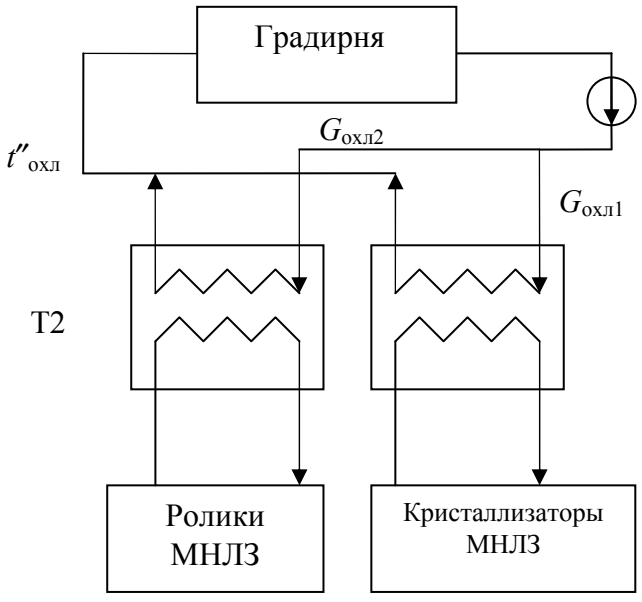


Рис. 2. Схема охлаждения оборудования МНЛЗ химочищенной водой

Вся теплота, отводимая в системе охлаждения МНЛЗ, в настоящее время теряется в окружающей среде. Наиболее просто, т.е. с наименьшими дополнительными капитальными затратами, можно использовать теплоту, отводимую кристаллизаторами и роликами, которые на современных МНЛЗ охлаждаются химически очищенной водой по схеме, показанной на рисунке 2.

В схеме охлаждающая техническая вода с расходом $G_{охл}$ и температурой $t'_{охл}$ поступает с градирни и разделяется на два потока. Один поток с расходом $G_{охл1}$ направляется в поверхностные водоводяные теплообменники Т1, где нагревается, одновременно охлаждая химически очищенную воду с расходом $G_{кр}$, нагретую в кристаллизаторах МНЛЗ от температуры $t''_{кр}$ до $t'_{кр}$. Другой поток с расходом $G_{охл2}$ направляется в поверхностные водоводяные теплообменники Т2, где также нагревается, одновременно охлаждая химически очищенную воду с расходом $G_{рол}$, нагретую в роликах МНЛЗ от температуры $t''_{рол}$ до $t'_{рол}$. Нагретые потоки $G_{охл1}$ и $G_{охл2}$ смешиваются, и суммарный поток с расходом $G_{охл}$ и температурой $t''_{охл}$ направляется для охлаждения в градирню. В данной схеме вся теплота, отводимая с охлаждающей водой в роликах и кристаллизаторе, сбрасывается в градирне.

Хотя теоретически МНЛЗ должны работать непрерывно и равномерно, на практике МНЛЗ приходится иногда останавливать, например когда изменяют сечение разливаемых слябов. Также при переходных режимах разливки скорость вытягивания слябов может значительно изменяться. Все это приводит к тому, что выход теплоты от кристаллизаторов и роликов МНЛЗ не остается постоянным, а может снижаться или увеличиваться, иногда значительно, относительно его среднего выхода. Поскольку в кристаллизаторах и роликах охлаждающую химически очищенную воду можно нагреть до температуры, как правило, не выше 100 °С [2], то наилучшее использование теплоты, отводимой кристаллизаторами и роликами, – это подогрев сетевой воды, используемой для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и кондиционирования промышленных и коммунально-бытовых потребителей. Известно, что отопительная и вентиляционная тепловая нагрузка отличается большой сезонной неравномерностью, а нагрузка на горячее водоснабжение – суточной неравномерностью [3].

В связи с неравномерным выходом теплоты от МНЛЗ, а также неравномерной тепловой нагрузкой, наиболее удобной схемой, позволяющей использовать теплоту, отводимую кристаллизаторами и роликами, является схема, показанная на рисунке 3.

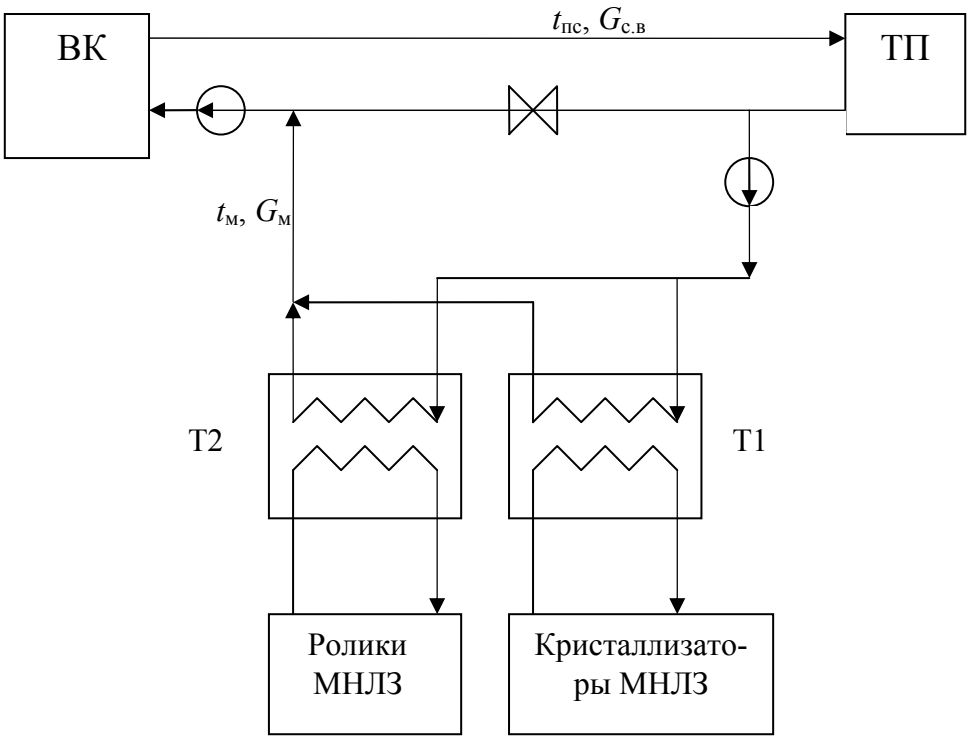


Рис. 3. Схема использования теплоты, отводимой в кристаллизаторах и роликах МНЛЗ

От водогрейной котельной (ВК) к тепловым потребителям (ТП) по прямому теплопроводу подается прямая сетевая вода с расходом $G_{с.в}$ и температурой $t_{пс}$. Значение температуры $t_{пс}$ существенно зависит от температуры наружного воздуха и температурного графика, по которому работает тепловая сеть [3]. Как правило, для целей горячего водоснабжения, величина $t_{пс}$ не должна быть ниже 70 °С, а максимальное значение температуры $t_{пс}$ обычно составляет 130÷150 °С. От тепловых потребителей обратная сетевая вода возвращается по обратному теплопроводу с температурой $t_{ос}$, значение которой также зависит от температуры наружного воздуха. Максимальное значение температуры $t_{ос}$ обычно не превышает 50÷70 °С [3].

Если расход сетевой воды $G_{с.в}$ не превышает суммарного расхода охлаждающей воды $G_{охл}$ на кристаллизаторы и ролики всех МНЛЗ при обычной схеме охлаждения, то вся обратная сетевая вода в количестве $G_м = G_{с.в}$ направляется в промежуточные теплообменники МНЛЗ, включенные параллельно: поток сетевой воды с расходом $G_{м1}$ проходит теплообменники Т1, входящие в контур охлаждения кристаллизаторов, поток сетевой воды с расходом $G_{м2}$ проходит через теплообменники Т2, входящие в контур охлаждения роликов. Затем потоки $G_{м1}$ и $G_{м2}$ смешиваются и получается общий поток сетевой воды с расходом $G_м$ и температурой $t_м$, которая по условиям нормальной работы оборудования не должна превышать 95÷100 °С. Подогретая в теплообменниках сетевая вода направляется в водогрейную котельную, где нагревается до нужной температуры $t_{пс}$.

Если расход сетевой воды $G_{с.в}$ превышает суммарный расход охлаждающей воды $G_{охл}$ на кристаллизаторы и ролики всех МНЛЗ при обычной схеме охлаждения, то расход сетевой воды $G_м$, направляемый для подогрева в теплообменники МНЛЗ, следует принимать равным $G_{охл}$, т.е. $G_м = G_{охл}$, чтобы обеспечить нормальный гидравлический режим работы теплообменников. При этом часть обратной сетевой воды в количестве $G_{с.в}–G_м$ возвращается на котельную, минуя теплообменники МНЛЗ.

В статье рассмотрена схема, позволяющая использовать для нужд отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и кондиционирования в системе теплоснабжения предприятия теплоту, отводимую кристаллизаторами и роликами машин непрерывного литья заготовок.

В дальнейшем следует рассмотреть тепловые характеристики промежуточных теплообменников, в которых охлаждается химически очищенная вода, нагретая в роликах и кристаллизаторах МНЛЗ, и подогревается обратная сетевая вода. Используя данные характеристики можно выбрать рациональные расходы сетевой воды, проходящей через данные теплообменники, при которых обеспечивается надежная тепловая работа оборудования МНЛЗ.

1. Лукин, С. В. Утилизация низкопотенциальной теплоты в системе охлаждения машины непрерывного литья заготовок / Лукин С. В., Кибардин А. Н., Мухин В. В. // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2012. – № 2 (38). – Т. 1. – С. 11–14.

2. Лукин, С. В. Использование теплоты охлаждения стали, разливаемой на машинах непрерывного литья заготовок, в системе теплоснабжения предприятия / Лукин С. В., Поселюжный Д. В., Кибардин А. Н / Промышленная энергетика. – 2013. – № 5. – С. 7–9.

3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – Москва, 2001. – 472 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

М.М. Лукинов

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Переработка отходов различного происхождения – тяжелый технологический процесс, требующий применения передовых технических решений. Однако данный процесс имеет не только экологическую и социальную значимость для российского сообщества, но и экономический эффект для предприятий, которые занимаются производством электроэнергии при помощи переработки и утилизации мусора.

Целью данной работы является исследование процессов переработки твердых отходов при производстве электрической энергии, а также анализ эффективности данной технологии.

На подвижной колосниковой решетке, которая охлаждается воздухом, происходит сжигание отходов при максимальной температуре в зоне горения 1260 °С.

После высокотемпературного сжигания отходов главной задачей стоит очистка дымовых газов от диоксинов. В работе К.В. Ладыгина [1] приведена таблица показывающая зависимость содержания диоксинов от метода сжигания (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость содержания диоксинов от метода сжигания

Метод сжигания	Концентрация диоксинов в воздухе, нг/м^3	Производительность установки, кг отходов/ч	Максимальная концентрация диоксинов в воздухе, пг/м^3
Однокамерная печь без камеры дожига	952,87	100	57
Двухкамерная печь с камерой дожига (1 с)	565,26	100	35
Вращающаяся печь, 700°С (1 с)	161,5	500	10,87
Вращающаяся печь, 700°С (3 с)	20,9	500	1,42
Двухкамерная печь с сухим скруббером (2 с)	12,43	100	0,77
Двухкамерная печь с влажным скруббером (2 с)	2,1	100	0,13
Двухкамерная печь с сухим скруббером и автоматическим управлением (2 с)	0,32	100	0,02
Высокотехнологическая печь (2 с) с высокой турбулентностью, 850/1000°С, с контролем загрязнения	0,16	100	0,01
Высокотехнологичное сжигание опасных отходов с контролем загрязнения и показывающее соответствие предельным значением	0,12	100	0,0074

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что одним из самых эффективных способов сжигания мусора с точки зрения экологии является высокотехнологическая печь (2 с) с высокой турбулентностью, 850/1000°С, с контролем загрязнения.

Во-первых, в течении 2 секунд при температуре свыше 850°С происходит нейтрализация диоксинов и оксидов азота во время нагрева дымовых газов. Во-вторых, при помощи гашеной извести и активированного угля, происходит очистка в реакторе от органических веществ и тяжелых металлов. На этой стадии разрушаются вторичные диоксины, которые образуются при охлаждении дымовых газов на выходе из котла. И на последнем этапе производится очистка дымовых газов в рукавном фильтре.

Получаемый в котле пар направляется в турбогенератор для производства электроэнергии, которая поставляется в сеть. На собственные нужды завода расходуется 5–10 % производимой энергии. После турбины пар по трубам направляется в конденсатор, где преобразуется обратно в воду и возвращается в котел, таким образом, продолжая работать в замкнутом цикле.

Шлак, который образуется в котле, имеет такой же класс опасности, как и несортированные отходы. Шлак направляется на охлаждение, а послезагружается на ленточный транспортер. Из шлака отбираются черные и цветные металлы, которые впоследствии направляются на переработку.

Производительная эффективность одного мусоросжигательного завода на примере федерального проекта «Энергия из отходов» приведена в таблице 2.

Таблица 2

Производительная эффективность мусоросжигательного завода

Ежегодная переработка ТКО, тн	700 000
Выработка электроэнергии на 1 тн ТКО, КВт*ч	690
Суммарное обеспечение жителей электроэнергией, чел.	250 000
Полезные ресурсы, применяемые в разных отраслях	Черный и цветные металлы, шлак

Таким образом, строительство современных мусоросжигательных заводов становится в ряд с возобновляемыми источниками энергии. Благодаря грамотно составленному технологическому процессу, новому оборудованию появление таких заводов оказывает влияния на экологическую, экономическую, технологическую и социальную сферу жизни населения страны.

1. Ладыгин, К. В. К вопросу предварительной оценки и методов снижения содержания диоксинов в отходящих газах установок тремоокислительного обезвреживания медицинских отходов / К. В. Ладыгин, Н. Д. Осветицкая, Ю. А. Рахманов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 2. – URL: http://economics. ihbt.ifmo.ru/file/article/11102.pdf (дата обращения: 20.11.2021).

2. Картамышева, Е. С., Иванченко, Д. С. Новые технологии переработки отходов производства в современном мире / Картамышева Е. С., Иванченко Д. С. // Молодой ученый. – 2017. – № 51. – С. 315

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ГОРОДЕ ПЕРМИ

Д.А. Мазунина
Научный руководитель ***А.В. Гришкова,*** *канд. техн. наук, доцент*
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
г. Пермь

В современных городах продолжается активное строительство жилых зданий и микрорайонов. Они, как правило, находятся вблизи уже существующих и эксплуатируемых объектов. Такая близость к существующей застройке, с одной стороны, удобна, так как не требует значительных капиталовложений для прокладки тепловых сетей. С другой стороны, централизованный источник тепловой энергии при этом должен иметь значительный профицит тепловой мощности. Поэтому целесообразно рассмотреть вариант снижения теплопотребления новой застройки, чтобы не вводить в строй новые источники, в частности котельные, которые будут усугублять экологическую обстановку в городе.

Для исследования возможности использования гибридной системы теплоснабжения жилой застройки в климатических условиях города Перми был выбран жилой квартал с 5-, 6- и 13-этажными жилыми домами. Схема квартала представлена на рисунке.

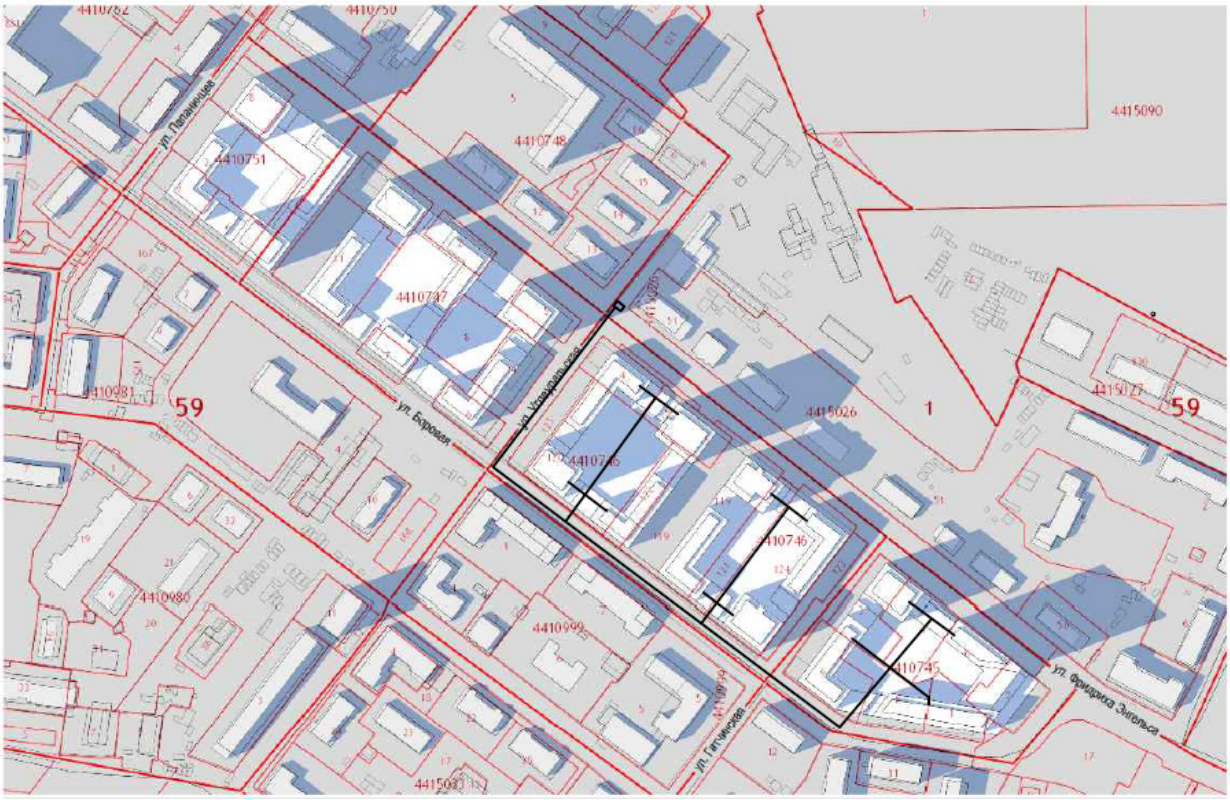


Рис. Проектируемый жилой квартал

Вблизи квартала находятся магистральные теплофикационные трубопроводы. Источником тепловой энергии является ТЭЦ, где существует профицит тепловой мощности. Однако отопительный сезон 2020–2021 показал, что этот профицит незначительный. После предварительного анализа теплопотребления новых абонентов и потенциала природных ресурсов энергии было принято решение об использовании в качестве дополнительного источника энергии грунтового теплового насоса.

Расчет теплового насоса выполнен в соответствии с методикой [1]. Предварительно определялись нагрузки на системы отопления и горячего водоснабжения, а также расчетные расходы теплоносителя в соответствии с методиками [2, 3]. Для проектирования принята 2-ступенчатая смешанная схема подключения подогревателей горячего водоснабжения с независимым присоединением отопления. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные тепловые нагрузки и сетевые расходы абонентов

№	Назначение здания	Тепловая нагрузка на систему ГВС, Qh' Вт	Тепловая нагрузка на систему отопления, Qot' Вт	Расчетный сетевой расход теплоносителя, Gd, кг/ч
1	5-этажный, жилой	174555	177965	2782
2	6-этажный, жилой	169614	200851	3140
3	13-этажный, жилой	370112	321500	5026
4	5-этажный, жилой	174555	177965	2782
5	13-этажный, жилой	370112	321500	5026
6	6-этажный, жилой	169614	200851	3140
7	6-этажный, жилой	169614	200851	3140
8	13-этажный, жилой	370112	321500	5026
9	13-этажный, жилой	370112	321500	5026
10	13-этажный, жилой	370112	321500	5026
11	6-этажный, жилой	169614	200851	3140
12	5-этажный, жилой	174555	177965	2782

Анализ полученных нагрузок и предварительный подбор теплообменников горячего водоснабжения позволил предложить следующую схему работы теплообменников: тепловые насосы будут работать в зимний период вместе с 1 ступенью теплообменника горячего водоснабжения (ГВС), 2 ступень теплообменника ГВС в зимний период будет отключена. Расход теплоносителя, который необходимо догреть тепловым насосом, и мощность, на которую необходимо подобрать тепловой насос, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета теплового насоса

Назначение здания	Расход теплоносителя, Gd, кг/ч	Мощность теплового насоса, кВт
5-этажный, жилой	201,4	14,1
6-этажный, жилой	316,7	22,1
13-этажный, жилой	1103,7	77

Полученные данные позволили провести экономическую оценку гибридной системы: оценить необходимые капиталовложения, эксплуатационные затраты и произвести расчет рентабельности внедрения теплового насоса (расчет производился без учета НДС). Инвестиционные затраты составили 2315 тыс. руб. Экономия денежных средств за счет внедрения теплового насоса – 2079 тыс. рублей/год. Период окупаемости рассчитан по формуле:

$$n = \frac{K}{Д - T},$$

где Д – ожидаемый доход от энергосбережения, равный 1581000 руб/год;

К – сметная стоимость энергосберегающего устройства, равная 644166 руб/год;

Т – текущие затраты связанные с эксплуатацией устройства, равные 1552000 руб/год;

Срок окупаемости технического решения с тепловым насосом составил 22 года, при нормативном сроке эксплуатации индивидуального теплового пункта 10 лет.

Таким образом, установка теплового насоса в настоящее время нецелесообразна. Стоимость теплового насоса колеблется в интервалах от 190 тыс. руб. до 1 млн руб., что является значительной частью сметной стоимости оборудования ИТП. Кроме срока окупаемости ИТП для этого варианта следует учитывать стоимость сложность монтажа грунтового коллектора и обслуживание системы в целом.

По мере увеличения высоты здания процент покрытия нагрузки на горячее водоснабжение за счет теплового насоса возрастает. Так, для 13-этажного дома эта доля составляет 21 %, для 6-этажного– 10 %, для 5-этажного – всего 8 %. Поэтому вариант гибридной системы теплоснабжения имеет смысл рассматривать только для высотных зданий – не менее 24 этажей.

1. Инновационные технологии и оборудование систем теплогазоснабжения и вентиляции. Часть 1. Проектирование теплонасосной системы теплоснабжения жилого дома / С. С. Топорен, О. Н. Зайцев. – Симферополь, 2019. – 88 с.

2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Москва, 2012. – 100 с.

3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – Изд. 8-е стереот. – Москва : МЭИ, 2006. – 473 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПОСЛЕ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ

А.В. Майоров
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время низкопотенциальные внутренние энергетические ресурсы практически не используются и просто сбрасываются в атмосферу, а для теплоснабжения используется горячая вода от ТЭЦ или котельной, где нужно сжигать топливо. Если взять крупную коксовую батарею на ПАО «Северсталь» производительностью 1 млн т кокса в год, то расход топлива на нее составит примерно 100 тыс. т.у.т./год, примерно 10–15 % от теплоты топлива сейчас теряется с уходящими газами (т.е. 10–15 тыс. т.у.т. в год). Продукты горения с температурой 300–500 °С удаляются в дымовую трубу. Установив кожухотрубчатый теплообменник в канале продуктов сгорания (борове), можно охладить газы до 100 °С и подогреть сетевую воду до 50–130 °С. Далее уже подогретую воду можно использовать на нужды отопления, горячего водоснабжения и вентиляции.

На основе имеющихся данных о коксовых батареях было определено количество теплоты, которую нужно утилизировать, она составит от 9 до 6,4 МВт теплоты в зависимости от температуры уходящих газов.

По методике, описанной в [2], был произведен расчет секций теплообменника при температуре уходящих газов $t_{ух}$ = 120 °С, конструктивные характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Конструктивные характеристики теплообменника

Площадь проходного сечения для газов в пучках труб $f_г$, м^2	5,5
Длина труб в секциях $l_{тр}$, м	4,3
Площадь поверхности теплообмена одной секции $F_{сек}$, м^2	58,4
Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м^{2}К)	53,0
Площадь поверхности теплообмена оребренной трубы $F_{тр}$, м^2	3,6
Площадь поверхности нагрева F, м^2	1267,5
Число секций по ходу газов в поверхности нагрева Z	6
Число рядов труб в поверхности нагрева z	12

Температура уходящих газов находиться в диапазоне 80–160 °С. На графике (рис.) представлена зависимость удельной величины тепловой нагрузки теплообменника от температуры уходящих газов.

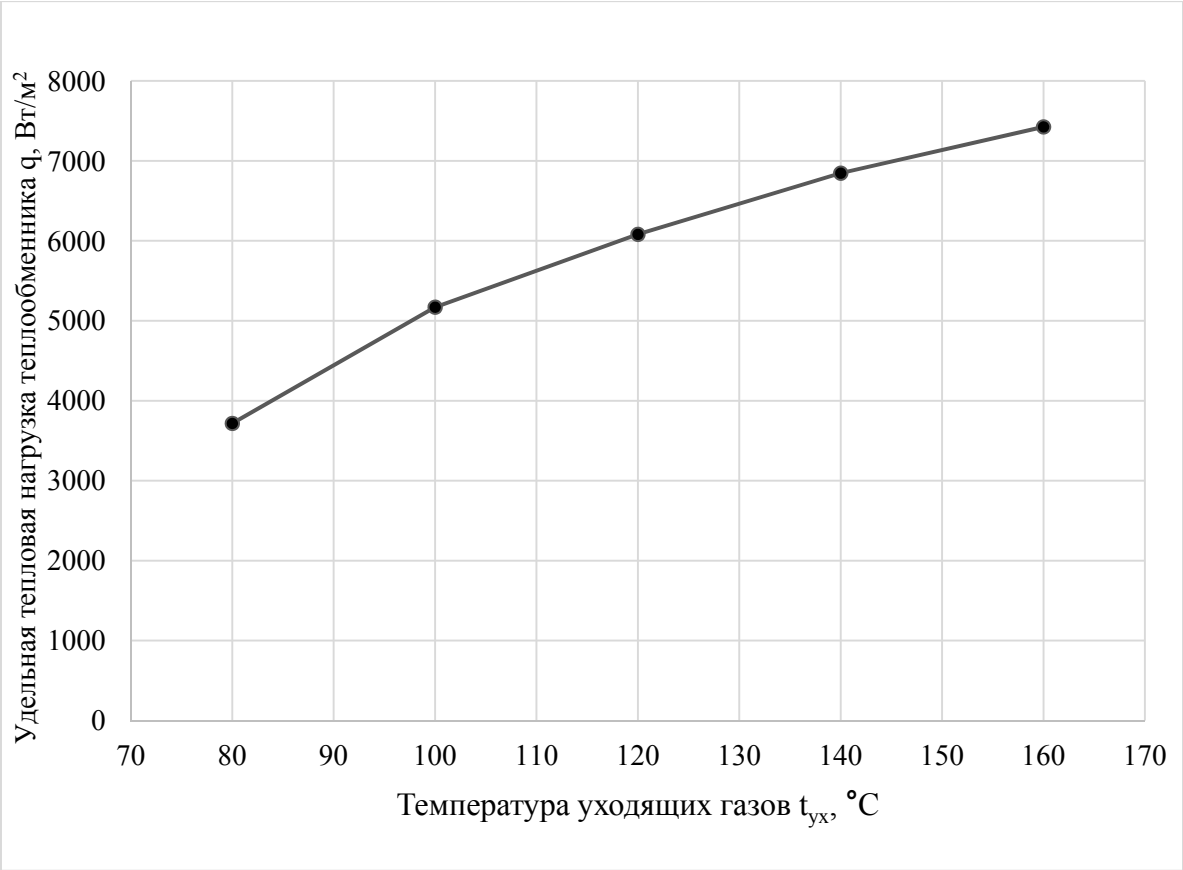


Рис. График зависимости удельной величины тепловой нагрузки теплообменника от температуры уходящих газов

Из рисунка можно сделать вывод, что чем больше температура уходящих газов, тем меньше площадь поверхности теплообменника, следовательно, затраты на его конструкцию будет меньше.

В настоящее время на ПАО «Северсталь» почти вся теплота на отопление, ГВС и вентиляцию отпускается от ТЭЦ-ПВС, причем теплота отпускается как на завод, так и на город. На город теплоту отпускают также котельные, работающие на природном газе. Тепловые вторичные энергоресурсы выходят равномерно в течение года, и их целесообразно использовать для покрытия нижней части графика отопительной нагрузки, например для покрытия части круглогодичной тепловой нагрузки на ГВС. Таким образом, утилизационный теплообменник будет работать с нагрузкой, близкой к расчетной, почти круглый год, коэффициент использования его тепловой мощности (КИТМ) будет близок к 1. Взяв этот коэффициент равным КИТМ = 0,9 (в летнее время его можно отключать на 2 недели для проведения профилактических ремонтов), энергетический эффект от работы ТО будет гораздо выше, чем в случае, когда ТО используется неравномерно в течение года. В летнее время горячую воду можно использовать также в системах кондиционирования.

Примерная стоимость теплообменника составит 200 тыс. рублей, его монтаж – 1,5 млн рублей, общая стоимость данного мероприятия – 1,7 млн рублей. Экономический эффект от установки кожухотрубчатого тепло-

обменника при использовании газа с внутреннего рынка и его стоимости 5,13 руб/м^3 показан в таблице 2.

Таблица 2

Экономический эффект от установки теплообменника

Годовое количество теплоты, получаемое от теплообменника $Q_г$, МДж	218764727,4
Теплота сгорания природного газа $Q_н$, МДж/м^3	35
Экономия природного газа за год $B_э$, м^3	7353436,2
Стоимость природного газа на внутреннем рынке, руб/м^3	5,13
Экономический эффект Э, млн руб	37,7
Стоимость мероприятия, млн руб	1,7
Срок окупаемости, год	0,045

Срок окупаемости теплообменника для утилизации теплоты дымовых газов после коксовой батареи составит 17 дней при стоимости газа 5,13 руб/м^3. Теплообменник будет располагаться в параллельном газоходе над основным боровом для отвода дымовых газов [3]. Будут использоваться шибера для направления газов то в теплофикационный газоход, то в основную трубу.

Таким образом, это поможет коксохимическому производству полностью отказаться от затрат на теплоснабжение, водоснабжение, вентиляцию и кондиционирование, при этом используя низкопотенциальные внутренние ресурсы производства.

1. Промышленные теплоэнергетические установки и системы : учебное пособие для вузов / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас. – Москва : МЭИ, 2014. – 275 с.

2. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников : учебное пособие / О. П. Банных. – Санкт-Петербург : СПбНИУ ИТМО, 2012. – 42 с.

3. Турбины тепловых и атомных электрических станций / А. Г. Костюк, В. В. Фролова. – Москва : МЭИ, 2001. – 488 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ

А.А. Подольский

Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной статье представлена схема воздушного отопления цеха тепловым насосом и дано словесное описание принципа действия. Также рассчитаны расходы воды и воздуха в данной системе, мощность компрессора установки.

На рисунке представлена схема воздушного отопления сортопрокатного цеха № 2.

Экспликация

№ позиции	Наименование
1	Градирня (мокрая)
2	Компресор
3	Насос
4	Резервуар нагретой воды
5	Колорифер
6	Вентилятор
7	Дросель
8	Задвижка
СПЦ-2	Сотропрокатный цех №2

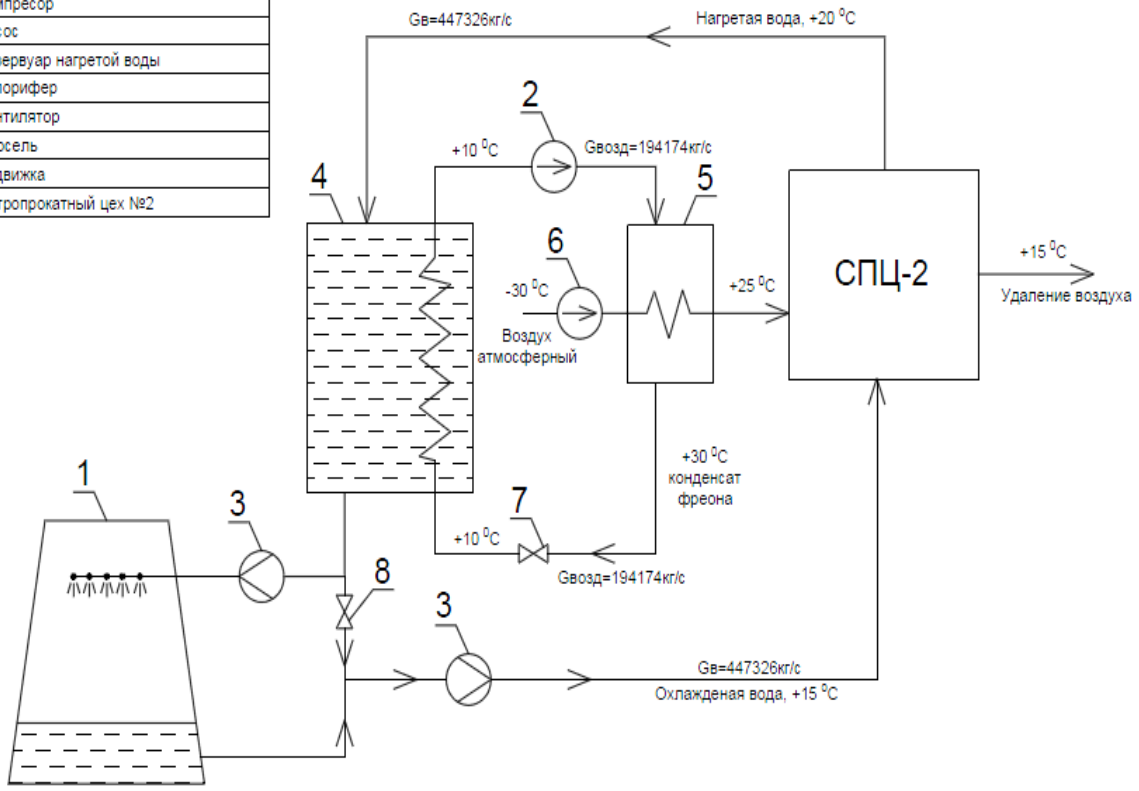


Рис. Схема воздушного отопления сортопрокатного цеха № 2

В сортопрокатном цехе № 2 установлено оборудование, требующее охлаждения. К этому оборудованию подводится вода, которая забирает некоторое количество теплоты, нагревается и поступает на охлаждение. Зимой от сортопрокатного цеха № 2 отводится Q = 10 ГДж/ч = 2,77 МВт теплоты, при этом температура нагретой воды tв' = 20 °С. Нагретая вода поступает в мокрую градирню 1, в которой охлаждается до температуры tв"=15 °С и возвращается обратно в сортопрокатный цех № 2. При этом расход воды, требуемый для системы, составит:

$$\boldsymbol{G_в = Q/(c_в \cdot (t'_в - t''_в))} \quad (1)$$

где Q – количество теплоты, отводимое от сортопрокатного цеха, 10 ГДж/ч;

$c_в$ – удельная теплоемкость воды, 4,19 кДж/кг*К;

tв' – температура нагретой воды, 20 °С;

tв"– температура охлажденной воды, 15 °С.

Исходя из уравнения (1), расход воды $G_в$=477326 кг/с. Изначально нагретая вода из сортопрокатного цеха сначала поступает в подземный резервуар 4 глубиной 5 м и диаметром 10 м. Затем из резервуара при помощи насоса 3 поступает на градирню. После градирни 1 охлажденная вода при помощи насоса

3 поступает обратно в сортопрокатный цех № 2 для нового отвода тепла от оборудования.

Для отопления здания цеха сортопрокатного цеха № 2 предлагается использовать вторичные энергетические ресурсы в виде теплоты, образовавшейся при охлаждении оборудования, и отводимой в настоящее время с охлаждающей водой в мокрые градирни. Для этого в резервуаре нагретой воды 4 будет расположен поверхностный теплообменник, выполненный из нержавеющих труб. В теплообменнике в зимнее время будет испаряться фреон (хладон R22) при температуре примерно 10 °С. Пар фреона, выходящий из испарителя, поступает на центробежный компрессор 2. При этом мощность компрессора вычисляется:

$$N_k = Q / \varepsilon_{т.н} \quad (2)$$

где Q – количество теплоты, отводимое от сортопрокатного цеха, 10 ГДж/ч;

$\varepsilon_{т.н}$ – коэффициент преобразования теплового насоса, $\varepsilon_{т.н}$ = 10

По выражению (2) мощность компрессора Nк=1 ГДж. После сжатый перегретый пар фреона направляется в трубы поверхностного теплообменника (калорифера), где конденсируется при температуре примерно 30 °С, конденсат фреона дросселируется, после чего снова идет в поверхностный теплообменник. В калорифере 5 за счет теплоты конденсации фреона нагревается воздух, забираемый из атмосферы вентилятором (вентилятор нужно поставить до калорифера), расчетная температура атмосферного воздуха -30 °С, температура нагретого воздуха +25 °С. Количество теплоты, идущее на отопление цеха, составит:

$$Q_{возд} = Q + N_k \quad (3)$$

где Q – количество теплоты, отводимое от сортопрокатного цеха, 10 ГДж/ч;

$N_к$ – Мощность компрессора, 1 ГДж.

Из уравнения (3) количество воздуха, которое пойдет на отопление цеха, $Q_{возд}$=11 ГДж. Расход воздуха на отопление составит:

$$G_{возд} = Q_{возд} / (c_{возд} \cdot \Delta t_{возд}) \quad (4)$$

где $Q_{возд}$ – количество воздуха, которое пойдет на отопление цеха, 11 ГДж;

$c_{возд}$ – удельная теплоемкость воздуха, 1,03 кДж/кг*К;

$\Delta t_{возд}$ – расчетная разница температур нагретого воздуха +25 °С и атмосферного воздуха -30 °С, $\Delta t_{возд}$ = 25-(-30) =55 °С.

По выражению (4) расход воздуха $G_{возд}$=194174 кг/с. Нагретый воздух с температурой +25 °С направляется в здание сортопрокатного цеха, где по воздуховодам подается в помещение цеха.

При реализации проекта воздушного отопления цеха сортопрокатного цеха № 2 при температурах наружного воздуха ниже 0 °С в помещении цеха можно поддерживать достаточно комфортную температуру порядка 15 °С.

Оценка капитальных вложений в данный проект и эксплуатационных затрат при его реализации не производилась, поскольку нужно определиться с конкретным конструктивным оформлением испарителя и конденсатора-калорифера, подобрать компрессор для теплового насоса, трубопроводы для хладагента, вентилятор и воздуховоды для подачи воздуха в помещение.

1. Отопление и вентиляция. Часть I. Отопление. / Каменев П. Н., Сканави А. Н., Богословский В. Н. [и др.]. – Москва : Стройиздат, 1975. – 483 с.

2. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников : учебное пособие / О. П. Банных. – Санкт-Петербург : СПбНИУ ИТМО, 2012. – 42 с.

3. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Энергоиспользование в энергетике и технологиях» – Благовещенск : Амурский государственный университет, 2012. – 305 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ КОМПАКТНОГО КОСВЕННО-ИСПАРИТЕЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА

А.А. Сидорин

Научный руководитель ***А.В. Рулев****, д-р техн. наук, доцент*

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

г. Саратов

Работа кондиционера в режиме испарительного охлаждения отличается от стандартных способов охлаждения, использующихся в классических (фреоновых) системах кондиционирования. Основа данного процесса – снижение температуры сухого воздуха при протекании фазового перехода жидкой воды в пар. За счет большой удельной теплоты испарения воды данный процесс затрачивает значительно меньшее количество энергии, чем при наиболее распространенном компрессионном охлаждении [1].

Но использование в системе исключительно испарительного охлаждения приведет лишь к нерегулируемому чрезмерному увлажнению обрабатываемого воздуха, что является недопустимым для подачи в обслуживаемое помещение.

Для развития и использования испарительного теплообмена в системах кондиционирования предлагается решение с усовершенствованным термодинамическим циклом Майсоценко.

Необходимо разделить теплообменной поверхностью входящий поток воздуха на две части – поток испарительного охлаждения и поток обрабатываемого воздуха.

Предлагаемая конструкция косвенно-испарительного кондиционера представлена на рисунке 1.

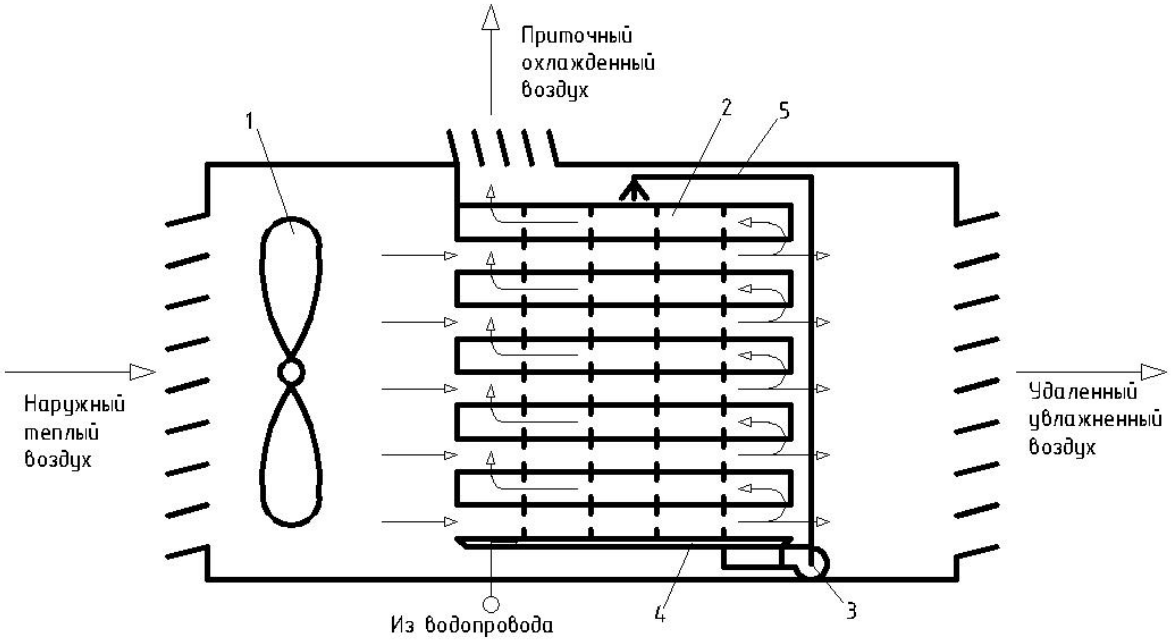


Рис. 1. Принципиальная схема компактного кондиционера с использованием пластинчатого теплообменника, работающего по М-циклу

Теплый воздух из помещения нагнетается вентилятором 1 в входные патрубки косвенно-испарительного теплообменника 2, где воздушный поток сухими и влажными каналами делится на две части – рабочий и обрабатываемый. Рабочий поток идет во влажных каналах, где за счет испарения воды, поданной распределительным трубопроводом 5 в верхней части аппарата, охлаждается. Затем излишки стекают в поддон 4, откуда насосом 3 снова нагнетается вместе с пропиточной водой из водопровода в распределительный трубопровод.

Обрабатываемый поток подается в помещение, проходя в змеевидных сухих каналах, расположенных в конструкции один обрабатываемый через один рабочий. В теплообменнике происходит прямой теплообмен через стенку без массообмена, что позволяет эффективно охлаждать воздух без увеличения относительной влажности воздуха.

Рассмотрим эффективность установки разрабатываемого устройства в двухэтажном жилом доме, построенном в г. Саратове. Основное назначение данного кондиционера – обеспечение оптимальных параметров воздуха в жилом доме в теплый период. Оптимальные параметры воздушной среды принимаются по нормативной литературе в зависимости от периода года, назначения помещения и географического положения дома.

При подборе оборудования кондиционера рассмотрим теплый период года как основной для использования систем кондиционирования воздуха.

Необходимое количество воздуха для обеспечения нормируемых условий в обслуживаемой зоне (полезную производительность кондиционера) опреде-

ляется расчетом избыточных поступлений тепла, влаги и вредных веществ. Расчет производится отдельно для теплого и холодного периода года.

Расчет теплоизбытков в теплый период года производится по формуле:

$$Q_{\text{ти}}^{\text{ТП}} = Q_{\text{л}}^{\text{полн}} + Q_{\text{гп}} + Q_{\text{ср}}^{\text{св.пр}} + Q_{\text{ср}}^{\text{покр}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}}, \quad (1)$$

где $Q_{л}^{полн}$ – полные теплопоступления от людей, кВт; $Q_{ср}^{св.пр}, Q_{ср}^{покр}$ – теплопоступления от солнечной радиации через заполнения световых проемов и покрытие (чердачное перекрытие), кВт; $Q_{\text{осв}}$ – теплопоступления от освещения, кВт; $Q_{\text{об}}$ – теплопоступления от оборудования, кВт.

Расчет влажностного баланса производится по формуле:

$$W = W_{\text{л}} + W_{\text{пщ}} + W_{\text{об}}, \quad (2)$$

где $W_{л}$ – влаговыделения от людей, кг/ч, $W_{пщ}$ – влагопоступления от остывающей пищи на кухне, кг/ч, $W_{об}$ – влаговыделения от оборудования, кг/ч.

Температура удаляемого воздуха в помещении дома ориентировочно определяется по формуле:

$$t_{\text{у}} = t_{\text{в}} + \Delta(H - h), \quad (3)$$

где $t_{в}$ – температура воздуха в помещении, °С; Δ – градиент температуры по высоте помещения, °С/м, принимаемый для жилых помещений 0,7 °С/м; H – высота помещения, м; h – высота рабочей зоны (обслуживаемой зоны), при сидячем положении людей – 1,5 м.

Расчетным воздухообменом в жилом доме является воздухообмен по теплоизбыткам, кг/ч, определяется по выражению:

$$G_{\text{п}} = 3600 \cdot \frac{\Sigma Q_{\text{ти}}}{h_y - h_n}, \quad (4)$$

где $\Sigma Q_{т}$ – сумма теплопоступлений в теплый период года, кВт; h_{y}, h_{n} – соответственно энтальпия уходящего и приточного воздуха, кДж/кг.

Подбор оборудования разрабатываемого кондиционера проводится по объемному расходу воздуха:

$$L = \frac{G_n}{\rho}, \quad (5)$$

где G_{n} – расход приточного воздуха, кг/ч;

В результате расчета по зависимости, исходя из формул (1)–(5), осуществляется подбор контактного теплообменника, вентилятора и насоса для компактного кондиционера с использованием пластинчатого теплообменника, работающего по косвенно-испарительному циклу.

Зависимость удельной стоимости кондиционера от площади контактного теплообменника для жилых домов коттеджного типа, построенных в г. Саратове, с общей площадью дома от 50 до 250 м^2 приведена на рисунке 2.

Рис. 2. Зависимость удельной стоимости компактного кондиционера, работающего по М-циклу, от площади контактного теплообменника

1. Рулев, А. В. Разработка конструкции косвенно-испарительного теплообменника систем кондиционирования воздуха в сборнике: Основы рационального природопользования / Рулев А. В., Культяев С. Г., Сидорин А. А. // Материалы VI Национальной конференции с международным участием. – Саратов, 2020. – С. 187–189.

2. ГОСТ 30494–13. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях ОАО «СантехНИИпроект», ОАО «ЦНИИПромзданий», 2013. – 12 с.

3. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны / Госстрой СССР. – Москва : ГУП ЦПП, 1988. – 72 с.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СМЕСИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНЫМ РЕАГЕНТОМ

В.А. Силинский
Научный руководитель ***Л.И. Соколов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Обеззараживание сточных вод после очистки перед их выпуском в открытые источники является одной из актуальных проблем во всем мире. Канализационные очистные сооружения не могут полностью очистить воду от болезнетворных бактерий и кишечных палочек, так как способны очищать во-

ду всего лишь до 95 %, поэтому требуется этап дезинфекции стоков. Наиболее распространенным способом на этом этапе является обеззараживание с использованием хлорсодержащих реагентов, чаще всего для этих целей используется жидкий хлор или товарный гипохлорит натрия. Но использование хлорсодержащих реагентов с высоким содержанием активного хлора может ухудшить качество воды, создавая в ней высокотоксичные соединения, что может пагубно отразиться на жизнедеятельности обитателей водоемов и рек, в которые сбрасываются сточные воды.

Целью работы является проведение обеззараживания смеси производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод после выпуска электролизным гипохлоритом натрия, полученным из минеральных подземных вод.

Для осуществления поставленной цели сформулированы задачи работы:

- изучение работы очистных сооружений канализации г. Сокола Вологодской области;
- осуществление обеззараживания природным хлорсодержащим реагентом, полученным электролизом минеральных подземных вод;
- проведение бактериологического анализа в лаборатории ООСК г. Сокола;
- анализ полученных результатов.

Для проведения исследований по обеззараживанию смеси хозяйственно-бытовых и технических сточных вод была выбрана аккредитованная лаборатория химико-бактериологического анализа сточных вод очистных сооружений канализации г. Сокола. На объединенных очистных сооружениях канализации (ООСК) производится очистка промышленных сточных вод от ПАО «Сокольский ЦБК» и ООО «Сухонский БК» (75 %) в смеси с хозяйственно-бытовыми стоками города Сокола. Для обеззараживания была отобрана вода на выпуске, прошедшая все стадии очистки. Очистка сточных вод ООСК г. Сокола происходит по следующей схеме: хозяйственно-бытовые и технические сточные воды сливаются в камеру смешения, далее поступают на решетки и песколовки, проходя через преаэратор, смесь поступает на первичные отстойники, затем проходит аэротенки и поступает на вторичные отстойники, и на выпуск в р. Пельшму.

Для проведения обеззараживания смеси сточных вод, непосредственно перед дозированием окислителя, был получен электролитический хлорсодержащий реагент с концентрацией по активному хлору 7 г/л [1]. Для рассмотрения эффективности обеззараживания были взяты 4 пробы смеси сточных вод после выпуска. Проба № 1 – сточная вода без добавления реагента, проба № 2 – сточная вода с добавлением дозы реагента 2 мг/л, проба № 3 – сточная вода с добавлением реагента 5 мг/л, проба № 4 – сточная вода с добавлением реагента 12 мг/л. Дозирование реагента в пробы сточной воды проводилось с помощью мерных пипеток, перемешивание проводилось в колбе стеклянной палочкой в ручном режиме в течение трех минут. После смешения проб с обез-

зараживающим реагентом проводились замеры ph каждой пробы. Результаты замеров представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений Ph

№ п/п	Ph, ед
1	7,42
2	7,48
3	7,53
4	7,60

Смешанные с дезинфектантом пробы сточной воды были разлиты в стерилизованную стеклянную посуду с целью проведения бактериологического анализа. Для достоверности результатов анализа каждая из проб имела тройную повторяемость при анализе. Бактериологический анализ проводился бактериологом лаборатории ООСК г. Сокола по двум основным показателям: общему микробному числу (ОМЧ) и содержанию общих колиформных бактерий (ОКБ) [2]. Результаты бактериологического анализа представлены в таблице 2 и на рисунках 1,2.

Таблица 2

Результаты микробиологических исследований (ОМЧ и ОКБ)

№ п/п	ОМЧ (КОЕ/100 мл)	ОКБ (КОЕ/100 мл)
1	Сплошной рост	1400
2	30	930
3	18	240
4	5	36

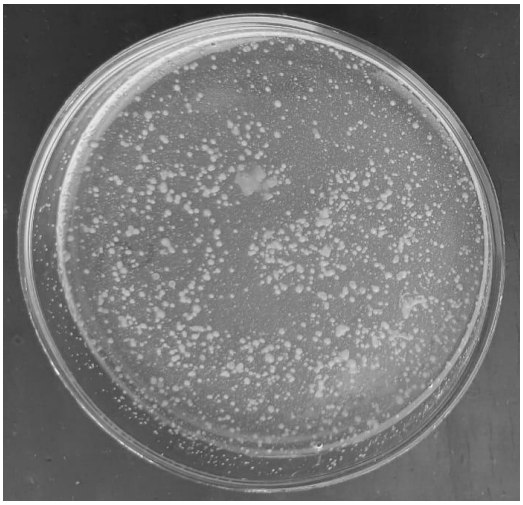


Рис. 1. ОМЧ исходной сточной воды (проба № 1)

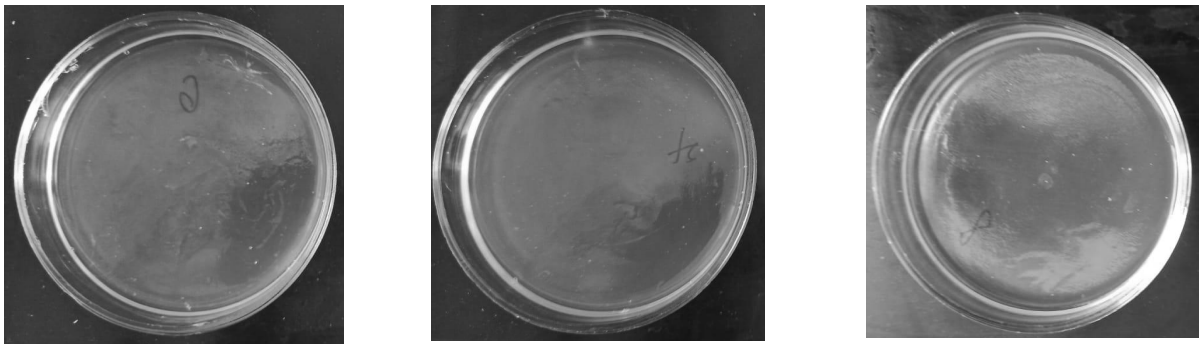


Рис. 2. ОМЧ проб № 2,3,4 (слева направо)

Как видно из таблицы 2 и рисунков 1, 2 количество колоний бактерий сокращается с увеличением дозы добавляемого обеззараживающего реагента, что говорит о положительном результате обеззараживания сточных вод.

Изучив работу очистных сооружений канализации г. Сокола, исходя из результатов анализа пробы № 1, было установлено, что содержание бактерий на выпуске из сооружений очень велико, поэтому требуется еще одна ступень очистки – обеззараживание.

Из проведенных исследований и полученных результатов бактериологического анализа выпуска смеси хозяйственно-бытовых и технических сточных вод можно сделать вывод о том, что получаемый из природных подземных вод электролизный дезинфектант имеет положительный результат по обеззараживанию и может быть рекомендован в качестве завершающей ступени очистки смеси сточных вод.

1. Силинский, В. А. Определение оптимальных условий процесса получения гипохлорита натрия из минеральных вод / В. А. Силинский // Молодые исследователи – регионам Материалы Международной научной конференции : в 3 томах / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Правительство Вологодской области, Вологодский государственный университет. – Вологда : ВоГУ, 2020. – Т. 1. – С. 405–407.

2. Методические указания МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов».

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

И.О. Смекалов
Научный руководитель ***С.В. Лукин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время в Российской Федерации основным источником тепловой энергии для систем теплоснабжения жилых зданий является природный газ. При децентрализованном теплоснабжении небольших жилых зданий использование природного газа подразумевает дорогостоящую прокладку отдельного газопровода. Альтернативой является подвоз к таким зданиям твердого топлива или использование электрической энергии. Очевидно, что прокладка электрических кабелей к жилым зданиям является гораздо менее затратной, чем прокладка газопроводов или теплотрасс или доставка твердого топлива.

Поэтому использование электроэнергии для децентрализованного теплоснабжения жилых зданий является наиболее удобным способом, который требует значительно меньше капитальных. Однако эффективное применение электроэнергии для теплоснабжения здания связано с выполнением ряда условий. Очевидно, что использование электроэнергии для нагрева воды для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения приведет к значительным эксплуатационным затратам, в несколько раз превышающим затраты на сжигания природного газа. По денежной стоимости 1 кВт·ч = 3,6 МДж электроэнергии стоит для граждан примерно 4,5 руб. Количество тепловой энергии, равное 3,6 МДж, заключено в 0,1 $м^3$ природного газа с теплотой сгорания 36 МДж/$м^3$. При стоимости природного газа для обычных потребителей 4,5 руб/$м^3$, получается, что стоимость 1 кВт·ч тепловой энергии, получаемой за счет сжигания природного газа, составляет примерно 0,45 руб., т.е. в 10 раз меньше, чем стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Таким образом, чтобы по эксплуатационным затратам использование электроэнергии для теплоснабжения здания было сравнимо с использованием природного газа, необходимо, чтобы расход электроэнергии на теплоснабжение здания был примерно в 10 раз меньше, чем расход теплоты природного газа для того же здания в обычных условиях.

Рассмотрим основные принципы построения энергетически и экономически эффективной системы децентрализованного теплоснабжения жилого здания, основанной на потреблении электричества [1].

Система теплоснабжения жилого здания включает в себя подсистемы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. В многоквартирных домах теплота для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения поступает с го-

рячей водой от котельной или ТЭЦ, при этом в приборы отопления вода подается с температурой 40÷90 °С, на ГВС – с температурой 55÷65 °С.

Энергоэффективная система теплоснабжения здания должна строиться иначе. Просто использовать электроэнергию для подогрева воды для отопления – нецелесообразно, т.к. при этом 1 Дж электроэнергии превращается в 1 Дж теплоты. Эффективно использовать для этого тепловые насосы, в которых 1Дж электроэнергии превращается в несколько Дж теплоты. Эффективность тепловых насосов характеризуют величиной безразмерного коэффициента трансформации энергии [2]:

$$K_{\text{тр}} = h \cdot \frac{\text{Т}_o}{\text{Т}_o - \text{Т}_\text{и}},$$

где $T_\text{о}$ – температурный потенциал тепла отводимого в систему отопления, К;

$T_\text{и}$ – температурный потенциал источника теплоты, К;

h – коэффициент, учитывающий степень термодинамического совершенства теплонасосной системы теплоснабжения.

Проведенный в [2] анализ эффективности различных источников низкопотенциальной тепловой энергии показал, что в почвенно-климатических условиях России наиболее перспективной является теплонасосная система теплоснабжения (ТСТ), использующая в качестве источника теплоты низкого потенциала повсеместно доступный грунт поверхностных слоев Земли (геотермальные ТСТ). Наиболее перспективными являются ГТСТ с вертикальными грунтовыми теплообменниками, помещаемыми в вертикальные скважины глубиной от 10 до 100 и более метров. В этом случае средняя температура грунта в средней полосе России в течение всего отопительного сезона составляет +4…+10 °С. Для определенности примем температуру источника теплоты $\text{Т}_\text{и} \cong 7$ °С.

Если в качестве отопительных приборов в здании использовать теплые полы и стены, температура поверхности которых не должна превышать 26 °С, то температура теплоносителя, подаваемого для обогрева пола и стен, может не превышать значение +25…+30 °С [3]. Для определенности примем температуру греющего теплоносителя $\text{Т}_\text{о} \cong 27$ °С. При значении h = 0,5 коэффициент трансформации теплового насоса составит $\text{К}_\text{тр} = 7{,}5$, а при h = 0,75 – $\text{К}_\text{тр} = 11{,}25$.

Таким образом, при указанных температурах $\text{Т}_\text{и}$ и $\text{Т}_\text{о}$ для современных тепловых насосов достижим коэффициент трансформации $\text{К}_\text{тр} = 7{,}5…11{,}25$. Можно принять коэффициент трансформации теплового насоса $\text{К}_\text{тр} \approx 10$ в течение всего отопительного сезона.

Когда в качестве греющего теплоносителя в обычных отопительных приборах используют горячую воду с температурой +55…+80 °С, то коэффициент трансформации теплового насоса значительно изменяется в течение отопительного сезона. Например, при температуре греющей воды $\text{Т}_\text{о} \cong 77$ °С ко-

эффициент трансформации составит от 2,5 до 3,75, а при $T_о \cong 57$ °С величина $К_{тр}$ от 3,3 до 4,95.

Таким образом, если использовать теплые полы и стены с температурой теплоносителя +25…+30 °С, коэффициент трансформации теплового насоса получается в 2–3 раза выше, чем при обычных отопительных приборах.

Обычно, тепловые насосы используют не только для отопления, но и для горячего водоснабжения, где температура горячей воды должна быть по нормам +65 °С, в этом случае, если принять $T_о \cong 67$ °С, коэффициент трансформации составит от 2,83 до 4,25, что также в 2,5 раза меньше, чем для системы отопления с теплыми полами и стенами.

Выше было показано, что при подогреве воды в газовых котлах за счет сжигания природного газа денежные затраты получаются примерно в 10 раз меньше. Если коэффициент трансформации теплового насоса $К_{тр}$ составит около 10, то в этом случае денежные затраты на электроэнергию для теплового насоса будут практически такими же, как денежные затраты на природный газ при одинаковом расходе теплоты на отопление.

Однако капитальные затраты на систему отопления с тепловым насосом при той же тепловой мощности будут выше, чем с газовым котлом (это зависит также от стоимости прокладки газопровода). При достаточно высоких капитальных затратах на установку теплового насоса большое значение приобретает утепление ограждающих конструкций здания. Применение современных видов тепловой изоляции позволяет в несколько раз увеличить сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций $R_{ог}$ относительно нормативного значения 3,2 (м^2·°С)/Вт, при этом стоимость здания возрастает всего на несколько процентов [4]. Например, при увеличении величины $R_{ог}$ в два раза, тепловая мощность системы отопления снижается примерно в 2 раза, также в два раза уменьшаются капитальные затраты на установку теплового насоса и в 2 раза сокращается расчетный расход потребляемой тепловым насосом электроэнергии. Стоимость самого здания возрастет при этом всего на 1–2 %.

При значительной величине $R_{ог}$ потери теплоты через ограждающие конструкции $Q_{ог}$ могут снизиться многократно, при этом необходимо, чтобы потери теплоты на вентиляцию $Q_в$ также снижались. Теплота $Q_т$, подводимая от системы отопления, должна компенсировать также потери теплоты на вентиляцию воздуха $Q_в$. Эффективно снизить величину $Q_в$ можно за счет регенерации теплоты вентиляционного воздуха в стационарных переключающихся регенеративных теплоутилизаторах (СПРТ). В СПРТ можно получить коэффициент регенерации теплоты вентиляционного воздуха R = 0,9 и выше, т.е. более 90 % теплоты возвращается обратно в помещение со свежим воздухом. СПРТ следует устанавливать в каждое вентилируемое помещение, эффективность их работы будет максимальной, если неконтролируемый приток наружного воздуха в помещение отсутствует [5].

Подсистема горячего водоснабжения в системе электрического теплоснабжения здания должна быть автономной от системы отопления, т.к. тепловой насос по температурному уровню не подходит для горячего водоснабжения. В этом случае возможен следующий вариант.

Вместо теплового насоса при проточном использовании горячей воды можно применять проточные электрические водонагреватели с утилизацией теплоты сливающейся воды в дешевом теплообменном устройстве [6]. Например, для приема душа в большинстве случаев вполне достаточна температура воды 45 °С. Использованная в душе вода сливается в отверстие кабинки, например, с температурой 40 °С, и направляется в противоточный водоводяной теплообменник (ТО), подогревая воду из питьевого водопровода от 5 °С (зимой) до 35 °С. Окончательный подогрев воды для ГВС до 45 °С производится в электрическом проточном водоподогревателе. Таким образом, при наличии утилизационного теплообменника вода для ГВС за счет электроэнергии подогревается в водоподогревателе на 10 °С, при общем подогреве равном 40 °С. В этом случае 1 Дж электрической энергии позволяет получить 4 Дж тепловой энергии, из которых 3 Дж – это утилизированная в теплообменнике теплота.

Стоимость системы ГВС с проточным электрическим водонагревателем и теплообменным устройством будет значительно меньше, чем с тепловым насосом.

Если подогревать воду для ГВС в проточном водоподогревателе до 65 °С и затем разбавлять в смесителе горячую воду холодной для получения нужной температуры 45 °С, то, очевидно, утилизационный теплообменник даст гораздо меньший эффект. В этом случае в утилизационном ТО вода подогреется от 5 до 35 °С, и в проточном водоподогревателе – от 35 до 65 °С. Т.е. на 1 Дж электроэнергии получается всего 2 Дж тепловой энергии, что в два раза меньше, чем в случае, когда вода подогревается в водоподогревателе до конечной температуры 45 °С, с которой и потребляется.

В итоге, если использовать энергетически и экономически эффективные принципы при проектировании систем децентрализованного теплоснабжения, основанной на потреблении электроэнергии, то по капитальным и эксплуатационным затратам они могут быть сравнимы или даже иметь преимущество перед системами теплоснабжения, основанными на использовании природного газа.

1. Стратунов, О. В. Энергоэффективная децентрализованная система теплоснабжения жилого дома / Стратунов О. В., Лукин С. В. // Вестник Вологодского государственного университета. – 2018. – № 1 (1). – С. 82–85.

2. Васильев, Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли : монография / Г. П. Васильев. – Москва : Граница, 2006. – 176 с.

3. Шилкин, Н. В. Опыт реализации системы отопления на базе теплонасосных установок в коттеджном поселке / Н. В. Шилкин // АВОК. – 2010. – № 2. – С. 22–29.

4. Крайнов, Д. В. Относительное энергосбережение при изменении уровня тепловой защиты зданий / Д. В. Крайнов // Жилищное строительство. – 2016. – № 7. – С. 6–10.

5. Монаркин, Н. Н. Влияние геометрических, теплофизических и режимных параметров на тепловую эффективность регенеративного теплоутилизатора / Монаркин, Н. Н., Лукин, С. В., Кочкин, А. А. // Градостроительство и архитектура, 2019. – № 4. – Т. 9. – С. 33–38.

6. Куницкий, В. А. Способ децентрализованного горячего водоснабжения с утилизацией теплоты воды, сливаемой из душевых устройств / Куницкий В. А., Лукин С. В. // Вестник Вологодского государственного университета. – 2019. – № 4 (6). – С. 54–57.

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСРЕДНЕННОЙ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Д.А. Соболев

Научный руководитель ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Энергетической стратегией России на период до 2035 года определен требуемый прирост энергопотребления страны за счет энергосберегающих мероприятий, при этом энергосбережение и энергоэффективность должны стать ведущим приоритетом данной стратегии. По экспертным оценкам Госстроя РФ, только в зданиях массовых серий сверх нормы теряется свыше 40 % поступающих в них энергоресурсов [1].

Одними из определяющих теплотехнических характеристик качества строительного объекта являются величина приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции здания (несущих стен и светопрозрачных конструкций), положение точки росы, глубина фронта промерзания. Данные характеристики практически полностью описывают текущее теплотехническое состояние здания. В настоящее время они рассчитываются на стадии проектирования объекта, а согласно нормативной документации должны определяться и в реальных условиях эксплуатации зданий. Результаты, рассчитанные на основе проектных данных, имеют слишком большую погрешность и

не отражают фактические эксплуатационные характеристики строительной конструкции, так как не учитывают наиболее важный этап между ее проектированием и эксплуатацией – этап строительства, на котором проектные характеристики конструкции могут быть существенно искажены как в лучшую, так и в худшую сторону [2].

Среди методик исследования теплопроводности и термического сопротивления широкого спектра строительных и теплоизоляционных материалов активно применяется метод стационарного теплового потока по ГОСТ 7076-99 и метод теплового потока по ГОСТ 30256 (к примеру, с помощью прибора ИТС-1 или аналогичных устройств [3]). Одна из проблем, с которой сталкиваются при проведении подобных исследований волокнистых материалов, это определение осредненной толщины слоя.

В настоящее время на современном рынке представлены такие приборы и устройства, как:

1. Толщиномер МТ 575 (производитель «Метротекс») предназначен для измерения толщины теплоизоляционных изделий, применяемых в строительстве, по методу ГОСТ EN 823-2011 в лабораторных и цеховых условиях. Сущность метода состоит в измерении расстояния между жестким плоским основанием, на котором находится измеряемое изделие, и пластиной, свободно лежащей на верхней грани образца, создающей заданное давление. Диапазон измерения 1–300 мм, погрешность измерения толщины не более 0,5 мм. Недостатки: габаритные размеры, возможен перекос пластины из-за неровности поверхности образца.

2. Толщиномер игольчатый ТИ (производитель ООО НПП «Челябинский инструментальный завод») предназначен для измерений толщины теплоизоляционных изделий и других мягких материалов. Диапазон измерения 1–200 мм, погрешность измерения толщины не более 1 мм Недостатки: ограниченный диапазон измерений – до 250 мм, требуется прокол образца, возможен перекос пластины из-за неровности поверхности образца.

3. Толщиномер проб для определения объемной массы рыхлых волокнистых материалов ТООМ (Опытно-экспериментальный завод, г. Грозный) предназначен для измерения толщины проб рыхлых волокнистых теплоизоляционных строительных материалов при определении их объемной массы непосредственно на предприятиях промышленности строительных материалов. Диапазон измерения 1–150 мм. Недостатки: габаритные размеры, небольшой диапазон измерений.

4. Толщиномер игольчатый Т (Опытно-экспериментальный завод, г. Грозный) предназначен для измерения толщины минераловатных теплоизоляционных материалов при определении их качества непосредственно на предприятиях промышленности строительных материалов. Диапазон измерения 1–200 мм, погрешность измерения толщины не более 1 мм. Недостатки:

используется только для измерения текстильных материалов, стеклохолста, войлока.

5. Толщиномер игольчатый МТ-578 (производитель «Метротекс») предназначен для измерения толщины текстильных материалов, стеклохолста, войлока по ГОСТ 17177-94. Диапазон измерения 1–1500 мм, погрешность измерения толщины не более 1 мм. Недостатки: ограниченный диапазон измерений – до 150 мм, требуется прокол образца, возможен перекос пластины из-за неровности поверхности образца.

Таблица

Сравнительная характеристика существующих устройств

Наименование приборов	Широкий диапазон измерений	Сохранение целостности образца	Вероятность погрешности от перекоса груза	Компактность прибора
1	2	3	4	5
Толщиномер МТ 575	+	+	+	-
Толщиномер игольчатый ТИ	-	-	+	+
Толщиномер ТООМ	-	-	+	-
Толщиномер игольчатый Т	-	-	-	+
Толщиномер игольчатый МТ-578	-	-	+	+

Сравнительная характеристика существующих устройств по таблице позволила выявить сильные и слабые стороны измерительных приборов в части выявления осредненной толщины волокнистого (рыхлого) слоя материала.

Прототипом устройства выбран типовой толщиномер игольчатый МТ-578. Несмотря на такие достоинства, как компактность и простота применения, прибор имеет невысокую точность, а также достаточную погрешность измерений.

Таким образом, в настоящей работе поставлены задачи по изучению возможности проектирования нового устройства для определения осредненной толщины образцов плоской волокнистой тепловой изоляции методом стандартного уплотнения по ГОСТ 17177-94 с учетом всех преимуществ и ликвидацией недостатков существующих приборов.

Предполагается, что прибор будет состоять из корпуса и измерительного устройства с направляющими. Преимущества устройства: фиксированное расположение измеряемого материала под поверхностью пластины без перекосов, а также отсутствие проколов или повреждений материала.

Выводы:

1. В работе предложен альтернативный способ определения осредненной толщины слоя волокнистого материала и конструкция прибора, позволяющего его осуществить.

2. Анализ существующих устройств позволяет говорить об актуальности разработки и возможной востребованности на рынке строительных материалов.

3. Предложенная концепция устройства может стать основой для создания опытного образца прибора для последующего его применения в образовательной и научной деятельности.

Работа выполнена в соответствии с деятельностью молодежной исследовательской лаборатории Smart Nanomaterials for Energy Efficiency (Умные наноматериалы для повышения энергоэффективности), созданной по итогам отбора на реализацию государственного задания Минобрнауки РФ по созданию молодежных лабораторий в рамках нацпроекта «Наука и университеты».

1. Некоторые особенности и результаты теплового контроля навесных вентилируемых фасадных систем объектов капитального строительства / Д. Ф. Карпов, М. В. Павлов, А. А. Синицын [и др.]. – DOI 10.21822/2073-6185-2020-47-1-147-155 // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2020. – Т. 47, № 1. – С. 147–155.

2. Карпов, Д. Ф. Комплексная энергосберегающая диагностика технического состояния ограждающих конструкций объектов капитального строительства и инженерных систем на основе теплового контроля / Д. Ф. Карпов, М. В. Павлов, А. А. Синицын // Энергосбережение и водоподготовка. – 2020. – № 2 (124). – С. 29–33.

3. Патент № 2530473 C1 Российская Федерация, МПК G01N 25/18. Устройство и способ комплексного определения основных теплофизических свойств твердого тела : № 2013119005/28 : заявл. 23.04.2013 : опубл. 10.10.2014 / Д. Ф. Карпов, М. В. Павлов, А. А. Синицын [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вологодский государственный университет" (ВоГУ).

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭТИЛСИЛИКАТА

М.О. Соколов
Научные руководители: ***А.А. Синицын****, канд. техн. наук, доцент,*
Л.М. Воропай*, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В современной строительной индустрии для создания комфортных условий и снижения энергетических, материальных затрат при строительстве и эксплуатация зданий используют разные виды теплоизоляционных материалов. Для получения теплоизоляционных материалов используются как природное растительное сырье (торф, отходы древесины, солома, камыш), так и полимерные материалы, которые позволяют получать более однородную структуру материала с меньшим коэффициентом теплопроводности, удельной плотности, коэффициентом влагопоглощения и с более высоким значением механической прочности, биостойкости, огнестойкости.

Известно, что Вологодская область занимает седьмое место по запасам торфа. Торф является ценным природным материалом, который обладает особыми свойствами: развитой пористой поверхностью, высокой клеящей способностью во влажном состоянии и небольшой удельной плотностью. Издавна торф использовали в качестве теплоизоляционного материала. Однако основным недостатком торфа как теплоизолятора является высокий коэффициент влагопоглощения, склонность к процессам загнивания, высокая горючесть. Для устранения данных недостатков при производстве теплоизоляционных материалов на основе торфа рекомендуется использовать как неорганические вяжущие вещества (цемент, известняки, глина), так и органические, высокомолекулярные соединения.

В настоящее время широкое применение находят технологии получения теплоизоляционных материалов на основе кремний-органических соединений, которые являются биостойкими, имеют высокую температуру плавления (1380 ^{o}C) и не склонны к горению. Продукты их разложения имеют невысокую токсичность. В связи с этим последние годы в ВоГУ проводятся исследования по разработке новых технологий получения композиционных теплоизоляционных материалов на основе торфа и кремний-органических полимеров.

В ранее выполненных работах в качестве кремний-органических полимеров использовали смесь, состоящую из трех компонентов (КС-12, МСН-7, ПВБ-11). Введение этого компонента обеспечивает увеличение механической прочности, при сохранении упругости композитов. Однако данная смесь является дорогостоящей и не производится на территории России, в связи с чем была поставлена цель – разработать новую технологию получения теплоизоляционных материалов на основе торфа с применением нового вида полимера

этилсиликата, который является доступным, обеспечивает формирование пористой структуры, повышает огнестойкость и биостойкость теплоизоляционных материалов. Для достижения цели решаются следующие задачи:

1. Провести патентный поиск по имеющимся технологиям получения композитов на основе торфа.

2. Определить возможности применения верхового торфа в качестве сырья для получения теплоизоляторов.

3. Подобрать технологические условия получения нового композита на основе этилсиликата.

4. Получить опытные образцы и определить их эксплуатационные характеристики.

5. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Объектом исследования является получение теплоизолятора на основе этилсиликата.

Предмет исследования: зависимость между эксплуатационными характеристиками торфа и составом теплоизоляционной смеси.

При выполнении эксперимента пользовались современными методами анализа. Термообработку осуществляли в муфельной печи марки SNOL-7.2/11000. Коэффициент теплопроводности определяли с помощью прибора ИТС-1 «150»; биостойкость – анализатором токсичности «Биолатом»; температуру вспышки – прибором ТВЗ-2-ПХП; Ph-водной вытяжки – иономером АНИОН 4100. Химический состав продуктов разложения ТИМов и состав торфа определяют фотоэлектроколориметрическим методом с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3-01 «ЗОМЗ».

На первом этапе исследования готовят теплоизоляционную смесь, состоящую из верхового торфа, минерального вяжущего гипса и органического полимера этилсиликата. Экспериментальным путем была доказана возможность использования верхового торфа из торфяников Вологодской района.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1. Полученные результаты свидетельствуют, что торф характеризуется влажностью около 13 %, высоким содержанием органических веществ, слабокислым характером среды и зольностью около 11,825 %, эти характеристики позволяют использовать торф в качестве основного компонента при получении композиционных ТИМов.

Таблица 1

Характеристики верхового торфа

№ образца	Тип торфа	Вид торфа	Влажность, W, %	Зольность, %	Содержание органических веществ,%	pH вытяжки
1	Верховой	Сосново-кустарничковый	12,82	11,78	88,22	6,1
2			12,92	11,79	88,21	6,2
3			12,94	11,86	88,14	6,1
4			12,88	11,87	88,13	6,1
Средние значения			12,89	11,825	88,175	6,125

На втором этапе исследования подбирали химический состав смеси и условия ее обработки. Химический состав смеси представлен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав смеси

№ образца	Торф без измельчения, %	Гипс, %	Вода, %	Этилсиликат, %
1	40	20	10	30
2	50	15	10	25
3	60	10	10	20
4	70	5	10	15
5	80	5	10	5

После замеса смесь формуют, изготавливают кубики размерами 10×10×10 см, подвергают тепловой обработке при медленном, постепенном повышении температуры до 105 °С в течении двух часов для образования гетерогенной упорядоченной структуры. По истечению указанного промежутка времени повышают температуру до 160 °С, выдерживают в течение 90–120 минут. После охлаждения испытывают полученные образцы в лабораторных условиях на среднюю плотность, прочность при сжатии, теплопроводность, токсичность, коэффициент влагопоглощения, морозостойкость и огнестойкость. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

Эксплуатационные характеристики ТИМов

№ образца	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м^3	Теплопроводность, Вт/м×°С	Токсичность	Огнестойкость	Влагопоглощение, %
1	1,74	248	0,054	0	Негорюч.	3 %
2	1,69	246	0,044	0	Негорюч.	5 %
3	1,62	242	0,038	0	Негорюч.	8 %
4	1,24	227	0,041	0	Негорюч	9 %
5	1,18	218	0,045	0	Горюч.	10 %

Результаты свидетельствуют, что эксплуатационные характеристики ТИМов зависят от химического состава. С повышением содержания торфа и уменьшением содержания гипса уменьшается прочность при сжатии, средняя плотность и коэффициент теплопроводности. Коэффициент водопоглощения возрастает. Одновременно снижается огнестойкость. Результаты эксперимента позволяют выбрать наиболее оптимальный состав композиционной смеси для получения ТИМов. Содержание торфа – 60 %, гипса – 10 %, воды – 10 %, этилсиликата – 20 %. При увеличении содержания этилсиликатов до 20 % получают образцы со средней плотностью 242 кг/м^3, прочностью при сжатии 1,62 МПа, с минимальным коэффициентом теплопроводности 0,038 Вт/м×°С. Однако следует отметить, что образцы обладают развитой пористой поверх-

ностью и имеют достаточной высокий коэффициент влагопоглощения, что является недостатком. С целью уменьшения коэффициента влагопоглощения и придания поверхности гидрофобных свойств на следующем этапе исследования повышали температуру обработки до 200 °С и выдерживали образцы в течение 30 минут при заданной температуре. Результаты исследования представлены в таблице 4.

Таблица 4

Эксплуатационные характеристики ТИМов после закаливания образцов

№ образца	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м^3	Теплопроводность, Вт/м×°С	Токсичность	Огнестойкость	Влагопоглощение, %
1	1,85	239	0,049	0	Негорюч.	1 %
2	1,79	234	0,041	0	Негорюч.	1 %
3	1,74	231	0,033	0	Негорюч.	1 %
4	1,68	229	0,039	0	Негорюч.	1 %
5	1,65	229	0,041	0	Негорюч.	1 %

Результаты свидетельствуют, что при закаливании образцов при температуре 200°С возрастает прочность при сжатии, уменьшается средняя плотность, коэффициент теплопроводности и коэффициент влагопоглощения. Огнестойкость для всех образцов после повторной термической обработки повышается. Вероятно, это объясняется тем, что полная полимеризация этилсиликата и полное схватывание исходной композиционной смеси протекает при температуре не ниже 200 °С. При указанной температуре формируется структура образцов композиционных материалов характеристики, которой соответствуют требованиям ГОСТ. Исходя из результатов эксперимента, можно сделать следующий вывод: оптимальный химический состав композиционной смеси (содержание торфа 60 %, гипса 10 %, этилсиликата 20 % и воды 10 %) при двухстадийной термической обработке позволяет получать образцы композиционных теплоизоляционных материалов с требованиями, соответствующими ГОСТам.

1. Патент 2005108 СССР, МПК С 04В 28/30. Сырьевая смесь для изготовления древесно-торфяных строительных материалов : № 04905004 : опубл. 30.12.1993, бюл. № 47–48 / И. В. Гордин, А. А. Локончинский ; заявитель и патентообладатель И. В. Гордин, А. А. Локочинский.

2. Патент 2409529 Российская Федерация, МПК С 04 В 28/14. Теплоизоляционный композиционный материал : № 2009122275/03 : заявл. 10.06.2009; опубл. 20.01.2011, бюл. № 2 / А. И. Кудяков, Л. А. Аниканова, Л. Н. Пименова [и др.] ; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «ТГАСУ».

3. Патент 2555180 Российская Федерация, МПК С 04 В 38/08. Торфополимерная смесь для изготовления теплоизоляционных изделий :

№2014116521/03 : заявл. 24.04.2014; опубл. 10.07.2015, бюл. № 19 / А. Ю. Тараканов, О. А. Медведев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России».

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.Н. Соломонов
Научный руководитель ***М.В. Павлов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для круглогодичного выращивания сельскохозяйственной продукции в закрытом грунте обычно на практике используются промышленные теплицы. Рассматриваемые объекты агропромышленного комплекса, особенно расположенные в северной части нашей страны, должны быть обеспечены системами искусственного обогрева. В настоящее время, наряду с традиционными системами отопления (водяными, паровыми, воздушными), все большее внимание привлекают системы, работающие на базе инновационных технологий, которые не нуждаются во внешних источниках тепловой энергии (котельных или ТЭЦ), могут быть обеспечены системой автоматизированного контроля и управления, малогабаритны и энергоэффективны.

Целью данной работы является исследование и сравнение различных видов систем отопления культивационных сооружений.

Отопление теплицы является одним из важнейших элементов для выращивания различных культур в зимний период, так как помогает соблюсти определенный температурный режим, столь важный для растений, и снять 2–3 урожая в год. Для создания и поддержания такого режима, особенно в северных регионах, требуется качественное отопительное оборудование. Систему отопления для теплицы выбирают, руководствуясь многими факторами, такими как: желаемый микроклимат, потребность в определенном количестве тепла для выращиваемых сортов, мощность системы освещения (так как это дополнительный источник тепла).

Виды отопления теплиц:

1. Воздушное отопление.

Воздушное отопление теплицы является очень распространенным вариантом обогрева, при котором в качестве теплоносителя используется воздух.

Самым важным его преимуществом считается скорость прогревания внутреннего пространства теплицы: в отличие от водяного отопления, воздушное

отопление позволяет получить необходимую температуру в помещении всего за несколько минут. Но также этот способ имеет существенный недостаток, непосредственно вытекающий из данного преимущества. Чем быстрей прогревается воздух в теплице после запуска системы отопления, тем быстрей падает температура после ее остановки. Связано это с тем, что воздух имеет намного меньшую теплоемкость, чем жидкость, находящаяся в водяной системе отопления.

2. Водяное отопление.

Теплоносителем в такой системе является вода, которая циркулирует по замкнутому контуру, состоящему из труб. Составными ее компонентами являются: водонагревательный котел, трубы, иногда радиаторы и автоматика, такая как термостаты и датчики.

Принцип действия водяного отопления заключается в том, что теплоноситель, выходя из котла и проходя по трубам с помощью циркуляционного насоса, отдает тепло в грунт и пространство теплицы, а после снова поступает в котел для нагрева. Такая система считается традиционной.

Преимущество данной системы в том, что эксплуатационные расходы на обогрев будут ниже, чем у электрической системы. Водяное отопление может работать на более дешевом топливе. Также преимуществом является одновременный обогрев воздуха и грунта в теплице.

Недостатками водяного отопления являются: сложность монтажа системы труб; необходимость постоянного контроля износа труб и системы в целом, высокая металлоемкость и инерционность системы, необходимость в удаленном источнике теплоснабжения; большой расход электроэнергии на циркуляцию теплоносителя; различные температуры теплоносителя в контурах системы отопления.

3. Система лучистого отопления теплиц (инфракрасного излучения).

Включает в себя искусственный источник инфракрасного излучения, работающий либо на газовом топливе, либо от электричества. На рисунке 1 представлена схема модели лучистого отопления.

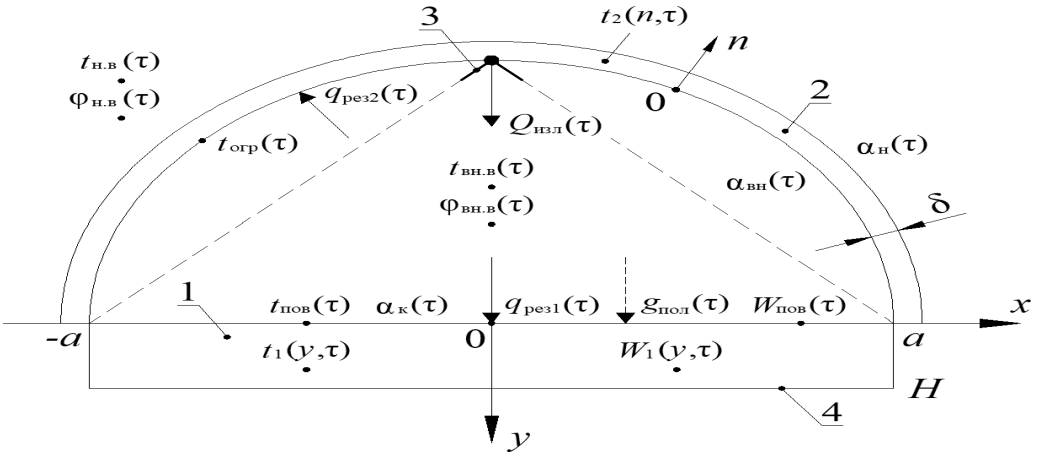


Рис. 1. Схема модели лучистого отопления теплицы: 1 – почва; 2 – ограждение; 3 – источник инфракрасного излучения (излучатель);4 – теплогидроизоляция

Преимущества: искусственный источник инфракрасного излучения; концентрация тепловой энергии в нижней зоне помещения, сокращение потребления энергоресурсов в сравнении с водяными и воздушными системами; получение углекислого газа для питания растений.

Недостатки: высокая стоимость оборудования; при густом лиственном покрове лучи не доходят до нижних слоев и почвы, вследствие чего происходит перегрев верхних слоев и корневая система растений не получает необходимого количества теплоты.

4. Комбинированная система отопления (рис. 2).

Включает в себя два различных источника тепловой энергии: газовый инфракрасный излучатель и газовый воздухонагреватель. Инфракрасный излучатель обеспечивает необходимый тепловой режим почвы, а воздухонагреватель формирует тепловой режим помещения теплицы.

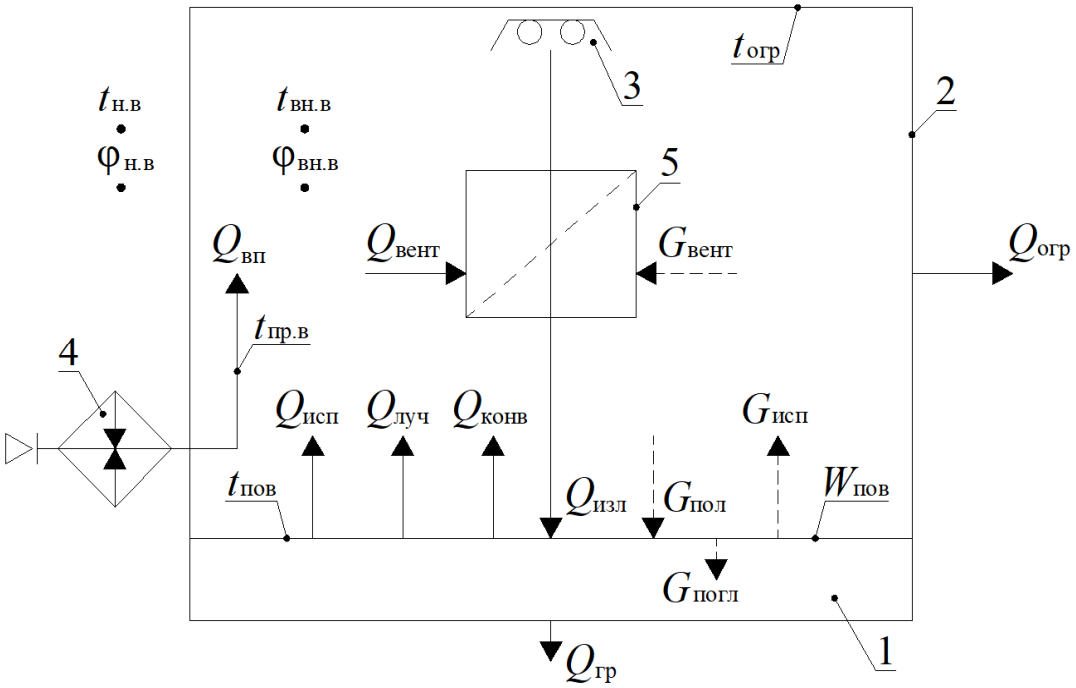


Рис. 2. Комбинированная система отопления зимней теплицы: 1 – почва; 2 – ограждение; 3 – газовый инфракрасный излучатель; 4 – газовый воздухонагреватель; 5 – вытяжной вентиляционный проем

Преимущества комбинированной системы: формирует оптимальный микроклимат в теплице в любой период года, в качестве горючего материала используется сжиженный газ; возможность использования углекислого газа для питания растений; имеет самый высокий КПД по отношению к традиционным системам; возможность автономной работы, низкую энергоемкость.

Недостатки комбинированной системы: высокая стоимость оборудования, сложность установки автоматики.

У каждой системы отопления имеются свои преимущества и недостатки в сравнении с другими, но преимущества комбинированной системы дают ей

возможность поддерживать необходимый тепловой режим в любой период года с наименьшими энергозатратами и минимальным использованием ресурсов.

1. Павлов, М. В. Лучистое отопление теплиц монография / Павлов М. В., Лукин С. В., Кочкин А. А. – Вологда : ВоГУ, 2018. – 80 с.

2. Павлов, М. В. Комбинированная система отопления зимней теплицы / Павлов М. В., Карпов Д. Ф. // Вестник Вологодского государственного университета. – Вологда : ВоГУ, 2020. – С. 59–63.

3. Калинина, Т. О. Создание оптимальных тепловых условий в теплицах в зимний период / Т. О. Калинина, В. Ю. Полякова, К. В. Кичин. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 29 (133). – С. 81–86.

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ

И.В. Стеблева

Научный руководитель ***Е.А. Лебедева****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Совместный анализ водных и земельных ресурсов на водосборе поверхностного водоисточника, а прежде всего в зонах санитарной охраны, является актуальным для функционирования сооружений водоподготовки, а значит для снижения риска здоровью населения, потребляющего питьевую воду. Актуальность работы подтверждается реализацией мероприятий проекта «Чистая вода» по улучшению качества питьевой воды в рамках национального проекта «Жилье и городская среда».

Рабочая гипотеза: хозяйственная деятельность на водосборе водоисточника и территории размещения сетей и сооружений определяет барьерные функции системы централизованного водоснабжения.

Целью исследования является разработка рекомендаций по регулированию хозяйственного использования территории для повышения эффективности функционирования системы централизованного водоснабжения на основе анализа влияния хозяйственного использования водосборной территории на качество воды.

Большая часть населения Вологодской области получает питьевую воду из поверхностных водоисточников. Ограничения в использовании грунтовых вод объясняются не только размером их запаса, но и наличием трудноудаляемых загрязнений типа: соединения бора, фтора, стронция и меди.

Оценка качества поверхностных вод за 2019 год по показателю «Индекс загрязненности воды» показала, что в 53 % пунктах наблюдений вода относится к категории «чистая» (в 2018 году – в 48 %), в 28 % – «умеренно загрязненная» (в 2018 году – 37 %), в 19 % – «загрязненная» (в 2018 году – 11 %). В 2018 году в 4 % пунктах наблюдений (р. Вологда ниже г. Вологды и р. Кошта) вода относилась к категории «грязная». В 2019 году качество воды в данных водных объектах (створах) по показателю ИЗВ улучшилось, перейдя в категорию «загрязненная».

Зависимость качества воды, хозяйственного использования водосбора и технологии водоподготовки показана на примере двух водоисточников. Вологда и Юг – реки бассейна Белого моря. Обе протекают в Вологодской области. Длина реки Вологда составляет 155 км, реки Юг 574 км, площадь водосборного бассейна Вологды и Юга – около трех тысяч и 35000 км^2 соответственно.

На первом этапе был проведен анализ хозяйственной деятельности на водосборе, а именно в границах зон санитарной охраны водозабора в д. Михальцево. На исследуемой территории были выделены все земельные участки, определен вид разрешенного использования, площадь, форма собственности. Для реки Вологда большую часть территории занимают земли под мелиоративными системами и сельскохозяйственного назначения. В сумме 89 %. Для реки Юг основную часть территории занимают земли лесного фонда – 86 %. Таким образом, анализ хозяйственной деятельности в пределах зон санитарной охраны двух водоисточников позволил выявить преимущественные виды использования земель, оказывающие влияние на качество питьевой воды.

Сравнительный анализ данных о гидрохимическом режиме водоисточников показал, что в реке Юг показатели цветности и окисляемости приблизительно равны среднегодовым по Вологде и значительно меньше максимальных годовых. По железу значения в реке Юг меньше среднегодовых и максимальных годовых по Вологде в 2 и в 5 раз соответственно. Результаты анализа по мутности позволяют сделать вывод о сезонности изменения исследуемого показателя как в реке Юг, так и в Вологде. Максимальное значение мутности приходится на весеннее половодье.

При изучении сформированных статистических рядов наблюдений за гидрохимическим режимом стока водоисточника – реки Вологды проводилась дифференциация данных по показателям загрязнений и их визуализация. По величине коэффициента вариации и его изменению в период с 2008–2020 годы в сравнении с периодом 1990–2000 годы можно судить о повышении степени вариации и неоднородности совокупности по показателям мутности и цветности реки Вологды, а также понижении степени вариации и неоднородности совокупности по фенолу и железу. Увеличение содержания хлороформа связано с повышением цветности, мутности и перманганатной окисляемости водоисточника, следовательно, в технологии водоподготовки стали применяться увеличенные дозы хлора.

Корреляционный анализ исследуемых показателей позволил определить, что с увеличением абсолютных значений уровней воды, которые в нашем случае считаются показателями водности водоисточника, происходит уменьшение концентрации железа и увеличение содержания загрязнений по цветности, мутности и окисляемости. Аналогичные зависимости между показателями цветности, мутности и окисляемости положительные, более тесная связь существует между уровнями, мутностью и цветностью. Положительная, но слабой степени между уровнями и окисляемостью. Эти показатели с повышением водности увеличиваются, хотя в случае их природного происхождения, динамика их должная быть аналогична динамике железа.

Учитывая, что оценка освоенности водосбора реки показывает, что 89 % территории составляют сельскохозяйственные и мелиорированные земли: пашни, сенокосы, пастбища, – то на данных территориях регулярно в почву вносят минеральные органические удобрения. Компоненты удобрений с поверхностным и дренажным стоком поступают в осушительную сеть и водоисточник и оказывают влияние на гидрохимический режим. В качестве рабочей гипотезы положительной динамики цветности и окисляемости водоисточника можно считать повышение ее за счет дополнительного поступления солей гуминовых и фульвокислот, окрашивающих воду в желто-коричневые тона в результате смыва органических удобрений с водосбора.

На территории Вологодской области на некоторых водозаборах из поверхностных водоисточников исторически сложилась такая ситуация, что категория и вид разрешенного использования земель на водосборе не соответствует современным требованиям к территориям в зонах санитарной охраны. Для выравнивания этой ситуации необходимо хотя бы предусмотреть минимальное обустройство зон санитарной охраны. В числе мероприятий по обустройству можно рассматривать:

- защиту водного объекта от воздействия сосредоточенных и диффузных объектов-загрязнителей, таких как неочищенные сточные воды, сбросные воды с мелиорированных земель, поверхностный сток с селитебных территорий и объектов инфраструктуры (автомобильных и железных дорог);
- ограждение объектов-загрязнителей защитными валами и дамбами, организация и очистка стока с обвалованной территории, для первого и второго пояса зон санитарной охраны – вынос объектов-загрязнителей за пределы зоны с особыми условиями использования территории;
- лесомелиоративные мероприятия, предназначенные для снижения объема поверхностного стока и перевода его в подземный. К их числу относятся посадки лесокустарниковой и травянистой растительности по периметру сельскохозяйственных угодий или залужение пашни;
- в качестве кардинального решения вопроса – упорядочивание или полное запрещение сельскохозяйственного использования в границах первого и

второго пояса зон санитарной охраны, как это рекомендуется нормативными документами и санитарными правилами и нормами.

Анализ хозяйственной деятельности дает право утверждать, что в условиях Вологодской области сельскохозяйственные земли, используемые для интенсивного земледелия и животноводства, не должны размещаться в зонах санитарной охраны водоисточников.

1. Стеблева, И. В. Хозяйственное использование территорий в зонах санитарной охраны водоисточников / И. В. Стеблева // Молодые исследователи – регионам : материалы Международной научной конференции : Вологда, 2020. – Т. 1. – С. 409–411.

2. Стеблева, И. В. Влияние хозяйственного использования водосбора на схему водоподготовки / И. В. Стеблева // Молодые исследователи – регионам : Материалы Международной научной конференции. – Вологда, 2021. – Т. 1. – С. 368–369.

АНАЛИЗ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗИФИКАЦИИ

Д.В. Трусов
Научный руководитель ***И.В. Стеблева***
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для регионов России системы газоснабжения и газификации являются одними из наиболее важных для ПАО «Газпром».

Газификация и газоснабжение страны производится на основании пятилетних программ, в которых определяются сроки строительства объектов и объемы финансирования и инвестиций.

Анализ периода газификации с 2005 по 2020 годы показал, что большая часть регионов страны (69) участвовала в программе газификации при объеме инвестиции около 450,6 миллиардов рублей. По итогу было возведено 36000 квадратных метров газопроводов, а также газифицировано около 1 миллиона жилых домов и квартир, подключено около 6000 котельных и промышленных предприятий [1].

После окончания предыдущего периода газификации, ПАО «Газпром» подписало новую программу газификации регионов на 5 лет (2021–2025). Она затронула 67 субъектов России, с объемом финансирования на 74,5 миллиардов рублей больше, если сравнивать с предыдущим периодом.

Целью данного исследования является анализ программы развития газоснабжения и газификации на территории Российской Федерации в целом и в конкретном регионе – Вологодской области.

В результате действующей программы развития газоснабжения и газификации регионов страны будет построено в 2,5 раза больше километров газопроводов в сравнении с предыдущим периодом, что составит 24400 километров. Количество созданных условий для газификации населенных пунктов аналогично возросло в 2,7 раза, это составит 3632 населенных пункта.

Программой предполагается, что к 2026 году в 40 % регионов России газификация будет полностью завершена, а в 2030 году она станет 100 % для всей территории страны.

Если сравнить объем инвестиций в последний год прошлого периода и первый год настоящего, то можно обратить внимание на рост инвестиций почти в два раза (128,8 миллиардов рублей).

В настоящее время за строительство газопроводов внутри поселков до границ земельных участков отвечают потребители и субъекты страны. Газпром же, в свою очередь, берет на себя обязанность за строительство газораспределительных станций и газопроводов-отводов.

Для доступности услуг, предоставляемых организациями Группы «Газпром межрегионгаз», и взаимодействия с потребителями осуществляется возможность получения всех услуг по принципу «Единое окно».

Далее представлены направления деятельности ПАО «Газпром»:

– развитие, направленное на достижение 100 % уровня газификации регионов страны, удовлетворение стоимостью услуг, улучшение комфорта и условий потребителя, а также рост инвестиций и экономического потенциала для регионов Российской Федерации;

– рост газификации и газоснабжения для юга России и Дальнего Востока.

В программах развития газификации участвуют правительства и администрации субъектов страны [2].

Сравнительная характеристика периодов газификации, в частности инвестиций, уровня газификации и количества участников, приведена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика периодов газификации

Периоды	Инвестиции	Уровень газификации	Участники программы
2005–2020 гг.	>451 млрд руб.	71,4 % к 2021 году	69 регионов
2021–2025 гг.	>526 млрд руб.	74,7 % к 2026 году	67 регионов

Программа газификации для Вологодской области была подписана на новый период (с 2021 по 2025 года) председателем Правления ПАО «Газпром» Алексеем Миллером и Губернатором Вологодской области Олегом Кувшинниковым.

В результате данной программы компания реализует проект строительства газопровода-отвода с газораспределительными станциями и межпоселковых газопроводов протяженностью свыше 350 километров, для нескольких городов Вологодской области (Липин Бор, Белозерск, Вытегра, Кириллов, Череповец и др.).

По итогу строительства будет газифицирован 51 населенный пункт Вологодской области, в шести из которых газ появится впервые. Помимо этого будут переоборудованы пять газораспределительных станций для подключения новых потребителей. В целом по области будет газифицировано 9848 домов и 25 котельных. Стоит отметить, что на первый квартал 2020 года газификация нашей области составила около 60 %.

Основные сведения о газификации Вологодской области представлены в таблице 2.

На рисунке представлена карта текущей ситуации газификации Вологодской области.

Таблица 2

Газификация Вологодской области

Уровень газификации на 1 января 2020 года	Уровень газификации к 2026 году	Инвестиции на газификацию области в 2021–2025	Строительство новых газопроводов	Газификация домохозяйств
61,1 %	70 %	22,4 млрд руб.	488 км	9848 домовладений и квартир

Рис. Схема газопроводов в Вологодской области

Таким образом, в ходе исследования был проеден анализ Программы развития газоснабжения и газификации на территории Российской Федерации в целом и в конкретном регионе – Вологодской области.

1. Митрофанов, А. С. Реализация программ и методов по повышению уровня газификации России / А. С. Митрофанов // Наука молодых – будущее России : сборник научных статей международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых : в 3 томах (Юго-Западный государственный университет, 15–16 декабря 2016 г.) / Юго-Западный государственный университет. – Курск : Университетская книга, 2016. – С. 329–331.

2. Чеканова, Т. Программа газификации регионов России в действии / Т. Чеканова // Полимерные трубы. – 2011. – № 3 (33). – С. 14.

ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА РАБОТЫ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ КАНАЛИЗАЦИИ ПОСЕЛКА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

И.А. Чащин
Научный руководитель ***А.Г. Гудков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Шекснинский район имеет разветвленную речную сеть. Одной из наиболее загрязненных рек является река Филин, о чем свидетельствует преобладание в воде реки таких гидробионтов-индикаторов, как водяной ослик, мотыль и др. Главными загрязнителями реки являются органические вещества и механические загрязнения воды от земельных участков, продуты разложения от свалок бытовых отходов, а также бытовые и промышленные стоки от очистных сооружений.

В связи с этим актуальной задачей представляется изучение и инвентаризация техногенных источников загрязнения сточных вод, а также оценка возможностей сокращения или полного предотвращения попадания загрязнения в речные воды. Одним крупнейших объектов-источников загрязнений является очистная станция канализации (ОСК), сбрасывающая хозяйственно-бытовые сточные воды крупного поселка в р. Филин.

Целью работы является анализ эффективности очистки сточных вод в разные периоды 2020 года, оценка соответствия качества очищенных стоков установленным нормативам допустимого сброса и выбор дальнейшего направления исследовательской деятельности.

В процессе изучения была собрана информация о методах очистки и технологической схеме ОСК, параметрах работы и эффективности отдельных сооружений в ее составе.

Станция очистки принимает из системы централизованной канализации хозяйственно-бытовые сточные воды от жилых кварталов поселка, очищает и сбрасывает в реку. Станция пущена в эксплуатацию в две очереди: I очередь с очисткой 2,7 тыс. м^3 сточных вод в сутки запущена в 1973 году, II очередь с очисткой до 7,0 тыс. м^3/сут – в 1983 году.

В составе очистной станции предусмотрены решетки, песколовки, отстойники, аэротенки, илоперегниватели, фильтр-прессы, контактные резервуары. Применяемые методы очистки – механический, биологический и обеззараживание. Укрупненная технологическая схема очистки изображена на рисунке 1.

Проведенное визуальное обследование показало, что большинство сооружений, установок очистки и технологического оборудования имеют высокую степень износа и нуждаются в обновлении (ремонте).

Сточные воды после очистки через береговой выпуск сбрасываются в р. Филин, затем поступают в р. Шексну.

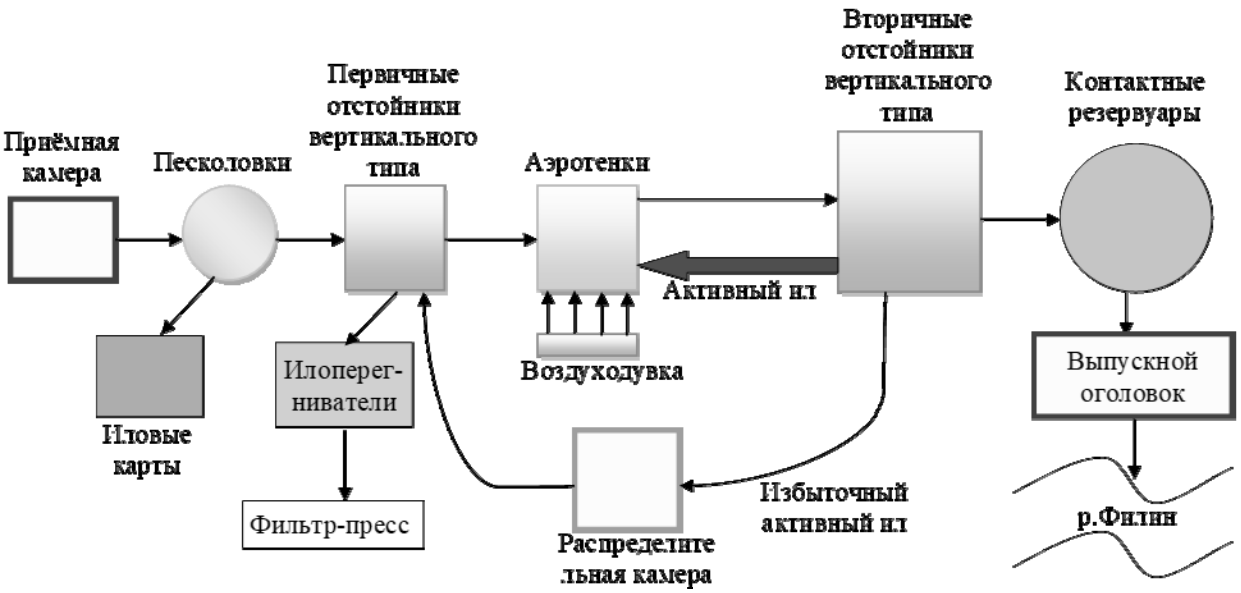


Рис. 1. Технологическая схема ОСК

Годовая проектная мощность станции очистки составляет 3540,5 тыс. м^3. Для определения фактической производительности был проанализирован ряд из 366 значений суточного притока за 2020 год. На рисунке 2 представлен годовой график поступления стоков.

Средний суточный приток на ОСК в 2020 году составил 5809 м^3/сут, годовая производительность – 2126,3 тыс. м^3, что составляет 60 % от проектной. Отмечены значительные колебания притока, со средним отклонением ±14 % от среднесуточного.

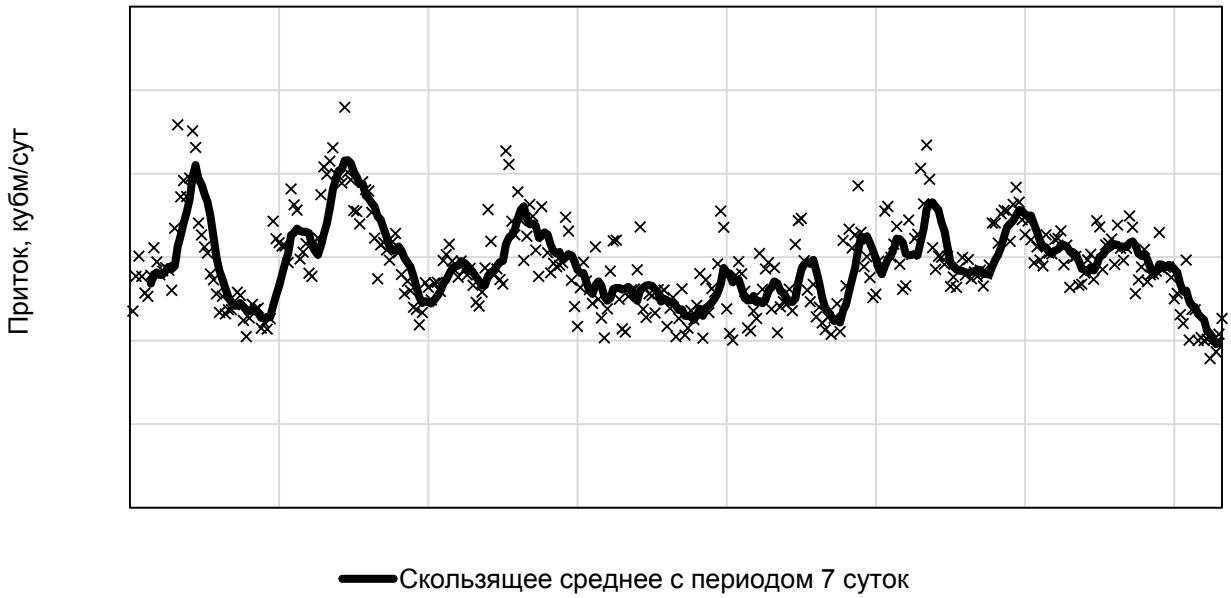


Рис. 2. Годовой приток на ОСК

В ходе исследований были собраны и проанализированы протоколы испытаний воды, сделанные аккредитованной лабораторией в рамках производственного контроля на ОСК в 2020 г. В таблице приведены значения 9 показателей качества поступающих и очищенных стоков. К сожалению, наблюдения за качеством сточных вод на ОСК проводились нерегулярно, поэтому приведены данные, усредненные только по 8-ми месяцам 2020 года.

Таблица

Загрязненность поступающих и очищенных сточных вод, мг/дм^3

	Взвешенные вещества	$БПК_5$	ХПК	Нефтепродукты	Анионные ПАВ	Нитраты	Нитриты	Аммоний-ион	Фосфор фосфатов
Январь	3,0* 180	0,8 75	79 240	**0,15**** 0,96	0,01 0,52	**50** 0,81	**5,9** 0,048	**4,1** 18	**0,22** 0,79
Февраль	2,95 88	**7,9** 126	76 537	**0,12** 0,85	0,016 1,07	39,5 0,72	**2,65** 0,036	**10,15** 54	0,1 0,46
Март	**12,1** 191	**5,0** 97	83 387	**0,12** 1,65	0,015 1,42	16,6 0,565	**3,0** 0,05	**19,4** 31,5	**2,58** 1,16
Апрель	**22** 228	**5,6** 146	111 373	**0,14** 3,1	0,042 1,57	3,3 0,45	**1,4** 0,039	**26** 35	**0,25** 0,55
Июнь	**10,77** 512	**7,07** 220	97 750	**0,14** 2,66	0,06 2,04	**42** 0,83	**3,23** 0,13	**18,5** 44	**0,54** 1,52
Сентябрь	**14,85** 218	**6,55** 247,5	101 617	**0,06** 2,45	0,06 2,97	22,65 0,92	**2,7** 0,21	**5,95** 48,5	**0,23** 2,95

Окончание табл.

	Взвешенные вещества	$БПК_5$	ХПК	Нефтепродукты	Анионные ПАВ	Нитраты	Нитриты	Аммоний-ион	Фосфор фосфатов
Октябрь	**13,5** 194	**11,7** 148	75 452	**0,52** 1,26	0,082 9,0	2,95 0,85	**5,63** 2,6	**8,6** 25,73	0,12 0,52
Декабрь	**12,6** –	**8,0** –	74 –	**0,09** –	0,032 –	**50** –	**7,0** –	**9,4** –	**0,6** –
Среднее за год	**11,47** 230	**6,58** 146	86,9 464	**0,17** 1,86	0,04 2,66	28,38 0,71	**3,94** 0,44	**12,77** 35,03	**0,58** 1,14
НДС	4,03	2,1	не уст.	0,05	0,09	40	0,08	0,5	0,2
Эффективность очистки, %	95	95	79	87	98	–	–	61	45

** числитель – очищенные стоки, знаменатель – поступающие на очистку*

*** выделены показатели в очищенном стоке, превышающие НДС*

Согласно утвержденному нормативу допустимого сброса веществ (НДС), в очищенных сточных водах должны быть значения загрязненности, приведенные в последней строке в таблице. При анализе концентраций в стоках до и после их очистки было установлено, что по большинству загрязнителей качество очистки не соответствует условиям НДС. Уменьшение содержания загрязнителей составляет в пределах 45–98 %, однако этого недостаточно для обеспечения показателей НДС. Очистная станция обеспечивает требуемую концентрацию в очищенном стоке только по анионным ПАВ, наихудшие показатели наблюдаются для нитритов и аммонийного азота.

Также отмечены значительные колебания содержания загрязнений в поступающих сточных водах, что также может являться причиной недостаточной очистки. Самую высокую степень очистки ОСК обеспечивает по таким загрязнениям, как взвешенные вещества, $БПК_5$ и анионные ПАВ, самую низкую – по фосфатам.

По результатам вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы:

- очистная станция канализации поселка не обеспечивает необходимой эффективности очистки для семи из девяти контролируемых показателей загрязненности;

- возможной причиной этого являются устаревшее оборудование и колебания притока и концентрации загрязнений в поступающих сточных водах;

- необходимо проведение дальнейших исследований для детального установления факторов ухудшения очистки и выработки рекомендаций по достижению значений НДС;

- следует провести расчеты для проверки принципиальной возможности сооружений в составе ОСК, обеспечить требования НДС и нормативных документов [1].

1. СП 32.13330.2018. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения: актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 : утвержден Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25.12.2018 № 860/пр. : введен 26.06.2019 // Техэксперт: информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс».

ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

А.Н. Чекмарева
Научный руководитель ***Е.А. Лебедева****, доцент, канд. техн. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время в городе Вологде разрабатываются и реализуются мероприятия муниципального проекта «Ревитализация реки Содемы с преобразованием прибрежных территорий». Одной из актуальных задач этого проекта является организация водоотведения и очистки поверхностного стока с территории водосбора реки. Цель данного исследования: анализ и сравнительная оценка применимости апробированных на других территориях РФ технических решений по очистке талого стока в условиях города Вологды в соответствии с экологическими нормативами выпуска в реку Содему.

Талый сток аккумулирует в себе практически все вещества, поступающие с выбросами в атмосферу и накапливающиеся на селитебной территории в зимний период в результате хозяйственной деятельности. Отличительной особенностью талого стока является еще и то, что, как правило, его формирование происходит в периоды низких температур воды, процессы самоочищения в водных объектах при таких температурах отсутствуют. Все поступающие со стоком загрязнения накапливаются в период весеннего половодья и при повышении температуры провоцируют интенсификацию эвтрофирования в водных объектах-водоприемниках. Исходя из этого, талый поверхностный сток, обладая рядом негативных свойств, представляет для экосистемы большую опасность в плане загрязнения воды и утраты биоразнообразия и деградации водоемов [1].

Физико-химические исследования некоторых качественных показателей исходного загрязнения талого стока, выполненные в рамках данной работы, а также существующие условия выпуска в реку Содему очищенной воды представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные показатели качества и условия выпуска талого стока после очистки

Наименование показателя загрязнения	Единица измерения	Амплитуда изменений показателя качества воды	Требуемые ПДК на выпуске
Взвешенные вещества	мг/дм^3	20–12236	10
БПК$_5$	мг O_2/дм^3	2,4–130	3
Нефтепродукты	мг/дм^3	0,09–1,63	0,05
Аммоний-ион	мг/дм^3	0,32–0,87	0,5
Фосфор фосфатов	мг/дм^3	0,18–0,38	0,2

Исходя из показателей качества талого стока и необходимой степени очистки, результаты проведенного анализа и сравнительной оценки существующих технических решений, применяемые для очистки поверхностного стока, сведены в таблицу 2 [2].

Таблица 2

Сравнительная оценка применимости технических решений очистки поверхностного стока в условиях города Вологда

Техническое решение	Достоинства	Недостатки	Примерная оценка применимости
Пруды отстойники каскадного типа с биологической очисткой и габионами на выпуске	- высокий эффект очистки; - низкие энерогозатраты на очистку при самотечном исполнении; - применимость в разных климатических условиях	- требуются значительные площади для размещения; - применимы без использования насосов только с уклоном местности, достаточным для самотечного исполнения; - ограничения в применении для талого стока	могут применяться для выпусков в центре города: № 6, 7, 8, 16, 24, 29,2 7. От ул. Герцена до устья р. Содемы
Гидроботанические площадки	- природоподобный метод очистки (с помощью растительности); - малые энерогозатраты на очистку при самотечном исполнении; - применимость в разных климатических условиях	- требуются значительные площади для размещения; - требуется удаление и утилизация растительности по окончании вегетационного периода	применимы для выпусков № 23, 13 (район улицы Новгородская, Костромская)

Окончание табл. 2

Техническое решение	Достоинства	Недостатки	Примерная оценка применимости
Установки модульного типа	- удобство и краткосрочность монтажа; - увеличение производительности дополнением модулей; - возможности автоматизации и дистанционного управления процессами очистки; - применимость в разных климатических условиях	- необходимость удаления и утилизации осадков; - для обслуживания требуются специальные машины и оборудование	применимы для выпусков № 21, 26, 31 (ул. Петина, Ярославская)
Сооружения индивидуального проектирования из сборного и монолитного железобетона	- максимально учитываются местные условия; - возможности автоматизации и дистанционного управления процессами очистки	- высокая стоимость проектирования и строительства; - потребность в электроэнергии для оборудования; - необходимость удаления и утилизации осадков	применимы для выпусков № 21, 26, 31 (ул. Петина, Ярославская)
Комбинированные фильтры патронного типа	- компактность размеров; - краткосрочность монтажа; - не требуют площадей для размещения; - применимость в различных климатических условиях	- низкая производительность; - требует изменений в конструкции колодца для крепления фильтра; - низкая технологичность и высокая частота операций обслуживания и удаления осадка	могут применяться для выпусков в центре города, где ограничены условия для размещения сооружений на выпусках: № 6, 7, 8, 16, 24, 29,27. От ул. Герцена до устья р. Содемы
Очистные сооружения механической очистки	- компактность; - возможно выполнение без использования энергопотребляющего оборудования	- не достаточный для выпуска в водоем рыбохозяйственного водопользования эффект очистки	применимо при условии дальнейшей биологической или физико-химической доочистки

Таким образом, результаты выполненных нами исследований показывают, что для очистки талого стока с водосбора реки Содемы в рамках муниципального проекта можно адаптировать существующие и апробированные в

других регионах РФ технические решения. В дальнейших исследованиях следует выполнить технико-экономические сравнения вариантов и рассмотреть привязку и разбивку очистных сооружений на местности.

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / Воронов, Ю. В., Яковлев, С. В. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.

2. Чекмарева, А. Н. Водоотведение поверхностного стока в условиях города Вологды / А. Н. Чекмарева // Молодые исследователи – регионам : материалы международной научной конференции (Вологда, 19–25 апреля 2021 г.): [в 3 томах] / [главный редактор С. Ф. Митенева]. – Вологда, 2021. – Т. 1. – С. 370–371.

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КУЛЬТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.Р. Заостровцева
Научный руководитель ***Л.Э. Шашкова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При проведении реконструкции, реставрации зданий и сооружений старых построек с целью дальнейшей эксплуатации, основной задачей, стоящей перед строителями, является определение состояния существующих несущих конструкций, возможность видеть существующие и дополнительные нагрузки, возникающие при реконструкции, и в конечном итоге выбор методов их усиления.

Целью работы является анализ конструктивных решений несущих конструкций культовых сооружений XVIII в., выявление и анализ дефектов и повреждений в процессе эксплуатации культовых сооружений, а также изучение и анализ способов усиления их несущих конструкций.

Основными задачами работы являются:

- изучение существующих дефектов и повреждений несущих конструкций;
- установление состояния несущих конструкций на примере церкви Иоанна Богослова в г. Вологде;
- ознакомление со способами усиления несущих конструкций.

Церковь Иоанна Богослова, расположенная по адресу: г. Вологда, ул. Маяковского, д. 16А, построена в 1744 году. В 1830–1840-х гг. к церкви была пристроена колокольня. Обе конструкции имеют бутовый фундамент. Несущие стены выполнены из кирпича размерам 29,5×14,5×8,5 см (храм) и 26×12×8,5 см (колокольня). Толщина стен варьируется от 1,4 м до 2,5 м. Перекрытия в основной части храма выполнены из сводов Монье. В сводах Монье используются чугунные прокатные двутавры и кирпич. В остальных частях храма перекрытия деревянные по металлическим балкам.

В процессе работы были выявлены основные причины дефектов и повреждений несущих конструкций в течение срока эксплуатации:

- фундаменты: неравномерная осадка грунтов, боковое давление грунта, изменение гидрогеологического режима, промерзание оснований, старение материалов, ведение строительства рядом с существующим зданием;
- стены: механические воздействия в процессе эксплуатации, дефекты при строительстве, действие горизонтальных реакций, скопление влаги и атмосферных осадков, старение материала;
- перекрытия: механическое воздействие, некачественное выполнение узлов примыкания металлических балок к кирпичной стене, несоответствие фактических температур и влажности воздуха, несвоевременная замена износившихся элементов.

Анализ дефектов несущих конструкций церкви Иоанна Богослова в г. Вологде показал, что несущие конструкции имеют следующие повреждения [1]:

- выпадение отдельных камней в бутовом фундаменте;
- появление сырости в бутовом фундаменте;
- отслоение стен друг от друга;
- повреждение отделки по всем фасадам здания;
- трещины в несущих стенах;
- появление сырости (на северном фасаде церкви);
- неравномерная осадка (под колокольней, которая является более поздней пристройкой);
- появление вертикальных и косых трещин в теле самих фундаментов (ширина раскрытия трещин не более 10 мм).

Характерным для церкви Иоанна Богослова последствием неравномерной осадки стал крен колокольни. Модель устройства по выпрямлению крена изображена на рисунке. Выпрямление производим путем усиления нижней части стены системой поперечных и продольных металлических балок. Под швеллера по краям колокольни и по центру вбиваются двутавры с выпуском за пределы стены колокольни на 0,75 м. После выпрямления крена колокольни, образовавшиеся пустоты в стенах заполняют цементно-известковым раствором с примесью кирпичной крошки. Убирают домкраты, обрезают двутавры по фасаду. Швеллера остаются в стенах церкви, поврежденные пилястры восстанавливают цементно-песчаным раствором. Производят отделочные работы.

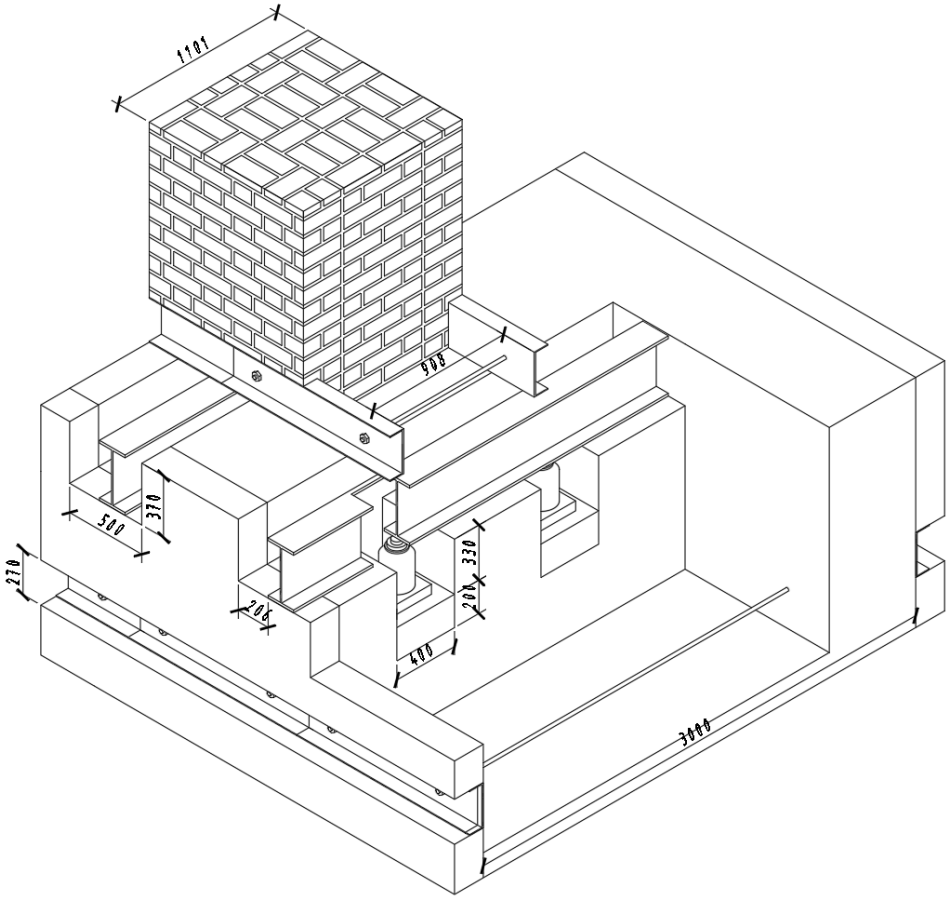


Рис. Модель устройства по выпрямлению крена колокольни

По результатам оценки технического состояния несущих конструкций в работе проанализировали методы усиления фундаментов [2], стен и перекрытий, которые приведены в таблице.

Таблица

Методы усиления несущих конструкций

Метод усиления	Условия применения	Применение в церкви Иоанна Богослова
Фундаменты		
Цементация кладки	При образовании пустот в швах кладки и небольших разрушений материала фундамента	Целесообразен в здании храма, но не в колокольне по причине необходимости выпрямления крена колокольни
Усиление фундаментов железобетонными обоймами	При значительном разрушении материала фундамента	Целесообразен в обоих случаях
Укрепление отдельных камней кладки бутового фундамента	При фрагментарном повреждении фундамента	Целесообразен в том случае, если не применяется другой метод усиления
Стены		
Инъектирование трещин	При трещинах до 10 мм, а также для предупреждения появления трещин	Целесообразен для большинства участков несущих стен
Кирпичные замки с якорем	При широких трещинах, значительных повреждениях	Целесообразен в отдельных случаях
Устройство железобетонного сердечника	При значительных трещинах в оконных и дверных проемах	Целесообразен в переходе из основной части церкви в трапезную на первом и втором этажах
Перекрытия		
Устройство железобетонного наращивания сверху	При наличии продольных трещин в кладке сводов Монье	Целесообразен при усилении перекрытия в основной части храма
Устройство железобетонного наращивания в виде арочной плиты снизу	При наличии поперечных трещин в кладке сводов Монье	Целесообразен при усилении перекрытия в основной части храма
Увеличение площади опирания балок на кирпичную стену	При недостаточном опирании металлических балок на стены	Целесообразен при усилении перекрытия в трапезной

По результатам работы можно сделать следующие выводы: оптимальным методом усиления фундамента в данных условиях является усиление фундамента железобетонной обоймой. Усиление стен и перекрытий церкви требуют комплексного подхода в связи с разнообразием дефектов и повреждений.

1. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : введен 04.12.2012. – МНТКС, 2012. – 95 с.

2. Учебно-методическое пособие к самостоятельному изучению курса «Усиление оснований и фундаментов» для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», направленность (профиль) «Промышленное и гражданское строительство» / И. Ф. Шакиров. – Казань : Издательство Казанского государственного архитектектурно-строительного университета, 2017. – 64 с.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ BIM-РЕШЕНИЙ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

О.Р. Кучин
Научный руководитель ***Н.М. Дементьев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сохранение культурного и архитектурного наследия является одной из важнейших задач, стоящих в настоящее время перед цивилизованным обществом.

Повсеместное внедрение в строительство BIM-технологий зарекомендовало себя как очень эффективный метод проектирования. Реставрация значительно отстает от общей тенденции и не спешит принимать такую технологию. Многое упирается в общее состояние объекта, отсутствие подготовки у специалистов, сложность проектирования элементов декора.

В данной работе рассмотрена возможность реставрации и реконструкции на примерах, выполненных в различном программном обеспечении, и сравнение подходов.

Дом купца Илиодора Аполлоновича Шахова в городе Вологде – уникальный памятник деревянного зодчества с богатым резным декором и необычной композицией фасада с выдающейся центральной частью. Состояние объекта представлено на рисунке 1.

Рис. 1. Дом в 2019 году

Для построения обмерной модели было снято облако точек с помощью тахеометра и для сравнения была выполнена фотограмметрическая съемка. Облако точек представлено на рисунках 2, 3.

Рис. 2. Точки, отснятые тахеометром

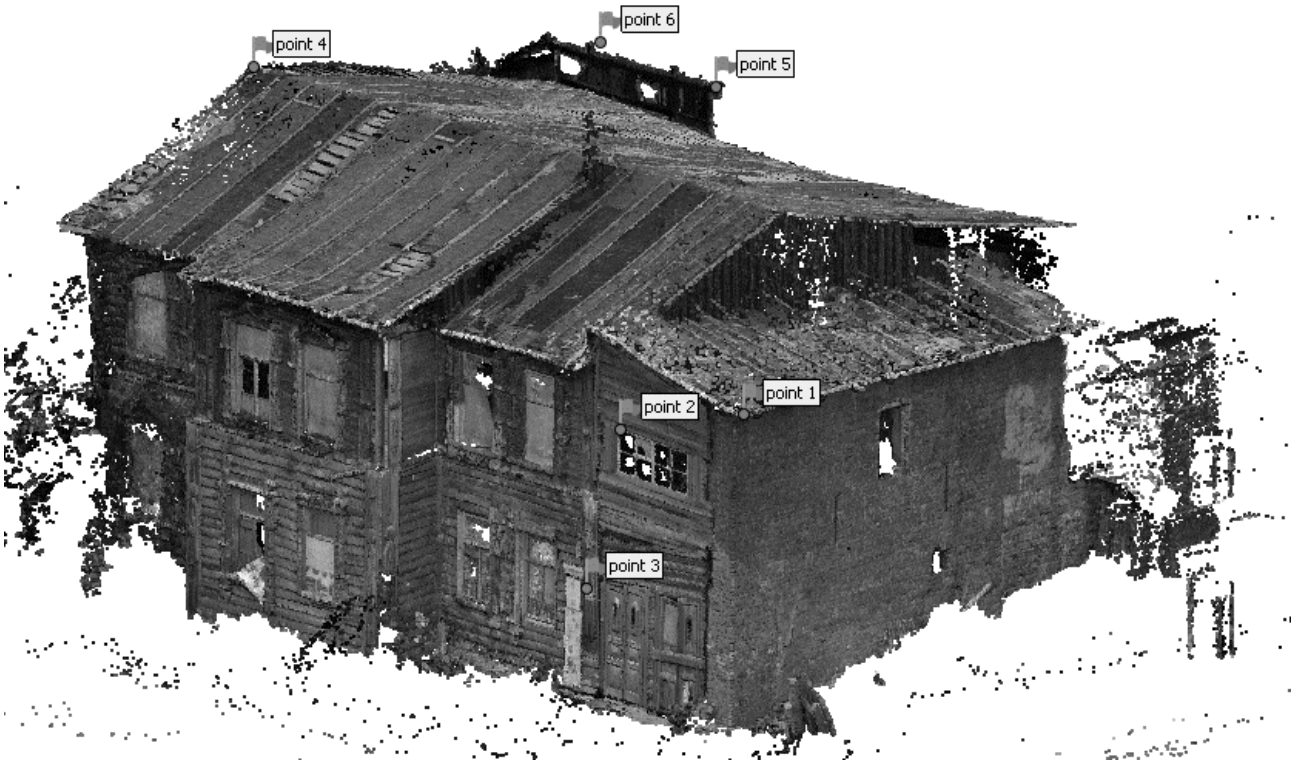


Рис. 3. Точки фотограмметрии

Вторым объектом, для которого были выполнены обмеры этими двумя способами, без построения полноценной информационной модели, была ка-

менная ограда Троице-Гледенского монастыря. Результаты представлены на рисунках 4, 5.

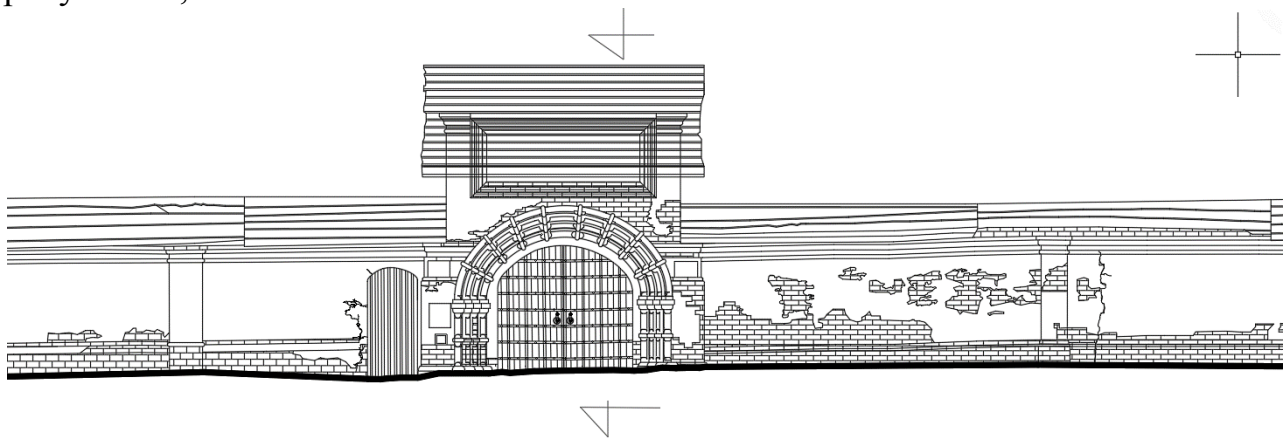


Рис. 4. Фрагмент обмерного чертежа ограды с нанесенными дефектами

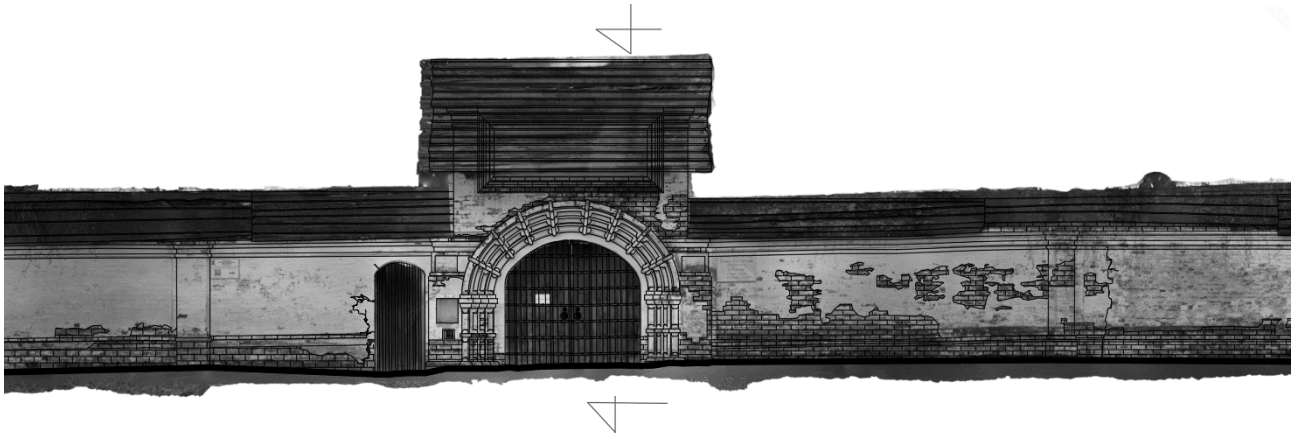


Рис. 5. Фрагмент обмерного чертежа ограды с нанесенными дефектами и ортофотопланом

Для использования результатов фотограмметрии необходимо использование других BIM-систем. Лучше всего для этого подходит Autodesk Revit. Данный подход очень затратен технологически и экономически – необходимо дорогое программное обеспечение и мощный компьютер.

Возможно построение информационных моделей на основе традиционных ручных обмеров здания. Для данной задачи необходимо выполнить полный комплект обмерных чертежей для последующей постройки модели. Это можно в зависимости от требований, целей и задач выполнить как в BIM-системах, так и в AutoCADe. Так, на рисунке 6 представлен план перепланировки на основе обмерной модели, выполненной в системе Renga. Так как в Renga не реализованы изменения во времени, приходится делать в таком случае 2 модели, отображающие состояния «до» и «после».

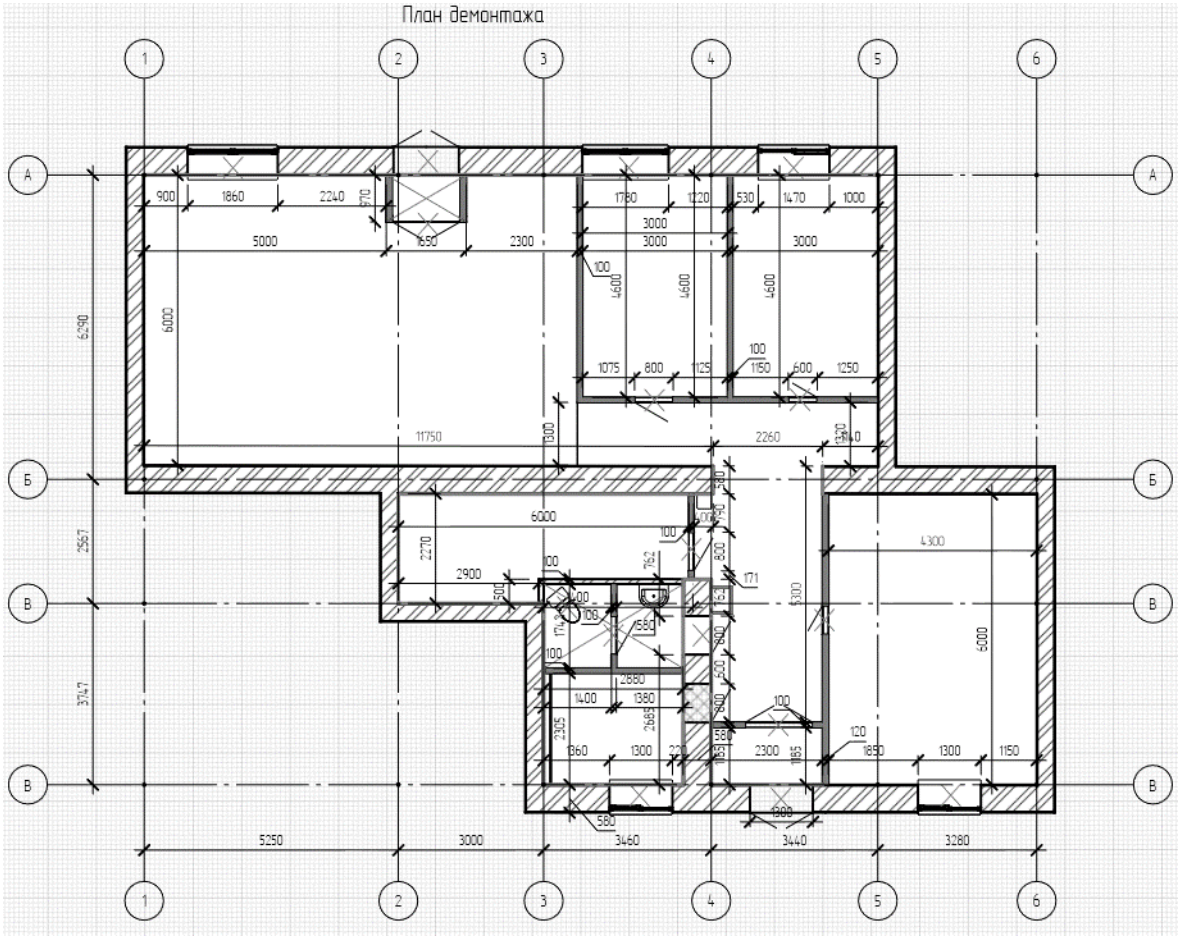


Рис. 6. Фрагмент плана перепланировки

Преимущество Revit в том, что система воспринимает как так называемую 4D-информацию, так и различные облака точек: фотограмметрические и лазерные (рис. 7).

Рис. 7. Облако точек и BIM-модель в Revit

Как итог, ввиду будущего столкновения подходов BIM и ТИМ получается ситуация, пока что, не в пользу отечественного аналога BIM. Renga не дает такой же высокий уровень автоматизации, как Revit, а ряд моментов требует задействование стороннего ПО, в том числе зарубежного, от которого и пытаются уйти в госзаказах на разработку BIM-модели в лице ТИМ.

1. СП 301.1325800.2017 Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами: утв. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 29.09.2017 : введен 02.03.2018. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 26 с.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСИТЕТСКОГО КОЛЛЕДЖА В Г. ВОЛОГДЕ

П.В. Павлова
Научный руководитель ***О.В. Пахнева***
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Работа направлена на анализ и выявление проблем на территории Университетского колледжа в г. Вологде. Ее целью является исследование территории на предмет выявления проблем, а также их устранения.

Средние профессиональные организации осуществляют подготовку и повышение квалификации рабочих, служащих и специалистов среднего звена [1]. В таких учреждениях обучается большое количество человек. Организации должны удовлетворять всем требованиям, чтобы обучение студентов было комфортным и удобным. Для этого на территории колледжей и других учреждений среднего профессионального образования должны быть выделены следующие зоны: учебная, учебно-производственная, спортивная, хозяйственная, жилая (при наличии общежитий) [1].

Для достижения поставленной цели мы выделили следующие задачи:

- изучение нормативных требований;
- визуальный осмотр территории колледжа;
- измерение территории при помощи инструментов;
- фотофиксация состояния территории;
- опрос сотрудников и преподавателей колледжа;
- подготовка рекомендаций по формированию комфортной среды.

Объект нашего исследования – Университетский колледж в г. Вологде, находящийся по адресу: ул. Ильюшина, 15. На его территории находится комплекс учебных зданий, соединенных переходом, рядом с ним – здание обще-

жития. Стадион колледжа расположен на удалении, проход к нему осуществляется обходом вокруг общежития и проходом через гаражи.

В ходе визуального осмотра территории и опроса сотрудников колледжа были выявлены как достоинства территории, так и ее недостатки. К достоинствам относятся:

- колледж является комплексным зданием;
- была проведена реконструкция здания в 2009 году, благодаря чему появился обеденный зал в учебном корпусе;
- большое количество мастерских и лабораторий;
- общежитие в шаговой доступности (построено в 2013 году);
- имеется пожарный проезд;
- интенсивное озеленение.

Также в ходе исследования были найдены и недостатки. Один из главных –нехватка приспособлений для маломобильных групп населения. Не было обнаружено на территории колледжа пандусов, входных групп, поручней, противоскользящих покрытий и так далее.

Отсутствие мест для чистки ковров и сушки белья, площадок для спорта и отдыха является проблемой для жителей общежития. Также мы обнаружили несоответствие нормам расстояния от окон до мусорных баков. Нормы составляют 20 метров [2], в нашем случае расстояние составляет около 5 метров от окон здания.

На занятия физическим воспитанием на стадионе в большинстве случаев студенты добираются, обходя общежитие и двигаясь по проезду с совмещением транспортных и пешеходных потоков, при этом проходят расстояние около 260 метров. Проезд не имеет твердого покрытия, поэтому его существующее состояние является неудовлетворительным. Во время дождей глинистый грунт задерживает воду, из-за чего на поверхности образуется большое количество луж и грязи.

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы. На территории колледжа необходимо установить приспособления для удобного перемещения маломобильных групп. Также на территории общежития требуется размещение площадок для комфорта и удобства студентов, живущих там, к примеру места для сушки белья, чистки ковров, площадок для отдыха. Для того, чтобы это осуществить, можно обустроить просторную и не используемую площадь напротив общежития. Чтобы соблюсти нормы расстояния мусорных баков от окон здания, необходим перенос площадок для мусора. В ходе осмотра территории выяснилось, что есть возможность сократить путь до стадиона, двигаясь по прямой от входа в колледж до входа на территорию стадиона. Это расстояние будет составлять около 90–100 метров и путь перемещения пешеходов не будет совпадать с проездом автотранспорта.

В связи с увеличением количества студенческих групп в колледже возникла проблема с недостаточностью инфраструктурных помещений при спор-

тивном зале и стадионе. Одномоментно на занятиях присутствуют несколько групп, в которых примерно одинаковое соотношение девушек и юношей. Поскольку занятия проводятся одновременно на улице и в зале, было проведено исследование существующего спортивного зала с прилегающими помещениями: спортивный зал площадью 291,6 м^2, тренерская площадью 15,6 м^2 и две небольшие раздевалки площадью 5 м^2. Приведем некоторые данные в таблице.

Таблица

Анализ площади раздевалок

Существующая площадь раздевалок, м^2	Норматив на одного человека, м^2	Количество единовременно занимающихся (в среднем), чел.	Норматив на количество единовременно занимающихся, м^2	Из них:	
				женщины, чел.	мужчины, чел.
5,2+4,9	1,3	25	32,5	15	10

Мы видим, что площадь раздевалок не соответствует нормам [1], а свободных помещений в колледже нет. В связи с существующими проблемами есть вариант создания пристройки к зданию. Это решит проблему нехватки раздевалок, а также появится возможность создания новых помещений для занятий акробатикой или тренировками на тренажерах.

Стадион колледжа занимает большую территорию, которая является неблагоустроенной. К ее достоинствам можно отнести то, что планировочная структура стадиона сохранилась, есть беговая площадка и размещенные ворота для игры в футбол.

Стадион не обновлялся с 2009 года и не реконструировался до данного момента. Покрытие беговой дорожки изношено, покрытия площадок для игр отсутствуют. Спортивное оборудование также не обновлялось, крайне изношено, покрыто ржавчиной и является несовременным. Не хватает площадок для спортивных игр, таких как волейбол или баскетбол. Имеет место недостаток освещения.

На территории присутствует старая заброшенная эстакада, которая не используется на данный момент и занимает много места.

Вместе с тем была выявлена проблема, мешающая занятиям студентов, – стадион используется местными жителями для прогулок людей, выгуливающих своих домашних питомцев; отдыхающих, которые оставляют большое количество мусора, так как непосредственно к территории стадиона прилегает гаражный кооператив жилого района. Граница между ними не обозначена и не разделена, поэтому местные жители используют стадион для разведения костров для починки машин, сброса мусора. Все это придает территории заброшенный и небезопасный вид.

Кроме того, рядом с гаражным кооперативом находится частный шиномонтаж, на котором при производстве работ выделяется большое количество едкого дыма, его ветер разносит по всему стадиону.

Исходя из этого, можно сделать выводы по ситуации на стадионе Университетского колледжа. Необходима замена и установка современного оборудования на территории, а также нового покрытия беговой дорожки. На стадионе необходимо устройство системы освещения. Чтобы избежать нахождения во время занятий людей, мешающих студентам, необходима установка забора. Это также снизит количество мусора, которое оставляют отдыхающие на территории, а также улучшит комфорт студентов.

Благодаря исследованию территории Университетского колледжа в г. Вологде были выявлены проблемы, требующие решения. Ядро спортивного зала не удовлетворяет существующим требованиям и требует создания пристройки. А стадиону необходимо обновление.

В ходе обследования обозначены основные проблемы, намечены пути решения. Следующим этапом работы станет разработка концепции реконструкции, а также проектных решений пристройки к спортивному залу и реновации территории стадиона и территории, прилегающей к зданию техникума.

1. СП 279.1325800.2016. Здания профессиональных образовательных организаций. Правила проектирования. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. 2. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ АРМАТУРЫ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

Д.В. Петровская
Научный руководитель ***Н.В. Михалевич****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Актуальность работы состоит в оценке влияния расположения арматуры на несущую способность балки с целью снижения расхода арматуры.

Цель работы – анализ изменения несущей способности от расположения арматуры.

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

• изготовить железобетонные балки с различными вариантами армирования;

• определить теоретическую несущую способность;

• определить экспериментальную несущую способность в лабораторных условиях;

• провести сравнительный анализ полученных теоретических и экспериментальных результатов;

• разработать рекомендации по расположению арматуры в железобетонных изгибаемых элементах.

Для оценки влияния расположения арматуры на несущую способность были рассмотрены 4 железобетонные балки прямоугольного сечения (рис.).

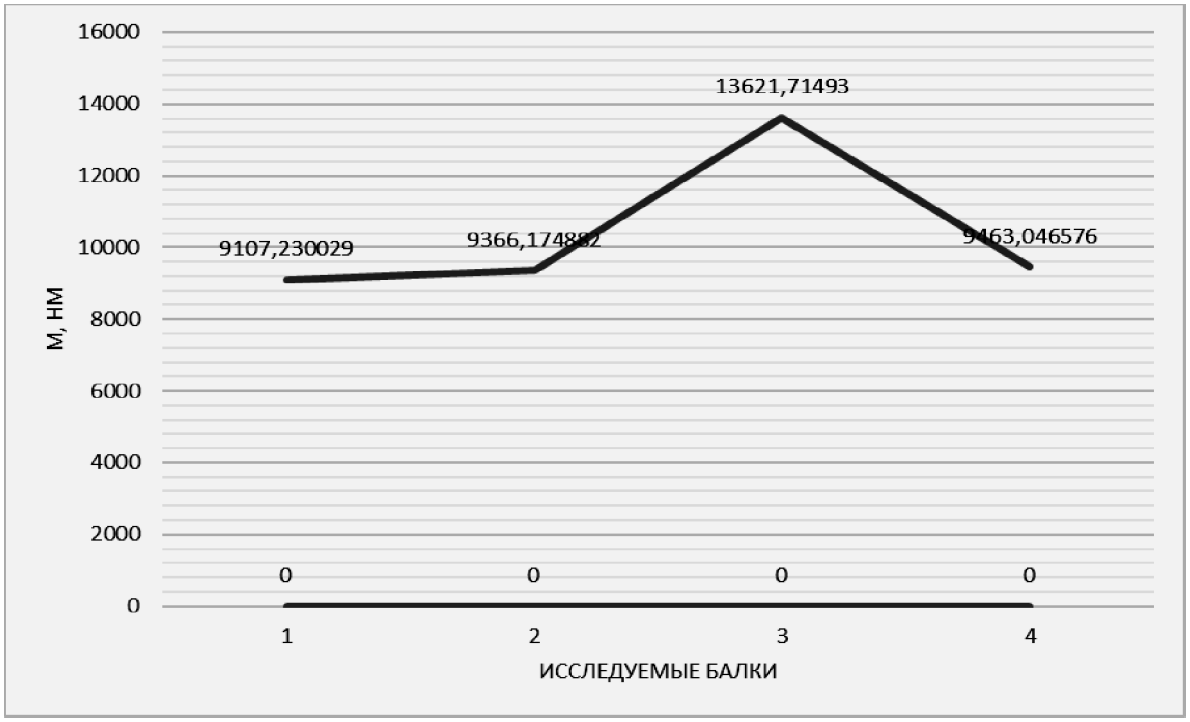


Рис. График зависимости момента, воспринимаемого сечением от расположения арматуры

Таблица 1

Принятые параметры объектов исследования

	Геометрические параметры, мм	As, см^2	A’s, см^2	Бетон
Б-1	1200×100×200	1,53	0,5	B30
Б-2		1,57	1,01	
Б-3		1,51	1,01	
Б-4		2,01	0,5	

Расчеты балок проводились по методике СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» [1]. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты теоретического исследования

	Б-1	**Б-2**	**Б-3**	**Б-4**
X, см	2,58	2,0	3,65	3,56
M теор, кНм	9,107	9,366	13,622	9,463
As, $см^2$	1,54	1,57	2,36	2,01
As', $см^2$	0,5	1,01	1,01	0,5
% снижения несущей способности от максимальной	33,1	31,2	-	30,5

По результатам расчета были получены следующие выводы:

1. Максимальная несущая способность балки получена при варианте армирования «Б-2», «Б-4».

2. Общее расхождение несущей способности балки составило от 30,5 % до 33,1 %.

В части экспериментального исследования производилось нагружение балок при помощи специального оборудования, для определения экспериментального момента (табл. 3).

Таблица 3

Анализ результатов экспериментального исследования

	Б-1	**Б-2**	**Б-3**	**Б-4**
M эксп, кНм	11,67	14,6	14,6	12,65
% снижения несущей способности от максимальной	20	-	-	13,4

По результатам экспериментальной части получены следующие выводы:

1. Максимальная несущая способность балки получена при варианте армирования «Б-2», «Б-3».

2. Общее расхождение несущей способности балки составило от 13,4 % до 20 %.

Исходя из результатов работы нами были сформулированы следующие выводы:

1. Максимальная несущая способность балки получена при варианте армирования «Б-2», «Б-3».

2. Общее расхождение несущей способности балки между теоретическим и экспериментальным моментами составило от 6 % до 35 %, что обусловлено свойством бетона по набору прочности с течением времени после изготовления.

3. При расчетах по I группе предельных состояний расположение арматуры варианта «Б-2», «Б-3» является наиболее эффективным.

4. На несущую способность влияет наличие арматуры в сжатой зоне, увеличение количества каркасов приводит к снижению несущей способности. Поэтому при проектировании балок, работающих на изгиб, число каркасов следует принимать минимальным.

1. СП 63.13330.2018. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения : актуализированная редпакция СНиП 52-01-2003 : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.12.2018 № 832/пр. : введен 20.06.2019. – Москва : Минстрой России, 2018. – 150 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВСТРАИВАЕМОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

И.И. Плотников
Научный руководитель ***А.Н. Горский****, д-р техн. наук, профессор*
Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I
г. Санкт-Петербург

В городской среде система электроснабжения достаточно сложна. Высоковольтная линия электропередачи (110, 220, 330 кВ) подходит к городской трансформаторной подстанции (ТП). Там напряжение понижается до 35, 20 кВ и распределяется по районным ТП, внутри района между кварталами и домами напряжение на распределительных сетях не меняется, а меняется непосредственно у потребителя – устанавливаются понижающие ТП во дворах и у зданий. Такое каскадное снижение напряжения делают для снижения энергопотерь ($P=UI$; $P=I^2R$) [1].

В данной статье рассматривается последняя ступень снижения напряжения. Как правило, для этого используются маслонаполненные трансформаторы (ТР), занимающие достаточно большую площадь домовой территории. Кроме того, они взрыво- и пожароопасные. Например, 24.06.21 г. в Санкт-Петербурге на подстанции «Ручьи» возник перегрев масла из-за аномальных высоких температур, произошло воспламенение масла и его последующая детонация. Во Владивостоке 02.08.21 г. произошло возгорание трансформатора, распространение огня на площади 50 м^2. Перечень подобных примеров можно продолжить.

При проектировании и строительстве новых зданий и сооружений, а также при реконструкции старых зданий желательно учесть недостатки существующих ТП и заменить их другими, например сухими ТР. Сухие ТР располагаются внутри зданий или близко к ним. При этом размер отчуждаемой терри-

тории значительно уменьшается (для маслонаполненных трансформаторов не менее 10 м). Кроме того, снижаются затраты на обслуживание (постоянный контроль оборудования, проверка и замена масла), уменьшается шум и другие негативные воздействия на окружающую среду, повышается сейсмостойкость.

Внутреннему размещению соответствует сухой трансформатор с литой изоляцией. Такой трансформатор благодаря отсутствию воспламеняющегося трансформаторного масла, при использовании самозатухающих материалов (твердая оболочка изоляции), не выделяющих токсичных газов при горении, а также обеспечивающих низкий уровень шума и электромагнитного излучения, значительно лучше масляных трансформаторов и перспективнее их при установке в городской среде.

Особенности данной конструкции улучшают электрические и магнитные свойства трансформаторов и их область применения. Для того, чтобы выбрать ТР для установки во встроенной ТП, необходимо учесть его электрические, механические, тепловые характеристики, особенности конструкции и выбрать необходимую защиту, а также определить его режимы работы [2].

Такие трансформаторы подойдут для различных объектов городской среды, таких как общественные здания, инфраструктурные объекты, центры обработки данных, промышленные объекты, повышающие трансформаторы для альтернативных источников энергии, трансформаторы для тяговых подстанций и др. [3]. Сухие трансформаторы можно устанавливать внутри зданий даже рядом с помещениями, где будут находиться люди. Трансформаторы занимают мало места и не требуют значительных расходов на монтаж. Более того, при установке внутри здания они будут расположены ближе к нагрузке, благодаря чему снижаются расходы на устройство электропроводки и потери при передаче электроэнергии.

Встроенная установка ТП будет обеспечивать биологическую защиту от воздействия электрических и магнитных полей с помощью защитного кожуха, особого строения стен пола и потолка помещения, в котором он будет установлен. Конструкция специального армирования и металлическая оболочка ТР должны соответствовать санитарным нормам и правилам, предусмотренным для защиты населения от электромагнитных полей [4]. Это хорошее решение для обеспечения электромагнитной безопасности населения и чувствительной аппаратуры.

Для обеспечения нормального режима работы ТР и его установки в помещении необходимо выполнить ряд требований к помещению: расстояния от токоведущих частей ТР до стен должны быть не меньше, чем указано в правилах (не менее 1 м ПУЭ 7 изд.). Должно быть обеспечено свободное пространство для обслуживания ТР и устройств. Необходимо учесть отвод тепла от ТР, выполнена система вентиляции, а также ТР должен быть защищен от попадания атмосферных осадков, конденсата, частиц пыли, грязи, токопроводящих и горючих предметов.

При анализе воздействия окружающей среды на трансформаторы сухого типа рассматриваются такие факторы, как влажность, конденсация влаги, загрязненность окружающей среды, температура в помещении, работоспособность сухого ТР в экстремальных температурных условиях. (т.е. в предельно низких и высоких температурах окружающей среды), устойчивость к тепловому удару, возможность безопасного хранения и транспортировки при температуре выше или ниже предельно допустимых ее значений при эксплуатации.

Основным критерием надежности изоляции ТР является уменьшение частичных разрядов. В соответствии со стандартами на конструкцию с литой изоляцией (CEI EN 60076-11, т.е. МЭК 60076-11) коронный разряд возникает в воздухе или в газе на неровностях и на торцах проводников. Поверхностный разряд обычно возникает на поверхности твердого диэлектрика и приводит к повреждению внешней изоляции и, следовательно, к ухудшению свойств диэлектрика. Кроме коронного и поверхностного разряда в ТР существуют внутренний разряд и ветвистый канал разряда, которые являются главной причиной сокращения срока службы изоляционного материала.

Сухой трансформатор обладает многими преимуществами перед маслонаполненным ТР, о которых сказано выше. Но есть и недостатки: минимальный предел работы в отрицательной температуре не ниже -40 ^{o}C (транспортировка хранение – 60 ^{o}C), максимальная перегрузочная способность сухого ТР при длительности работы, не превышающей 5 мин, составляет 60 % от максимальной перегрузочной способности маслонаполненных трансформаторов составляет 100% при длительности работы 10 мин (правила технической эксплуатации электроустановок потребителей). У сухих трансформаторов больше потери холостого хода из-за увеличения размеров магнитной системы, больше изоляционные расстояния вследствие ухудшения условий охлаждения обмоток.

Потери электроэнергии трансформатора преобразуются в тепло, которое следует удалить из помещения, где он установлен, с помощью естественной вентиляции [5]. Если ее недостаточно, устанавливается принудительная вентиляция. Хорошее охлаждение достигается, если холодный воздух подается снизу, проходит через все помещение и свободно выходит через верхнее отверстие в противоположной стене. Данный критерий очень важен для расчета проектирования места расположения в здании встраиваемой ТП. Этим условием не следует пренебрегать.

Для оценки эффективности естественной вентиляции и расчета площади и высоты вентиляционных отверстий необходимо учитывать значения следующих параметров:

$$TL = Po + Pk, \text{ kW};$$

$$Q = \frac{TL}{1.15dT}, \text{ м}^3/\text{с};$$

$$S = \frac{10.752\,TL}{\sqrt{HdT^3}}, \text{ м}^2,$$

где TL – суммарные потери (тепловыделение), кВт,

Q – расход воздуха через нижнее (приточное) отверстие, $м^3/с$,

dT – разница температуры поступающего и удаляемого воздуха, °С,

S – площадь вентиляционного отверстия (за вычетом площади ребер решеток), $м^2$,

H – расстояние от верха трансформатора до его середины (до центра верхнего вытяжного отверстия), м,

S′ – площадь вытяжного отверстия, $м^2$.

Площадь вытяжного отверстия (S') должна быть на 15 % больше площади приточного отверстия, вследствие разной плотности воздуха при различных температурах ($S' = 1,15S$) $м^2$ [5].

В данной статье предлагается заменять устанавливаемые на придомовой территории масляные трансформаторы сухими, обладающими существенными преимуществами без снижения технико-экономических показателей. Недостатком сухого ТР является высокая цена в сравнении с масляным ТР. Главное преимущество заключается в том, что сухой трансформатор позволяет отказаться от строительства отдельно стоящего технического сооружения, в котором обычно размещают масляный трансформатор, что расширяет придомовую территорию и сокращает расходы на его строительство и эксплуатацию.

1. Глазунов, А. А. Многокритериальная оптимизация параметров глубоких вводов в системах электроснабжения городов с учетом неопределенности развития электрических нагрузок / А. А. Глазунов, Т. Б. Лещинская, Г. В. Шведов ; Московский энергетический институт (технический университет) (МЭИ). – Москва : Агроконсалт, 2005 – 111 с.

2. Шведов, Г. В. Системы электроснабжения : учебник для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника» / Г. В. Шведов, Т. А. Шестопалова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «МЭИ». – Москва : МЭИ, 2018. – 311 с.

3. Петров, Г. М. Электрификация объектов при строительстве городских подземных сооружений: учебник для студентов горных вузов и факультетов, обучающихся по специальности «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» (квалификация – горный инженер) направления подготовки «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Г. М. Петров. – Москва : Горная книга : Издательство Московского государственного горного унститута, 2011. – 521 с.

4. Киреева, Э. А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений. – Москва : КноРус, 2015. – 234 с.

5. Красник, В. В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств : производственно-практическое пособие / В. В. Красник. – Москва : ЭНАС, 2011. – 317 с.

К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЩЕЖИТИЙ № 4, 5 ВоГУ В Г. ВОЛОГДЕ

С.В. Смирнова
Научный руководитель ***О.В. Пахнева***
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Общежития № 4 и 5 – место проживания студентов Инженерно-строительного института, преподавателей и персонала Вологодского государственного университета. Эти общежития можно отнести к студенческому кампусу, т.к. в непосредственной близости находится здание ИСИ и стадион при нем. Студенческий кампус, по определению, – это университетский городок, включающий, как правило, учебные помещения, жилые помещения для студентов, библиотеки, столовые и т.д. В структуре студенческого городка можно выделить отдельно жилой кампус или комплекс общежитий [1]. Обычно они включают все необходимое для полноценной жизни и учебы. Кампусы организовывают так, чтобы студенты могли долгое время не покидать территорию и при этом не в чем не нуждаться, посвящая образования, саморазвитию, общественной деятельности и общению с единомышленниками как можно больше времени.

Исходя из этого, главная цель нашего исследования – обеспечение различных задач территории и ее удобство для всех жителей общежитий.

Основные задачи исследования:

- изучение нормативной литературы и других источников;
- внешний осмотр территории;
- фотофиксация состояния территории;
- инструментальное исследование территории;
- опрос студентов, выпускников, сотрудников, преподавателей университета и других жителей общежитий;
- анализ полученных данных;
- разработка рекомендаций по благоустройству территории у общежитий.

Объектом исследования является территория общежитий № 4 и 5 ВоГУ по адресу ул. Щетинина, 2Б. Здесь находятся два жилых корпуса, соединенные переходом. Территория общежитий ограждена забором. Здания окружены подъездными путями для пожарных машин и мусоровоза. На прилегающей территории находятся пешеходные пути и зеленые насаждения. Исследование направлено на выявление проблем и их дальнейшее устранение.

В ходе внешнего осмотра территории у общежитий было выявлено, что она недостаточно благоустроена. На территории отсутствуют необходимые планировочные зоны, в частности нет места для кратковременного и длительного отдыха, спортивных и хозяйственных площадок [2].

На некоторых участках территории дорожное покрытие требует изменений. Не организован поверхностный водоотвод, в результате во время интенсивных дождей напротив основного входа на территорию образуется огромная лужа, которая значительно затрудняет свободное движение людей, идущих в здание. Основные пешеходные пути не имеют покрытия, поэтому в период осадков они становятся грязными и скользкими.

Необходимо отметить недостаток парковочных мест для автомобилей. Люди, которые проживают в общежитии и имеют личный автомобиль, паркуют машины на подходах к общежитию, что мешает движению пешеходов и создает дополнительные неудобства для передвижения в непогоду. На территории отсутствуют велопарковки, поэтому жители общежития припарковывают велосипеды у забора, ограждающего территорию, что мало безопасно для хранения данного вида транспорта.

Еще нами отмечено отсутствие места для курения. Курящие обычно стоят за территорией общежития, но около пешеходных путей, что создает некомфортные условия для проходящих мимо. На территории отсутствуют любые малые архитектурные формы, даже самые обычные скамьи, урны, источники освещения и т.п. [2]. Это приводит к тому, что на территории, особенно у входной зоны, постоянно образуется большой объем мусора.

В течение октября 2021 года нами было проведено анкетирование на базе социальных сетей при помощи платформы Google-формы. Целью анкетирования было выявление оценки уровня благоустройства, восприятия живущими проблем территории и важности отмеченных нами проблем для проживающих в общежитиях людей.

В опросе приняли участие 144 человека. Из них 116 студентов, 5 сотрудников ВоГУ, 18 выпускников ИСФ и 5 человек, не связанных с университетом. Из опрошенных проживают в общежитии – 72,9 %, не живут, но бывают здесь – 12,5 %, то есть подавляющая часть опрошенных – это люди, которые заинтересованы в благоустройстве данной территории.

По результатам обработки анкет было выявлено, что 54,8 % респондентов не устраивает качество дорожного покрытия территории общежитий, 53,5 % также недовольны организацией пешеходных путей на подходах к корпусам. Отдельно отмечалась необходимость в организации слива воды с территории.

Из всего количества опрошенных только 25 % имеют собственный автомобиль, при этом 80,6 % людей отметили недостаток парковочных мест. Также было выделено отсутствие парковки для инвалидов. Из этого можно сделать вывод, что проблема парковки актуальна на территории как для автомобилистов, так и для людей, не имеющих личный транспорт, предполагаем, что такая заинтересованность пешеходов в организованных местах для парковки связана с тем, что хаотично припаркованный транспорт очень сильно мешает людям.

Аналогичная ситуация складывается и с организацией велопарковки. Всего 20,1 % опрашиваемых имеют велосипед, но о недостатке велосипедной парковки отметили 75,7 % респондентов, из чего очевидно, что при наличии удобного места хранения количество людей, использующих велосипед регулярно, значительно увеличится.

Курящих людей среди анкетированных 22,9 %, при этом 55,6 % недовольны организацией места для курения. Необходимость в урнах на территории отметили 94,4 %. Из этого можно сделать вывод, что место для курения никак не организовано, что создает неудобства как для курящих, так и для людей, которые не курят.

Хотели бы заниматься спортом в здании общежития 58,3 % опрошенных, но не мало человек, а именно 45,8 %, хотели бы заниматься спортом на прилегающей территории. Из всех досуговых комнат в зданиях общежитий спортивный зал посещают 41 %, теннисную комнату – 29,2 %. Наиболее необходимым для проживающих является занятия на тренажерах, об этом отметило 56,3 %, желают заниматься волейболом 44,4 %, настольным теннисом – 21,5 %, футболом – 12,5 %, легкой атлетикой – 16,7 %, баскетболом– 11,8 %. Эти показатели явно указывают на недостаток или неполную организацию площадок для данных видов спорта.

О необходимости на территории у общежитий места для проведения общих мероприятий (собраний, концертов, праздников и т.д.) отметили 54,2 % респондентов. Было отмечено желание видеть здесь крытую разноуровневую площадку со зрительными местами. Нуждаются в зоне тихого отдыха, садовой зоне 80,6 % опрошенных, при чем видят ее для использования не только проживающими в общежитии, но и другими горожанами.

Таким образом, территория у общежития № 4, 5 ВоГУ не удовлетворяет потребностям его жителей, а выявленные проблемы требуют решения. В ходе сбора данных сформированы задачи для принятия решений по организации и благоустройству этой территории, на основании этих задач сформулировано техническое задание для проектного решения территории, которое сможет устранить большинство существующих недостатков.

Необходимо:

- организовать поверхностный водоотвод;
- увеличить парковочные места и создать организованную автопарковку;
- улучшить качество пешеходных путей;
- организовать парковку для велосипедов;
- организовать планировочные зоны:
  - места для кратковременного и длительного отдыха;
  - спортивных занятий;
  - общих собраний;
  - место для курения с урнами для мусора.

1. СП 42.13330.216. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Я.В. Станислав
Научные руководители: ***Л.И. Аткина****, д-р с.-х. наук, профессор,*
М.В. Жукова*, канд. с.-х. наук, доцент*
Уральский государственный лесотехнический университет
г. Екатеринбург

Улучшение физического и психоэмоционального состояния городского населения становится приоритетной задачей в современном мире. Урбанизированное пространство негативно влияет на здоровье человека: ухудшается работа внутренних органов, происходит воздействие вредных загрязняющих веществ и д.р. В последние десятилетия ведется активная пропаганда о чрезмерном воздействии визуальной среды на мозговую активность и нервную систему человека. Яркие плакаты, вывески, разнообразие цветовой палитры, повторяющиеся детали в архитектурных сооружениях являются пассивными возбудителями психических и неврологических заболеваний.

Оценка эстетических характеристик территории становится необходимой частью формирования комфортного визуального пространства в городских условиях.

Свойства городских объектов озеленения в визуально-эстетическом направлении длительное время являлись мало затрагиваемой в научном мире темой. Приоритет отдавался оценке естественных ландшафтов и архитектурным объектам, что прослеживается и в настоящий момент.

Урбанизированное пространство гармонично развивается и взаимодействует с окружающей обстановкой при рациональном использовании территории и качественном планировании архитектурно-художественных мероприятий [1].

Актуальность: объекты озеленения общего пользования занимают значимое место в городском пространстве. Население стремится провести сво-

бодное время на свежем воздухе, восполнить эмоциональные ресурсы, прикоснуться к природе.

Цель: оценка визуально-эстетических пространств города Екатеринбурга на примере объектов озеленения общего пользования.

Объект: городские объекты озеленения общего пользования (скверы, парки, набережные).

Оценивание визуально-эстетических характеристик не предусматривает единой нормированной *методики*. Существует множество подходов и критерии для выделения и расчета эстетических характеристик. На этом поприще преуспели такие отрасли науки, как география, градостроительство, нейробиология, психология и др. Однако каждое направление нацелено на изучение разноплановых показателей и параметров, не разработано единой методики для разноплановых ландшафтов (горных, прибрежных, городских и т.д.).

Большинство людей воспринимает эстетическую оценку с долей субъективизма. Например, социальные опросы (анкетирование) не дают четких результатов о разных тапах ландшафта. Такие данные зависят от этнических канонов, предпочтений возрастных групп, уровня образования, насмотренности. Данное направление не накопило достаточной базы для классификации всех типов ландшафта.

В данном исследовании отдается предпочтение двум методикам, математического типа: В.А. Филина и С.И. Федосовой.

Оценка окружающего пространства с точки зрения физиологии, т.е. оценки характеристик, благоприятных для глаз, была предложена профессором В.А. Филиным [2].

Параллельно методике Филина, при оценке визуально-эстетических свойств объектов используется методика С.И. Федосовой. Методика Федосовой позволяет определить количественную оценку визуальной среды.

Работа по данной методике сводится к анализу фотографий необходимого объекта. На заготовленные фотографии накладывается специальная сетка, рассчитанная по формулам. По сетке высчитываются повторяющиеся ячейки с двумя или более одинаковыми элементами. Результаты по анализируемым фотографиям позволяют определить коэффициент агрессивности исследуемого объекта [3].

Метод Федосовой является достаточно трудоемким и объемным, что вызывает ряд неудобств при его практическом использовании. Недостатки методики способствовали ее модификации и адаптации к современному техническому оборудованию – фотоаппарату. Данный оптический прибор снабжен техническими параметрами, заданными при его производстве. Характеристики, необходимые при расчетах по методике Федосовой, отображаются в свойствах снимка при обработке его на ПК – дата фотофиксации, фокусное расстояние и т.д. Таким образом, в полевых условиях акцент переходит на фотофиксацию без дополнительно сбора информации, что способствует большей

продуктивности исследования. Расчет сетки производился в камеральных условиях на весь объем отобранных для дальнейшего анализа фотоснимков.

Оценка визуально-эстетических показателей озелененных пространств на территории города Екатеринбурга стала заключительным этапом исследования.

Перед началом исследования был выставлен ряд задач, который позволил обобщить полученные результаты. Выполнялись следующие задачи:

1. Выбор объема исследуемых объектов. Оценке визуально-эстетических свойств подверглись такие озелененные объекты общего пользования города Екатеринбурга, как ЦПКиО им. В.В. Маяковского; дендрологический парк на пересечении улиц Первомайской–Мира; дендрологический парк на пересечении улиц Куйбышева–8 Марта; парк XXII Партъсезда; сквер у Оперного театра; Основинский парк; парк «Зеленая Роща»; сквер на Октябрьской площади (набережная Рабочей молодежи); набережная реки Ольховка; набережная реки Исеть в границах улиц Малышева–Куйбышева.

2. Разработка наиболее актуальных маршрутов с локальными пейзажами для проведения фотофиксации.

3. Фиксация видовых точек.

4. Проведение математических расчетов по специальным формулам, позволяющих получить количественные показатели.

5. Выполнение сравнительного анализа полученных характеристик, показывающих динамику изменчивости результатов тех или иных видовых точек.

В ходе исследования было проработано 778 фотографий со всех зафиксированных видовых точек, выбранных для обработки и дальнейшей оценки.

Результатами проведенного исследования стало выведение основных закономерностей, обнаруженных при анализе данных:

1. Метеорологические условия создают отклонения и определенные особенности при определении повторяющихся элементах на сетке.

2. Открытый тип пространственной структуры в городских озелененных пространствах имеет наиболее высокое значение коэффициента агрессивности.

3. Грамотно проведенная реконструкция на исследуемых озелененных объектах способствовала уменьшению коэффициента агрессивности. Снижению способствовало создание продуманных зеленых композиций и увеличение типов дорожно-тропиночного покрытия.

4. Несвоевременный уход за зелеными насаждениями способствует увеличению коэффициента агрессивности. Насаждения разрастаются и создают однотонный массив.

5. Сосновые насаждения без включения дополнительных древесных пород (кустарников и деревьев III величины), расположенные на большое площади, увеличивают коэффициент агрессивности.

Результаты исследования показывают, что в городе Екатеринбурге наиболее комфортными с точки зрения визуально-эстетических характеристик являются такие озелененные территории общего пользования, как Дендрологиче-

ский парк на пересечении улиц 8 Марта–Куйбышева, Парк XXII Партсъезда (до проведения реконструкции), парк «Зеленая Роща», Основинский парк.

Получение результатов исследования позволило выявить тенденцию увеличения коэффициента агрессивности ($К_{агр}$) на объектах при таянии снежного покрова и наличии сухой травянистой растительности и листвы на их территории, которые наблюдаются в ранневесенний период.

Повышение привлекательности пейзажей, т.е. их аттрактивность, наблюдается при разнообразии в городских озелененных объектах уникальных элементов в оформлении малых архитектурных форм, фасадов зданий и сооружений; разнообразии оттенков древесно-кустарниковой и травянистой растительности, ярусности; наличии ажурной тени.

Для создание комфортной среды в городских условиях рекомендуются следующие мероприятия:

1. Устанавливать ограниченность этажей. Плоские вертикальные сооружения с однотонным колористическим набором вызываются угнетение зрительных органов человека.

2. Уменьшить разрастание городских территории. Внедрение природных уголков в структуру города обогатит визуальное разнообразие, создаст имитацию приближение природы к человеку.

3. Проработать стратегию цветонасыщения/колористки и детализацию городской архитектуры.

4. Увеличить площадь озеленения. Создание объектов зеленого строительства обогащает внешний вид городской среды.

5. Чередовать типы пространственной структуры при создании различных объектов городской инфраструктуры: открытые, полуоткрытые, закрытые.

1. Халикова, О. В. Оценка эстетического и художественного облика ландшафтов на основе природных и экологических условий города / О. В. Халикова – Текст : электронный // Современные проблемы землеустройства, кадастровой и природообустройства – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41432362_55576455.pdf (дата обращения: 10.10.2021).

2. Виды движения глаз : саккады. – Текст : электронный // Нейроиконика – URL: https://usabilityin.ru/vidy-dvizhenij-glaz-sakkady/ (дата обращения: 21.10.2021).

3. Аткина, Л. И. Эстетика ландшафта : учебное пособие / Л. И. Аткина, М. В. Жукова ; Минобрнауки России, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург, 2017. – 75 с. : ил. – На оборотной стороне тит. листа: Эстетика ландшафтов. https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/7517/1/Atkina_17.pdf (дата обращения: 23.10.2021 г.). – Текст : электронный.

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

УСИЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ СТЕН В ЗДАНИИ-ПАМЯТНИКЕ АРХИТЕКТУРЫ В Г. ВОЛОГДЕ

Д.А. Баруздин
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сохранение культурного и архитектурного наследия является одной из важнейших задач, стоящих в настоящее время перед цивилизованным обществом.

Объектом исследования является здание памятника архитектуры «Здание Вологодской уездного училища, XIX в.», расположенное в центре города Вологды на ул. Орлова, 3б.

Цель исследования состоит в сохранении памятника архитектуры XIX века путем использования эффективных методов восстановления здания.

Задачи исследования заключаются в оценке эффективности использования оптимальных для существующего здания методов при:

- укреплении фундамента;
- устранении крена стен здания от вертикали;
- усилении стен здания.

Здание Вологодского уездного училища было построено в конце XVIII века и использовалось как жилое, в дальнейшем назначение здания менялось. С середины XIX века до середины XX века оно использовалось как училище, сначала начальное, а потом как высшее народное училище. В начале 2000-х годов до 2010 г. в нем размещался бар. В настоящее время здание не используется. Здание представляет собой 3-этажный прямоугольный объем с двумя надземными этажами и цокольным этажом и пристройкой 2-этажного объема с северной стороны

В процессе обследования установлено [1]:

- физический износ отдельных конструктивных элементов здания составляет 30–80 %;
- физический износ здания 55 %, техническое состояние здания – ограниченно-работоспособное;
- установлены причины повреждений конструктивных элементов и мероприятия по их устранению;
- рекомендовано провести восстановление и усиление несущих конструкций здания [2] для размещения в нем детской художественной школы.

В здании бутовый ленточный фундамент, имеющий физический износ 40 %. При откопке шурфа под фундаментами выявлен высокий уровень грунтовых вод. Имеются отдельные глубокие трещины с шириной раскрытия до 15 мм. Наблюдается выпучивание отдельных участков стен подвала и неравномерная осадка фундамента из-за высокого уровня грунтовых вод.

В стенах здания обнаружены трещины и в некоторых местах разрушение кладки. Имеющиеся вертикальные трещины длиной до 1,5 м с шириной раскрытия до 20 мм на углу здания указывают на отсутствие перевязки кладки в нижней части наружных стенах пристройки. Внутри здания трещины в местах примыкания пристройки к зданию (в деформационных швах) вертикальны и имеют разную ширину раскрытия по высоте. Наблюдается смещение внутренних стен здания от вертикали в местах пристройки их к основному зданию. В нижней части стены на северном фасаде наблюдаются утраты кирпичной кладки на глубину до 10 см, которые произошли из-за механического разрушения старой отмостки и цоколя. Имеются следы намокания в нижней части стен. Избыточное увлажнение появилось вследствие нарушений в системе организованного водостока и отсутствия горизонтальной и вертикальной гидроизоляции стен. На внутренней поверхности стен цокольного этажа наблюдается плесень.

Для устранения движение капиллярной жидкости в стенах цокольного этажа применяется электрохимический способ, основанный на явлении электроосмоса. Он заключается в создании разности электрических потенциалов, возникающих при погружении в электролит (капиллярная влага стены) двух электродов (стержней из разных металлов).

В грунт через инъекторы под давлением нагнетают маловязкие растворы. Находясь в грунте, растворы вступают в химическую реакцию с грунтом и, затвердевая, улучшают химические свойства основания. В результате протекающей реакции грунт цементируется гелием кремневой кислоты.

Производится усиление фундамента устройством защитной растворной рубашки. Для этого в кладку в шахматном порядке через 0,45 м закладываются металлические анкеры, к которым прикрепляется арматурная сетка, и затем наносится раствор на крупном песке оштукатуриванием или паркетированием (рис.).

Вдоль предполагаемого слоя горизонтальной гидроизоляции просверливаются отверстия диаметром 18–22 мм с шагом 100 мм. В просверленные отверстия вставляются или вбиваются инъекторы. После забивки и подключения инъекторов к нагнетателю производится подача специальных растворов под давлением 2–60 атмосфер.

При устройстве вертикальной гидроизоляции сначала подготавливают поверхность путем ее очистки и выравнивания с последующим грунтованием. Затем подготавливают сухие смеси, состоящие из цемента, кварцевого песка и специальных активных химических добавок. Гидроизоляция швов осуществляется полимерными композиционным материалов. Гидроизоляцию наносят на мокрую поверхность, где она вступает с водой в реакцию и образует стойкие кристаллы.

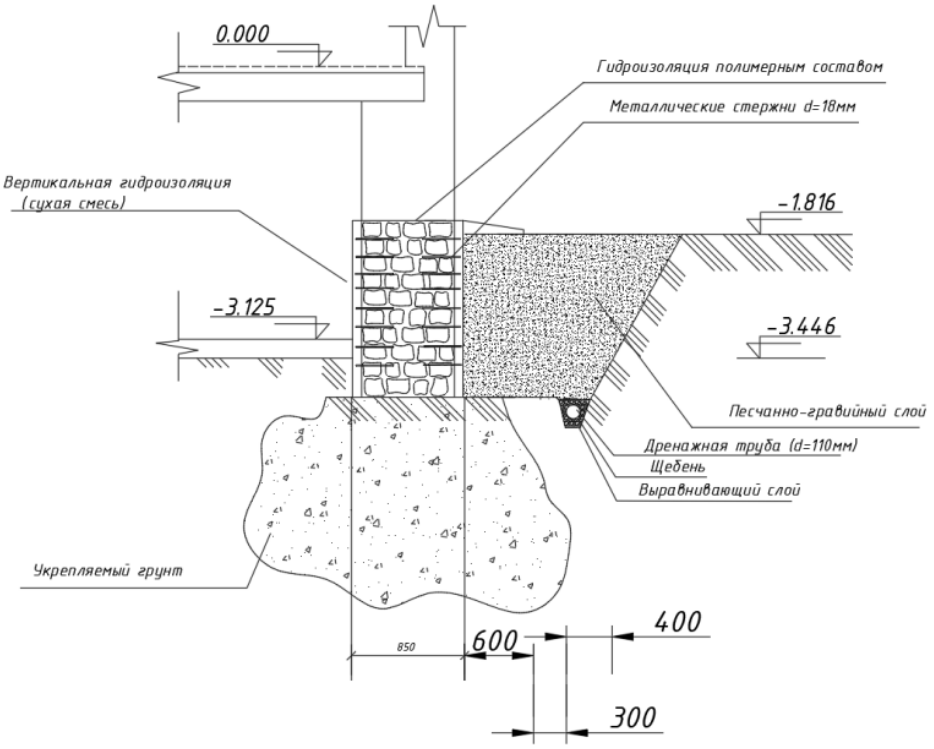


Рис. 1. Фундамент после укрепления

Для устранения крена стены используются домкраты, опирающиеся на систему продольных и поперечных металлических балок усиления нижней части стены (рис. 2–4). Укрепление фундамента и грунта происходит после выравнивания крена стены при помощи цементезации.

Устранение происходит путем укрепление всех стен пристройки в нижней части стены швеллерами № 27П. После укрепления стен в теле фундамента устанавливается места для домкратов. Домкраты устанавливаются вдоль фундамента с двух сторон и с шагом 0,5 м. Под домкрат ставится металлическая пластина толщиной 20 мм. Подъем и устранение крена производится при помощи домкрата ДГ-20.

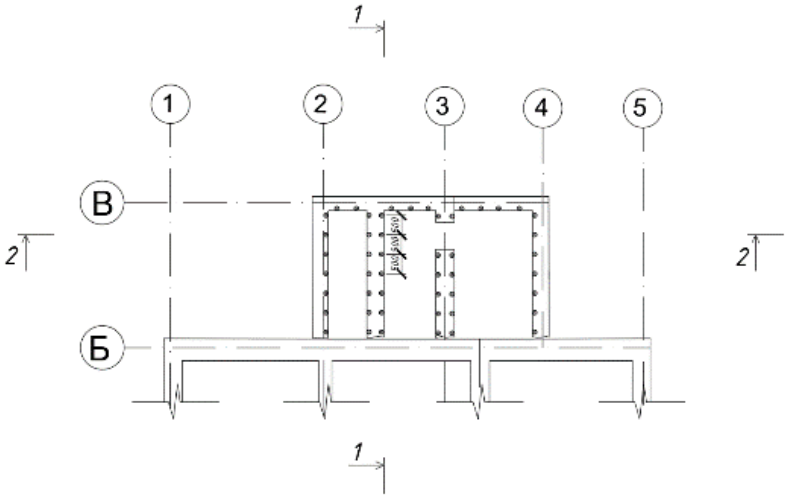


Рис. 2. Схема расположения домкратов

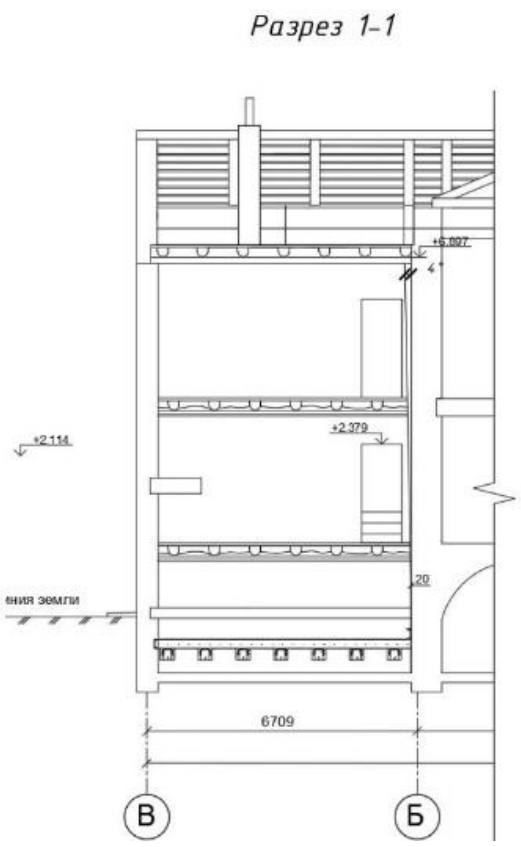


Рис. 3. Разрез 1-1

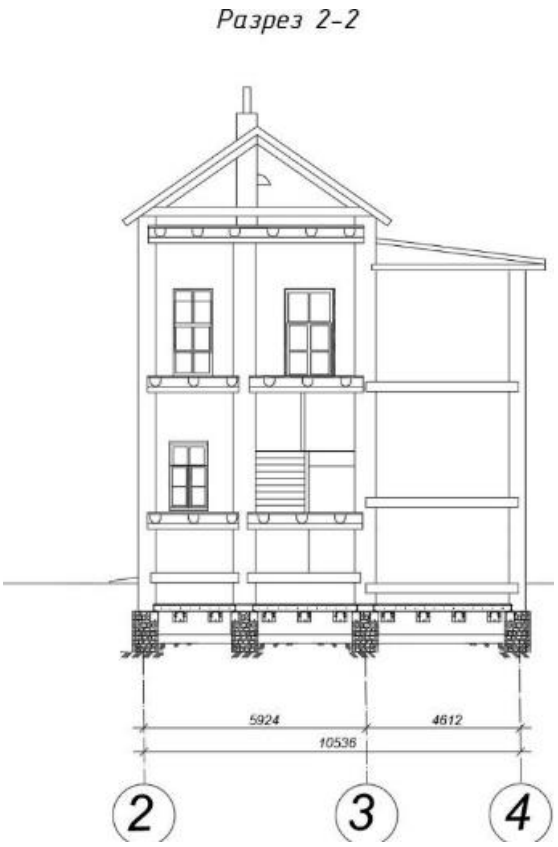


Рис. 4. Разрез 2-2

После ликвидации крена стен образовавшиеся пустоты в стенах до 10 мм заполняют цементным раствором с примесью кирпичной крошки. При значительных раскрытии трещин более 10 мм дополнительно при заделке раствором делается вставка «кирпичный замок» с обеих сторон.

По результатам исследования получены следующие выводы:

- предусмотрены методы ремонта, восстановления и реставрации здания с целью дальнейшего использования памятника архитектуры;
- разработаны мероприятия по укреплению и усилению фундамента;
- предложен метод по устранению крена стен здания и их усилению.

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Казакова, И. С. Реконструкция зданий и сооружений : учебное пособие / И. С. Казакова. – Вологда : ВоГТУ, 2013. – Ч. 2. – 86 с.

ОСОБЕННОСТИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ШЕДОВЫХ ОБОЛОЧЕК

Н.Н. Бушуева
Научный руководитель ***Н.С. Новожилова****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Использование в качестве конструкций покрытия железобетонных тонкостенных пространственных оболочек встречается довольно часто [1]. Начиная с 1950–1960 годов началось проектирование и строительство общественных зданий с использованием оболочек. Развитие получили также и шедовые оболочки. В данной работе приводятся некоторые результаты напряженного состояния монолитной цилиндрической шедовой оболочки по сравнению с обычными длинными цилиндрическими оболочками. Такая оболочка относится к цилиндрическим оболочкам нулевой гауссовой кривизны. В литературных источниках геометрические характеристики и конструктивные особенности шедовых оболочек рекомендуется принимать по указаниям к расчетам длинных цилиндрических оболочек [2]. Однако шедовые оболочки имеют некоторые отличительные особенности, что может повлиять на напряженно-деформированное состояние.

Таким образом, целью работы является изучение особенностей напряженно состояния шедовых оболочек путем сравнительного анализа шедовых и длинных цилиндрических оболочек с одинаковыми геометрическими характеристиками.

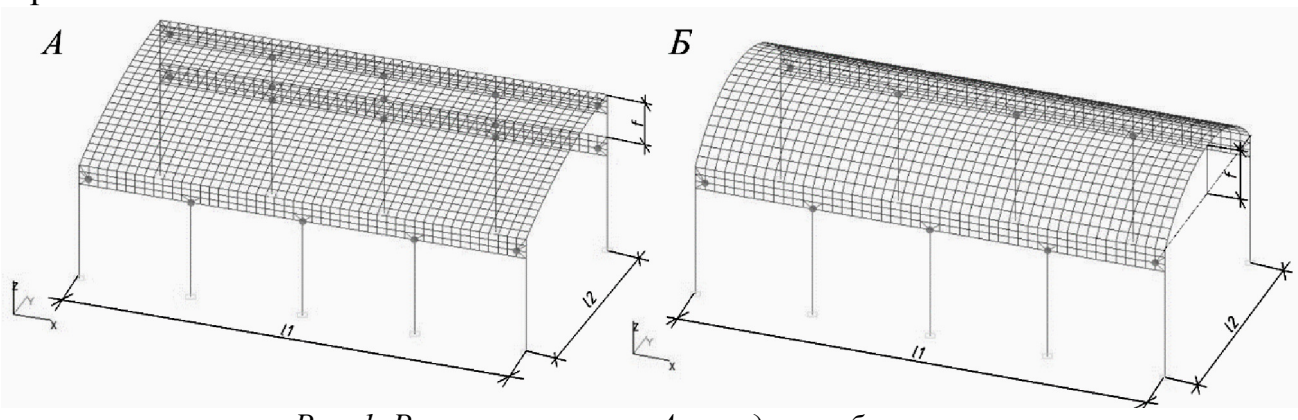


Рис. 1. Расчетные схемы: А – шедовая оболочка,
Б – длинная цилиндрическая оболочка

Для сравнения были рассмотрены три расчетных схемы: одной шедовой оболочки и двух длинных цилиндрических оболочек. На рисунке 1 приведены расчетные схемы двух оболочек (шедовой (А) и одной цилиндрической (Б)), так как вторая цилиндрическая оболочка (В) будет отличаться только длиной

волны. Конструкция всех оболочек состоит: из оболочки, очерченной по цилиндрической поверхности; боковых диафрагм с криволинейным очертанием; бортовых элементов, расположенных вдоль образующих. Создание расчетных схем и расчет выполнялись с использованием программных комплексов AutoCAD 2022 и SCAD 21.1. на основе метода конечных элементов.

Нагружение осуществлялось путем приложения нагрузки от собственного веса и снеговой нагрузки [3] в соответствии с действующими нормами [4]. Исходные данные для оболочек (рис. 1): для шедовой (А) – пролет l_1=24 м, длина волны для оболочки l_2=12 м, стрела подъема f=2,7 м, толщина оболочки δ=100 мм [5], размеры бортовых элементов 1,2×0,4 м, шаг колонн вдоль бортовых балок 6 м [3]; длинные цилиндрические оболочки (Б и В) приняты с длиной волны l_2 равной 12 и 24 м соответственно, остальные параметры аналогичны шедовой оболочке. Во всех оболочках принят класс бетона В25 (с учетом понижающих коэффициентов модуля упругости бетона в соответствии с [6]).

По результатам расчета общий характер распределения напряжений в шедовой оболочке приведен на рисунке 2, в длинной цилиндрической оболочке (Б) – на рисунке 3.

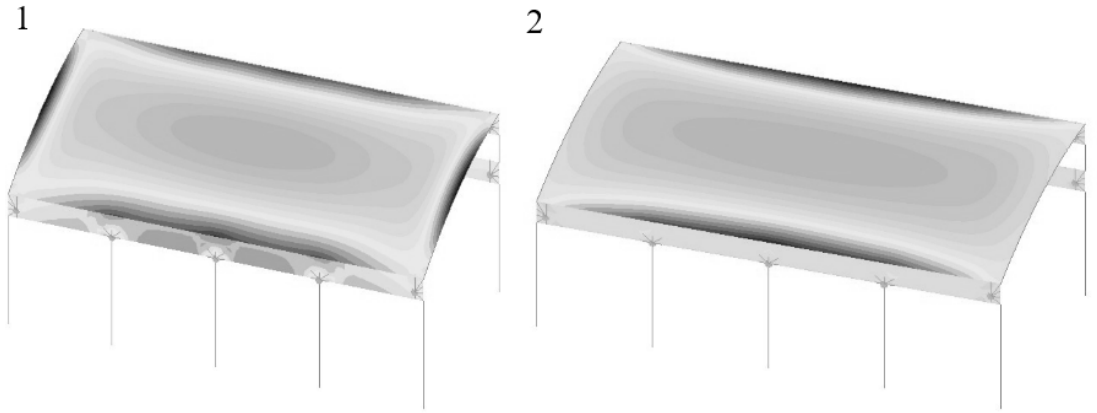


Рис. 2. Характер распределения напряжений в шедовой оболочке (А):1 – σ_x, 2 – σ_y

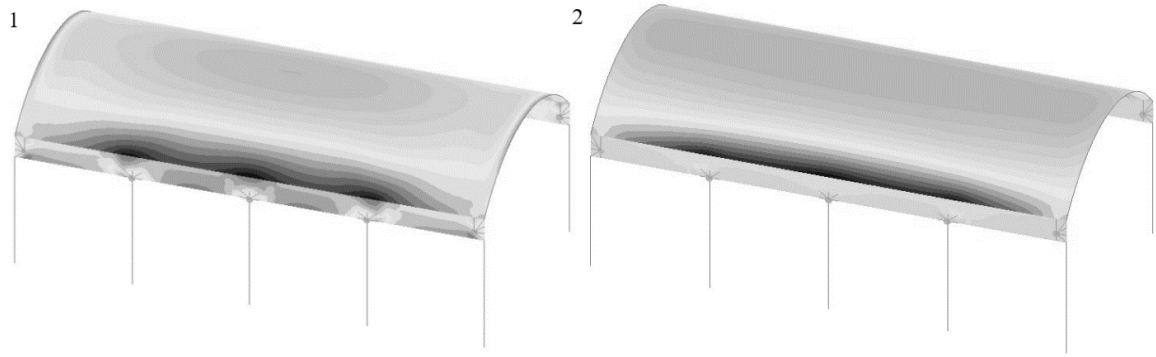


Рис. 3. Распределение напряжений в длинной цилиндрической оболочке (Б):1 – σ_x, 2 – σ_y

Как видно из рисунков 2 и 3, общий характер распределения напряжений в шедовой оболочке близок полученному характеру напряжений в длинной

цилиндрической оболочке, однако величины напряжений существенно отличаются (табл.).

Напряжения в шедовой (А) и цилиндрических (Б и В) оболочках представлены в таблице. Максимальные напряжения и по оси x, и по оси y в шедовой оболочке (А) по сравнению с цилиндрической (Б) увеличиваются в диапазоне от 2,13 до 2,58 раза. По сравнению с цилиндрической оболочкой (В) напряжения шедовой оболочки (А) уменьшаются в пределах 1,18–1,64 раза. Таким образом, рассматриваемая шедовая оболочка по напряженному состоянию занимает промежуточное положение между данными цилиндрическими оболочками, что возможно из-за конструктивных особенностей, в частности из-за того, что шедовая оболочка несимметрична относительно оси x и имеет верхний и нижний бортовой элементы.

Таблица

Напряжения в оболочках

	$\sigma_{x\,max}$, (т/м^2)	$\sigma_{x\,min}$, (т/м^2)	$\sigma_{y\,max}$, (т/м^2)	$\sigma_{y\,min}$, (т/м^2)
(А) Шедовая оболочка	781,7	-726,8	2119,04	-1073,6
(Б) Длинная цилиндрическая оболочка (24×12 м)	302,78	-304,93	995,35	-422,58
(В) Длинная цилиндрическая оболочка (24×24 м)	1159,2	-1194,15	3347,32	-1266,36

Сравнение значений максимальных напряжений длинных цилиндрических оболочек (Б) и (В), отличающихся длиной волны в 2 раза, показывает, что в цилиндрической оболочке (В) по отношению к оболочке (Б) происходит увеличение напряжений в пределах 3,0–3,91 раза. Это свидетельствует о существенном росте напряжений с увеличением длины волны.

По результатам исследования получены следующие выводы:

- характер распределения напряжений в шедовой оболочке по общему виду приближен к характеру распределения напряжений в длинной цилиндрической оболочке;

- по результатам расчета максимальные напряжения шедовой оболочки возрастают более чем в 2 раза по сравнению с напряжениями, возникающими в длинной цилиндрической оболочке с длиной волны 12 м;

- однако в сравнении длинной цилиндрической оболочкой с длиной волны 24 м, максимальные напряжения в шедовой оболочке уменьшаются в 1,18–1,64 раза;

- результат расчета двух цилиндрических оболочек показал, что увеличение длины волны в 2 раза ведет к увеличению максимальных напряжений в 3–4 раза.

1. Леванов, Н. М. Железобетонные конструкции / Н. М. Леванов, Д. Г. Суворкин. – Москва : Высшая школа, 1965. – 865 с.

2. Рюле, Г. Пространственные покрытия / Г. Рюле, Э. Кюн, К. Вайсбах, Д. Цайдлер. – Москва : Стройиздат, 1973. – 305 с.

3. Виноградов, Г. Г. Расчет строительных пространственных конструкций / Г. Г. Виноградов. – Ленинград : Стройиздат, 1990. – 264 с.

4. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 891/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г. – Москва : Минстрой России, 2018. – 95 с.

5. Леденев, В. В. Оболочечные конструкции в строительстве. Теория, проектирование, конструкции, примеры расчета: учебное пособие для проектировщиков, бакалавров, магистров и аспирантов строительных специальностей / В. В. Леденев, А. В. Худяков. – Тамбов : ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 273 с.

6. Пособие по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий (к СП 52-117-2008*) / НИИЖБ им. А. А. Гвоздева. – Москва : ОАО НИЦ «Строительство», 2010. – 159 с.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.Г. Драгунова

Научный руководитель ***А.В. Панкратова****, канд. техн. наук, доцент*
Саратовского государственного университета имени Гагарина Ю.А.
г. Саратов

На сегодняшний момент развивающиеся страны во всем мире пытаются решить такую глобальную проблему, как переработка и накопление отработанных автомобильных шин и продуктов резинотехнических изделий (РТИ). Ежегодно на свалки попадают тысячи тонн использованных автомобильных шин и других резиновых изделий. Решения данной проблемы включают в себя поддержку и развитие перерабатывающих автомобильные шины производств, а также строительство новых преобразующих шины заводов и т.д.

Цель работы – исследовать свойства асфальтобетона с добавлением резиновой крошки в производстве дорожного строительства.

Для решения данной цели поставлена следующая задача – изучение свойств резиноасфальтобетона путем снижение стоимости асфальтобетонных смесей за счет использования резиновой крошки.

Актуальность работы заключается в улучшении экологической обстановки в регионе за счет создания безотходной технологии, т.е. использование РТИ со свалок для приготовления асфальтобетонных смесей в дорожном покрытии.

Объектом исследования является асфальтобетонная смесь с добавлением резиновой крошки.

Для исследования использовали оборудование лаборатории дорожных исследований СГТУ имени Гагарина Ю.А. (вакуумный пикнометр, лабораторные весы, установка для определения стойкости асфальтобетона к колееобразованию и др.).

Важным вопросом в решении проблемы очищения окружающей среды от резиновых изделий является организация использования продуктов переработки. Если предложение больше спроса, то продукты переработки в течении долгого времени будут храниться на предприятиях. На помощь приходят разные исследования, в результате которых резиновая крошка находит применение в разнообразных отраслях жизни. Одной из отраслей, где стали популярными механически-переработанные шины, является дорожное строительство.

Мировая история показывает, что эксперименты добавления полимерных материалов разной дисперсности в асфальтобетонную смесь началась тогда, когда вопрос об экологической безопасности от скопления использованных автомобильных шин на свалках не стоял так остро. Неизвестные характеристики резиновых изделий впервые обнаружила во второй половине XX века группа инженеров из Соединенных Штатов Америки (штат Аризоны), смешивая асфальтный цемент с резиновой крошкой на протяжении 60 минут. В 1991 году в России было выпущено первое пособие о возможности применения резиновой крошки в строительстве оснований автомобильных дорог и в строительстве покрытий из асфальтобетона. На сегодняшний день в США активно применяют новые технологии для строительства дорог, Европейские страны при 100 % переработке автомобильных покрышек, применяют только 43 % в производстве асфальтобетонной смеси. В России освоение строительство прорезиненного дорожного покрытия только начинает набирать популярность [1].

В основном асфальтобетон состоит из следующих элементов: битум (связующий элемент), песок, гравий, щебень, минеральный порошок. Резиновую крошку добавляют в битум, который в результате перемешивается со всеми составляющими дорожного покрытия или резиновые гранулы сразу добавляют в готовую смесь асфальтобетона. Чаще всего встречается первый способ использования резиновой крошки. Связующий элемент выполняет 2 главные функции в составе асфальтобетонной смеси: действует как герметик для воды и прочно соединяет все компоненты смеси [2].

Модифицировать связующую смесь получилось благодаря экспериментам с долей содержания резиновых гранул и ее фракций. За счет добавления резиновой крошки в битум дорожное покрытие получает характеристики, обязательные для длительной и надежной эксплуатации.

Инновационный асфальтобетон устойчив к деформации. Битум, модифицированный резиновыми гранулами, увеличивает упругость дорожного покрытия, благодаря этому уменьшается колееобразование в 4,5 раза.

Снижается уровень шумового загрязнения от дороги на 50–75 %. С помощью этого свойства появилась возможность строительства дорог рядом с жилыми домами. Также инновационное дорожное полотно в некоторых случаях избавляет от необходимости ставить шумозащитные экраны на дорогах.

Срок эксплуатации автомобильных дорог увеличивается на 5–10 лет. Достигается это за счет того, что асфальтовое покрытие становиться более гибким и на поверхности полотна реже образуются трещины. Это значительно позволяет экономить средства на ремонт автомобильных дорог.

Повышаются дренажные свойства дорожного покрытия, что уменьшает разрушение и износ дорожного полотна в дождливую погоду.

Увеличивается сцепление колес автомобиля с асфальтом. На автомобильных дорогах с инновационным покрытием уменьшается количество аварий на 55 %, так как снижается вероятность заносов. Также хорошее сцепление помогает при дождливой погоде.

С добавлением резиновых гранул уменьшается масса асфальтобетона, так как от 10–15 % объема заменяется легкими резиновыми гранулами.

Эксплуатационные свойства покрытия сохраняются при больших колебаниях температуры. Классическое асфальтобетонное покрытии начинает плавиться при повышении температуры (около +47 ºС). Асфальтобетон с добавлением резиновой крошки сохраняет свою форму при температуре до +70 ºС. При низкой температуре окружающей среды на прорезиненном асфальтобетонном покрытие увеличивается морозостойкость. Данное качество покрытие позволяет строить автомобильные дороги в различных климатических поясах. [3].

Уменьшаются светоотражающие свойства дорожного покрытия с добавлением резиновой крошки, что также способствует предотвращению дорожно-транспортных происшествий.

Повышение срока службы автомобильных колес благодаря медленному стиранию шин автомобиля.

Для производства асфальтовой смеси применяется резиновая крошка различных фракций: 1–2,5 мм, 0,5–0,62 мм. Крошка меньшей фракции добавляется в связующий элемент (битум) при мокрой технологии производства. Гранулы большего размера используются непосредственно в готовую асфальтовую смесь в процессе сухого метода изготовления. Количество гранул варьируется на уровне 2 % от общей массы дорожной смеси (на 1 километр дорожного полотна приходится 60–70 т резины).

Однако основным и главным преимуществом технологии производства резиноасфальтобетонной смеси с добавлением крошки различных фракций является экологическая сторона, а именно уменьшение выбросов диоксида углерода и метана во время изготовления асфальтобетона. Вместе с хорошей возможностью экономить ресурсы на строительство и обслуживание дорог,

перспектива использования асфальта с резиновой крошкой продолжает расти высокими темпами.

Применение резиновой крошки в дорожном строительстве позволит решить сразу несколько проблем: снизит стоимость асфальтобетонной смеси; улучшит экологическую составляющую региона; повысит безопасность и удобство движения водителей по данному покрытию.

1. Барабаш, Д. Е. Оптимизация составов высоконаполненных армированных полимерных композиций / Барабаш Д. Е., Никитченко А. А // Известия ВУЗов. Строительство. – 2006. – № 5. – С. 44–48.

2. Гохман, Л. М. Регулирование процессов структурообразования и свойств дорожных битумов добавками дивинилстирольных термоэластопластов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Л. М. Гохман. – Москва, 1974.

3. Селицкая, Н. В. Применение битумно-резиновых вяжущих материалов при строительстве автомобильных и железных дорог / Селицкая Н. В., Лашин М. В., Красников И. А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 8. – С. 13–18.

АРМИРОВАНИЕ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОМ ЛЕГКОГО БЕТОНА

И.Р. Капуш

Научный руководитель ***Л.В. Закревская****, канд. техн. наук, доцент*

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

г. Владимир

Существенное влияние на прочность легкого бетона оказывает структура пористых заполнителей. Их наличие в бетоне снижает его прочность, что влияет на возможность применения бетонных изделий в качестве конструкционного материала. Одним из путей увеличения прочностных характеристик бетона является мелкодисперсное армирование композита [1]. Дисперсное армирование позволяет получить однородный, одинаково прочный на всем протяжении материал, потому что армирующие элементы располагаются в материале равномерно, по всем направлениям [2]. Среди множества материалов для армирования (стекло, металл, полипропилен) особо выделяется хризотил-асбест. Он состоит из огромного числа параллельно расположенных элементарных волокон, представляющих собой гексагональную плотную упаковку элементарных волокон (фибрилл). Собственно хризотил – это гидросиликат магния ($3MgO*2SiO_2*2H_22O$), разновидность асбеста, минерал группы серпентинита, температура плавления – 1500 °С.

По структуре асбест представляет собой кристаллы волокнистого строения, что показано на рисунке.

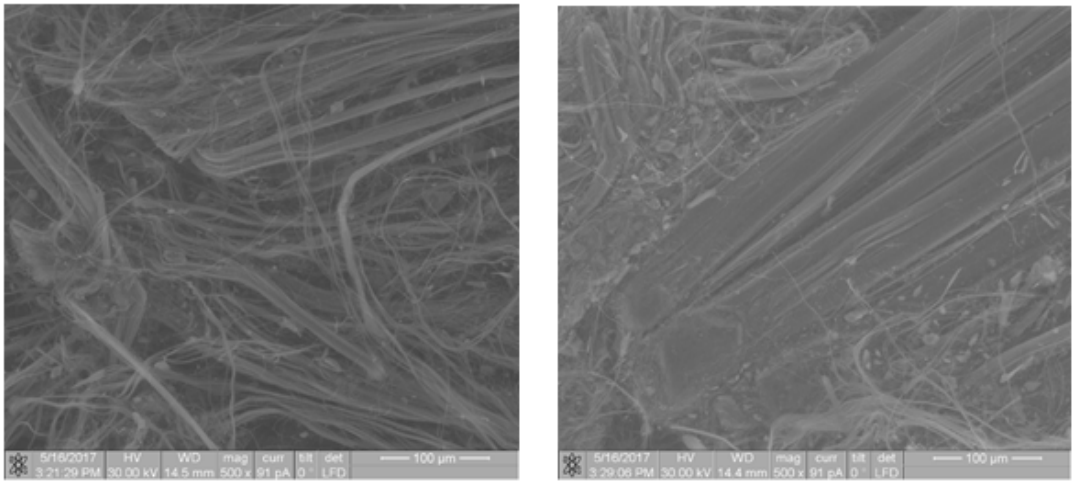


Рис. Структура хризотил-асбеста

Хризотил-асбест отличается высоким модулем упругости волокон (175–200 ГПа), а прочность волокон вдоль при растяжении составляет порядка 30 000 кгс/см^2, что может положительно сказаться на свойствах легких бетонов. Таким образом, можно ожидать, что армирование хризотиловыми волокнами позволит улучшить комплекс свойств легких бетонов [3].

Для реализации поставленной задачи применялись следующие компоненты:

- хризотил-асбест Баженовского месторождения в наноразмерной фракции (на рисунке показана электронная микроскопия);
- полуобожженный доломит Мелеховского месторождения, содержащий более 30 % MgO, в качестве вяжущего;
- бишофит ($MgCl_2$, ρ=1,2 г/см^2) в качестве затворителя;
- пеностекло как заполнитель с плотностью ρ= 130 кг/м^3.

Далее были синтезированы 6 сырьевых составов, причем в трех из них отсутствовал хризотил, и проведены лабораторные испытания и сравнение эксплуатационных свойств бетонов, не имеющих в своем составе армирующей добавки. В таблице 1 представлены составы синтезированных композитов (СМ – синтезированный материал).

Таблица 1

Марки составов легкого бетона

Компонент масс%	Марки составов					
	СМ1	СМ2	СМ4	СМ4	СМ5	СМ6
Пеностекло	30	30	30	30	30	30
Бишофит	25	27	29	35	25	30
Доломит	40	40	40	35	45	40
Хризотил	5	3	1	0	0	0

Технология эксперимента выполнялась в следующей последовательности:

- дозировка сырьевых материалов на лабораторных весах;
- смешивание сухих компонентов;
- затворение бишофитом;
- формирование с помощью пресса под давлением 3 кгс/см^2;
- разопалубка через 24 часа.

Прочность на сжатие измерялась в три этапа – спустя 3, 7 и 28 суток после разопалубки. Определение прочности на сжатие проводилось в соответствии с ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» [4]. При определении прочности на сжатие использовались кубические образцы с длиной ребра 100 мм. При определении теплопроводности использовались кубические образцы с длиной ребра не менее 150 мм. Определение теплопроводности проводилось в соответствии с ГОСТ 7076-99 «Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме» [5]. Далее все полученные данные заносились в таблицу 2 «Эксплуатационные характеристики композитов»

Таблица 2

Эксплуатационные характеристики композитов

Марка состава	Прочность, МПа			Теплопроводность, Вт/м*к	Плотность, г/см^3
	3 сут.	7 сут.	28 сут.		
СМ-1	3	7,7	10,3	0,89	612
СМ-2	2,8	7,4	10	0,91	620
СМ-3	2,9	7,2	9,7	0,96	603
СМ-4	2	5,7	7,4	0,9	625
СМ-5	1,4	5	6,9	0,93	610
СМ-6	1,9	5,5	7,2	0,88	633

Из вышеуказанной таблицы видно, что композиты СМ-1, СМ-2, СМ-3 имеют более высокие показатели прочности, чем остальные, при приблизительно равных теплопроводности и плотности. Объяснение полученных результатов заключается в том, что хризотил-асбест является армирующей добавкой в виде волокна в композите, что влияет на прочностные характеристики композита. Мелкодисперсное армирование хризотил-асбестом увеличивает прочность на 30 %, что позволяет расширить спектр применения легкого бетона и улучшает его технические характеристики.

1. Белов, В. В. Инновационные решения в технологии высокотехнологичных бетонов / В. В. Белов, М. А. Смирнов // Вестник Тверского государственного технического университета. – 2010. – № 17. – С. 126–131.

2. Дедюхин, А. Ю. Технология дисперсного армирования асфальтобетонных смесей волокнами хризотила / А. Ю. Дедюхин, С. И. Булдаков // На-

учный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2009. – Вып. 1 (13). – С. 120–125.

3. Свергунов, П. В. Фракионный состав волокна хризотил-асбеста / П. В. Свергунов // Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт асбестовой промышленности (ОАО «НИИпроектасбест»). – 2002. – С. 77–79.

4. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. ГОСТ 7076-99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

РАСЧЕТ ВИТКОВЫХ КЛЕММ

М.А. Карюкин

Научный руководитель ***Д.В. Величко****, канд. техн. наук, доцент*

Сибирский государственный университет путей сообщения

г. Новосибирск

В совокупности с перспективным увеличением осевых нагрузок на железнодорожный путь и планам по увеличению межремонтного срока железнодорожного пути Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года делает акцент на применения малообслуживаемых конструкций инфраструктуры железнодорожного транспорта, в том числе промежуточных рельсовых скреплений. Следовательно, вопрос о долговечности промежуточных скреплений не теряет актуальности.

В качестве долговечных могут рассматриваться подкладочный и анкерный вариант скреплений [1]. Критериями малообслуживаемости скреплений являются обеспечение эксплуатационной надежности, малозатратность при текущем содержании пути и обеспечении механизации выполнения монтажа и демонтажа скреплений [2].

Промежуточные рельсовые скрепления на прямую определяют надежность, параметры геометрии и пространственной жесткости рельсовой колеи, что в свою очередь влияет на условия взаимодействия пути и подвижного состава, затраты на строительство и текущее содержание [3]. Главным элементом промежуточного рельсового скрепления, обеспечивающим необходимую степень прижатия рельсов к подрельсовому основанию, является клемма.

Исследования клемм промежуточных рельсовых скреплений проведено на основе компьютерного моделирования с использованием программы SolidWorks и его надстройки SolidWorks Simulation.

В ходе исследования напряженно-деформированного состояния компьютерных моделей упругих клемм В-образной формы наиболее распространенных на данный момент скреплений ЖБР-65 и АРС-4, определена методика исследования на основе анализа полученных данных и сопоставления их с ранее известными [4].

Помимо моделей клемм с геометрическими размерами, используемыми в настоящее время, исследованы модели с измененными геометрическими параметрами (25 вариантов моделей клеммы типа АРС, 24 варианта моделей клеммы типа ЖБР).

На первом этапе моделирование упругих прутковых клемм проводилось для половины клеммы с соответствующими граничными условиями, пошагово:

– создание трехмерной модели;

– задание материала;

– задание граничных условий;

– приложение нагрузки;

– создание сетки (модель была разбита на 40 тыс. элементов и содержала 60 тыс. узлов).

Для обеспечения стабильного положения бесстыковой плети относительно железобетонных шпал необходимо погонное сопротивление смещению плети величиной 25 кН/м, что определяет усилие прижатия упругих клемм – 20 кН.

Материал моделей – сталь 60С2А с пределом текучести 1960 МПа при закалке 870 ºС (масло), отпуске 420 ºС (воздух) [4].

На основе исследования напряженно-деформированного состояния компьютерных моделей упругих клемм было установлено:

1. Используемые в настоящее время сочетания геометрических размеров клеммы ЖБР и АРС являются отличными в плане максимальных напряжений, упругого хода уса клеммы и простоты в изготовлении, но не единственными.

2. Для скрепления АРС радиус сопряжения прямолинейного нарельсового и бокового участков оказывает меньшее влияние на напряжения и упругий ход уса клеммы, чем радиус сопряжения бокового участка и уса клеммы.

3. Изменение вертикального радиуса боковой части клеммы от ∞ до 160 мм (соответственно для АРС и ЖБР) не оказывает значительного влияния на напряжения и упругий ход, необходимо рассмотреть варианты с меньшими вертикальными радиусами, что влечет за собой необходимость коренного изменения самой формы клемм.

В результате исследования предложена альтернатива В-образным прутковым клеммам – клемма в виде пружины кручения (витковая клемма).

Следующий этап – исследование напряженно-деформированного состояния витковой клеммы – заключался в подборе сочетания геометрических параметров, обеспечивающего наибольшую силу прижатия при наименьшей приложенной силе. Под геометрическими параметрами подразумеваются: диаметр прутка, диаметр витка, шаг и количество витков [5].

Многовариантное компьютерное моделирование проведено для клемм с диаметрами витка равным 50 мм, 60 мм и 70 мм. Диаметр прутка – 12 см, 14 см, 16 см, 18 см. Шаг витка и число оборотов оставались постоянными и равны 25 мм и 2,4 шт. соответственно. Данное количество оборотов и величина шага витка являются наиболее подходящим для обеспечения необходимой малогабаритности для исследуемой формы клеммы.

В результате анализа полученных данных можно утверждать, что наиболее оптимальными геометрическими параметрами являются:

– диаметр прутка – 18 мм;

– диаметр витка – 60 мм.

С использованием полученных данных исследованы модели с измененным шагом витка. В результате исследования было определено, что данным геометрическим параметров в дальнейших исследованиях можно пренебречь. Однако во избежание сбоев работы программы на этапе построения и этапе расчетов, шаг витка следует принимать равным диаметру прутка, увеличенному на 1 мм.

Внутренние напряжения в клеммах с диаметром витка в 60 мм довольно близки к напряжениям клеммы с диаметром витка в 50 мм. В связи с имеющимися ограничениями по соотношению геометрических размеров между рельсом и элементами скреплений, для сохранения малых габаритов клеммы в дальнейшем будут рассматриваться клеммы с диаметром витка в интервале 40–50 мм.

Также стоит отметить, что при увеличении диаметра прутка внутренние напряжения уменьшаются. Однако с уменьшением диаметра витка клеммы, при неизменном диаметре прутка, для обеспечения необходимых перемещений средней части клеммы потребуется приложение большей силы. Поэтому уменьшение диаметра прутка является необходимым следствием уменьшения диаметра витка клеммы [6].

Следующим шагом работы станет исследование натурных моделей при использовании установок с пошаговым нагружением для определения соответствия компьютерного метода моделирования результатам, приближенным к реальным условиям.

1. Карюкин, М. А. Актуальность разработки малообслуживаемых рельсовых скреплений / Карюкин М. А., Величко Д. В. // Политранспортные системы: материалы XI Международной научно-технической конференции (Новосибирск, 12–13 ноября 2020 г.). – Новосибирск : СГУПС, 2020. – С. 182–185.

2. Антонов, Н. И. Скрепления для суровых условий Сибири / Антонов Н. И., Величко Д. В. // Путь и путевое хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 17–20.

3. Карпущенко, Н. И. Совершенствование рельсовых скреплений / Карпущенко Н. И., Антонов Н. И. – Новосибирск : СГУПСа, 2003. – 300 с.

4. Карюкин, М. А. Совершенствование конструкции упругих клемм промежуточных рельсовых скреплений / Величко Д. В., Карюкин М. А. // Наука и молодежь СГУПСа в третьем тысячелетии. – 2018. – Вып. 7. – С. 61–67.

5. Величко, Д. В. О разработке безрезьбовых скреплений / Величко Д. В., Антонов Н. И., Карюкин М. А. // Путь и путевое хозяйство. – 2020. – № 6. – С. 31–32.

6. Карюкин, М. А. Разработка малообслуживаемого рельсового скрепления с использованием существующих элементов / Карюкин М. А., Величко Д. В. // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2021. – № 1 (2). – С. 121–127.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УСИЛЕНИЯ СТЕН СРЕТЕНСКОЙ ЦЕРКВИ

Д.О. Лузянин
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время в России остро стоит вопрос о сохранении памятников истории и культуры. Одно из решений данной проблемы – это поиск инновационных способов сохранения и применение новых материалов в реставрации.

Цель исследования – выявление современных материалов и технологий для эффективного укрепления стен церкви Сретения Иконы Божьей Матери.

Объект исследования – объект культурного наследия федерального значения «Церковь Сретения, 1685–1690 гг.», г. Великий Устюг, пл. Коммуны, 13.

Актуальность исследования обусловлена тем, что несмотря на общемировой опыт и практику в улучшении и применении инновационных технологий и реставрационных материалов, в нашей стране и в частности в Вологодской области специалисты зачастую пользуются традиционными и устоявшимися методами реставрации [1].

Инновационные методы усиления конструкций основаны на применении композитов, в том числе углепластика.

Использование композитных материалов – метод, суть которого заключается в послойной наклейке углеволокнистых композитов на несущие конст-

рукции. Толщина слоя в итоге составит несколько миллиметров, т.е. размеры укрепляемых элементов не изменятся.

В настоящем исследовании предлагается усиление стен Сретинской церкви с использованием инновационных технологий и материалов на основе композитов.

Стены Сретенской церкви выложены из красного большемерного кирпича размером 300×150×70 мм. Кладка на известковом растворе. Храм находится в аварийном состоянии. Отсутствие штукатурного слоя, деструкция кирпичной кладки, множественные следы намокания вызваны во многом воздействием атмосферных осадков. Над алтарем, северной галереей и западными поздними пристройками отсутствуют кровля и перекрытия. Среди прочих утрат на северной стене алтарной части была обнаружена сквозная вертикальная трещина длиной около 7,2 м и с шириной раскрытия до 7 см, появление которой вызвано деформацией грунтов основания.

Для предотвращения дальнейшего разрушения стены Сретенской церкви возникает необходимость в разработке мер по ее усилению и ремонту. Основные работы по конструкционному ремонту храма включают: усиление фундамента и его основания, инъектирование раскрытых трещин и пустот в кладке, а также укрепление стены углеволоконными лентами.

Перед инъектированием трещины расчищаются от пыли и грязи. Внутренние пустоты трещины по максимуму заполняются и зачеканиваются ремонтным составом Стармекс. Вдоль зачеканенной трещины на расстоянии 350 мм под углом 45 градусов с шагом в 300 мм просверливаются шпуры диаметром 18 мм, устанавливаются пакеры (инъекционные трубки) и под давлением нагнетается строительный раствор (рис. 1). Через сутки пакеры демонтируются, а шпуры зачеканиваются ремонтным составом. Те же процедуры производятся и с противоположной стороны стены. Стоимость данных работ оценивается в 54000 руб.

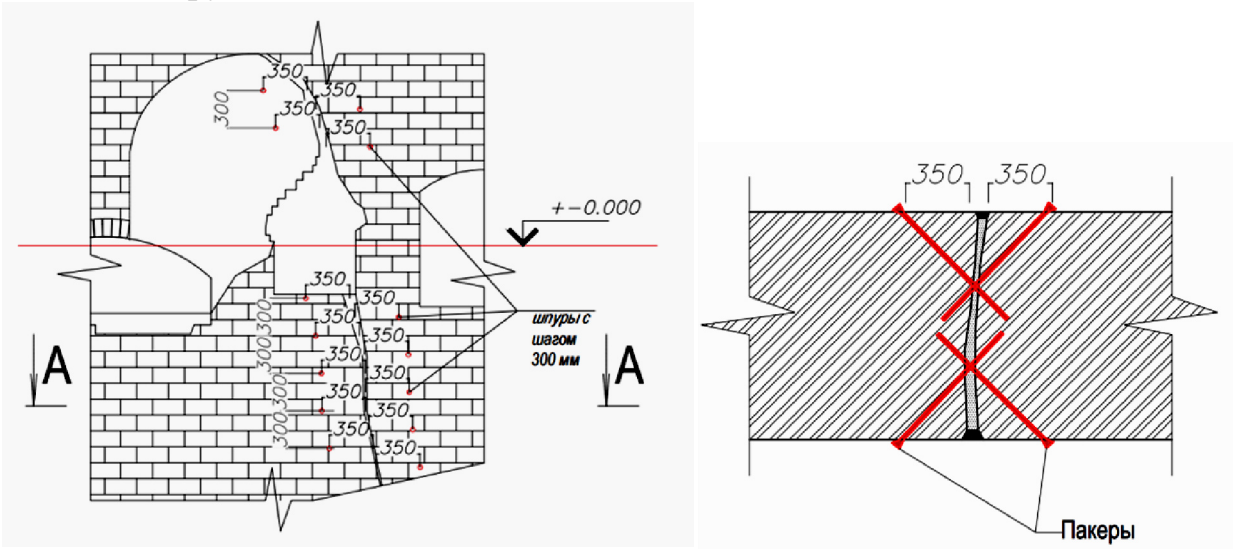


Рис. 1. Схемы сверления шпуров и установки пакеров

После проведения инъектирования приступают к установке композита. Размещение холста углеволокна в зоне повреждения поможет прервать дальнейшее разрушение и добавит дополнительный запас прочности. Поскольку кладка на растяжение имеет меньшие прочностные характеристики, в отличие от сжатия, усиление кирпичной кладки производится для восполнения недостатка несущей способности на растяжение. Углепластик воспринимает на себя те растягивающие напряжения, которые не воспринимает кирпичная кладка [2].

Предлагается два способа размещения лент углеволокна при усилении стен храма. По первому способу ленты располагаются перпендикулярно трещине (рис. 2), принцип размещения композитных лент заключается в параллельном расположении растягивающим усилиям, то есть перпендикулярно трещинам. Используются ленты шириной 300 мм Армошел КВ 500 в комплексе с эпоксидным вяжущим Монопокс [3]. Шаг установки лент берется по расчету и равен 600 мм. Стоимость материалов составляет 50700 руб.

Также в современной практике распространен другой вариант установки лент. По второму способу ленты размещают в вертикальном и горизонтальном направлении (рис. 3). В этом случае стоимость материалов составляет 56615 руб.

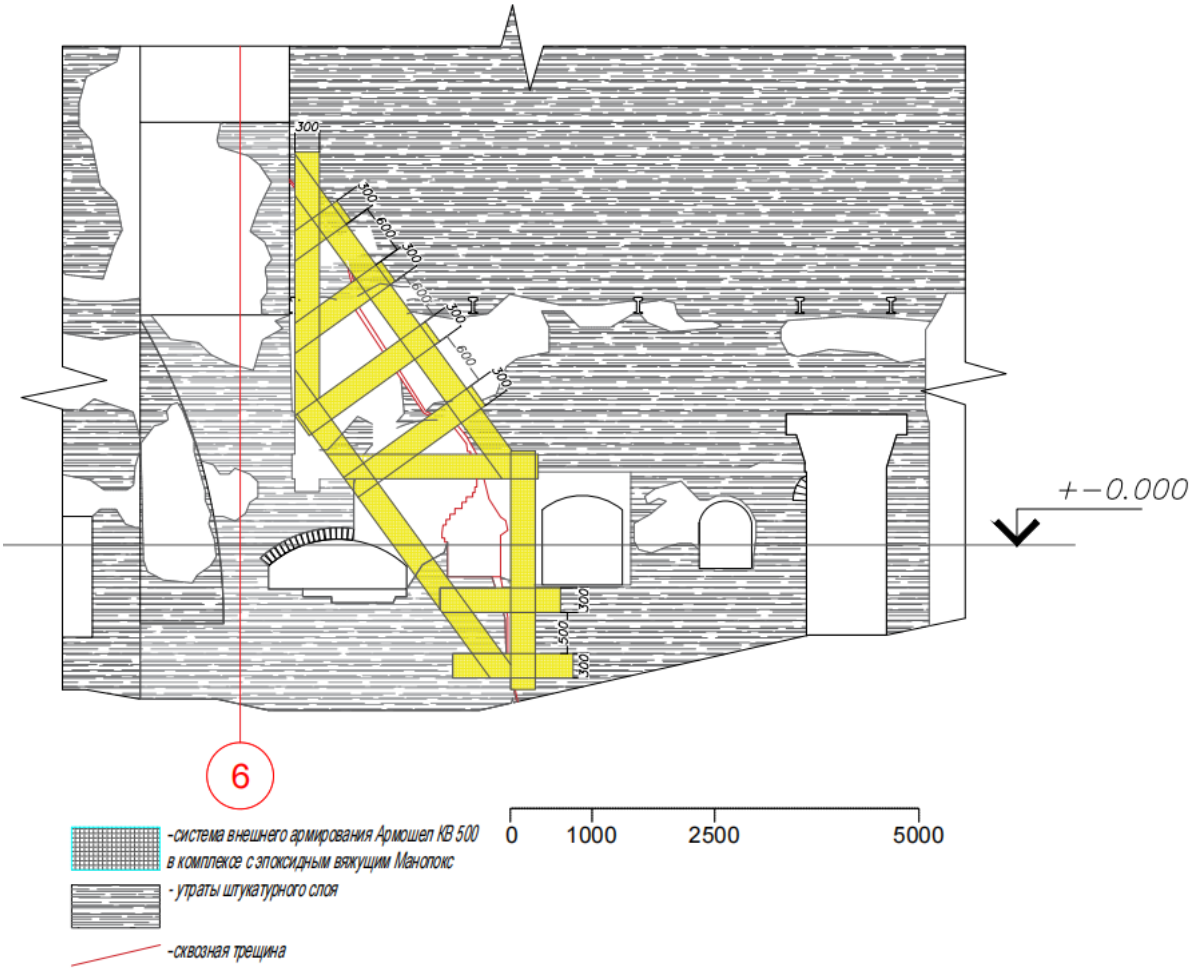


Рис. 2. Первый вариант усиления стен с использованием углепластика

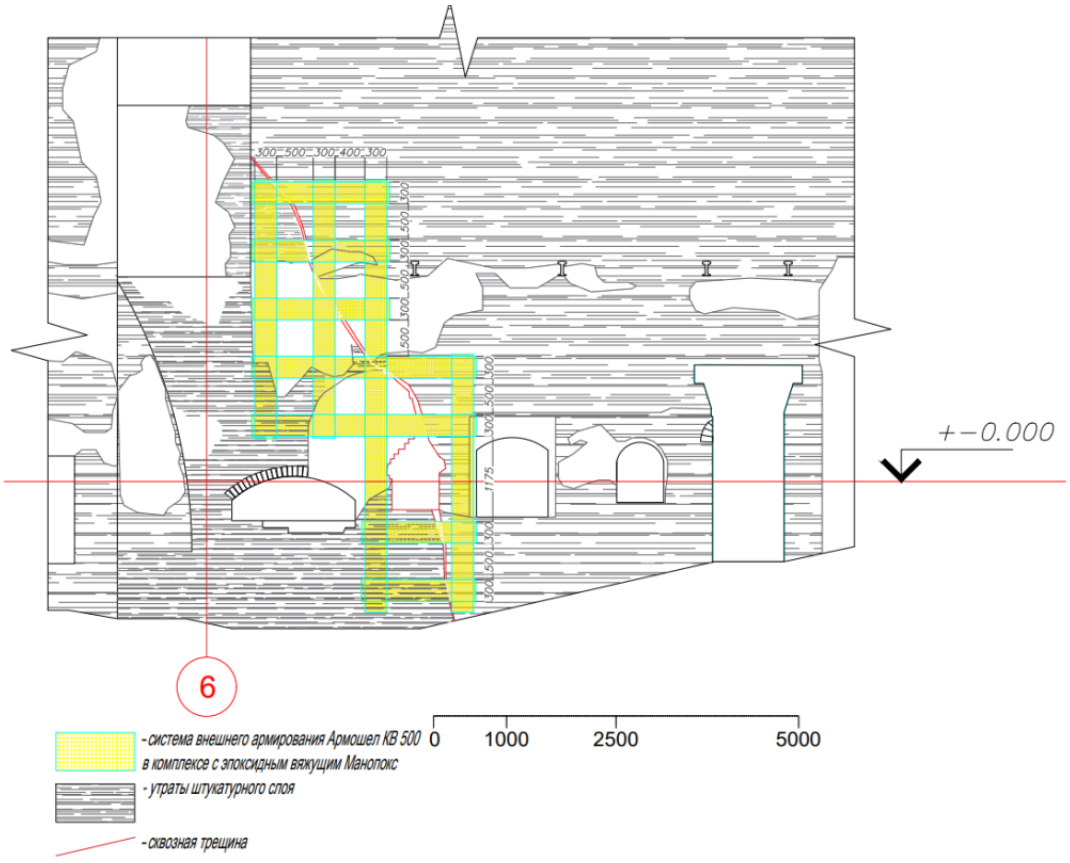


Рис. 3. Второй вариант усиления стен с использованием углепластика

В результате проведенных исследований установлена возможность использования современных материалов при реставрации и реконструкции стен Сретенской церкви. Предложен эффективный способ усиления стен с использованием композитных материалов. В целях экономии проектом предлагается первый способ усиления стен с размещением лент углеволокна перпендикулярно трещине.

1. Крупнова, Д. С. Усиление стен храмового здания / Крупнова Д. С., Казакова И. С. // Семьдесят третья всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием : сборник материалов конференции (Ярославль, 20 апреля 2020 г.) : в 2 частях. – Ярославль : Издательство ЯГТУ, 2020. – Ч. 2. – С. 747–751.

2. Старцев, С. А. Усиление кирпичной кладки композитными материалами и винтовыми стержнями / С. А. Старцев, А. А. Сундукова // Строительство уникальных зданий и сооружений: научный журнал. – 2014. – Вып. 6 (21). – С. 17–31.

3. «Гидрозо» Эффективные строительные решения. – URL: https://www.gydrozo.ru/products/uglerodnye-kholsty/armoshel-kv-500/ (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

ПЕРЕКРЫТИЯ ИЗ ПЕРЕКРЕСТНЫХ БАЛОК ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ ДЛЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

С.М. Отопков
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Развивающаяся экономика России и связанная с ней высокая конкуренция на строительном рынке требуют эффективных конструктивных решений строительных конструкций. Возникает необходимость в технологичных современных системах с наименьшей ресурсоемкостью. Одной из прогрессивных технологий, которая занимается производством облегченных тонкостенных профилей для эффективных конструкций, является технология производства легких стальных тонкостенных конструкций. Данный вид конструкций обладает рядом преимуществ: малым расходом металла, защитным цинковым покрытием, повышающим долговечность, возможностью быстрого построечного изготовления и легкостью [1]. Использование тонкостенных профилей в конструкции перекрытий малоэтажных жилых зданий позволяет снизить металлоемкость зданий и нагрузку на фундамент.

В работе рассматривается пространственное перекрытие, образованное перекрестно расположенными и связанными между собой балками. Поскольку наибольший эффект пространственной работы перекрестных систем достигается с приближением очертания перекрываемого плана к квадрату, то исследуется квадратная в плане ячейка размером 6×6 м в составе перекрытия стоечно-балочного каркаса жилого дома.

При нагружении одной из балок пространственный характер работы перекрестных балок вызывает деформирование всей системы балок перекрытия. Балки пересекаются в одном уровне и связаны между собой жестко, поэтому прогибы балок одного направления сопровождаются не только соответствующими прогибами балок другого направления, но и их кручением.

При перекрытии квадратного плана один из пролетов перекрывают цельными балками, а балки другого направления разрезают и стыкуют между собой в каждом пересечении. Каждый стык рассчитывается на изгибающий момент и поперечную силу, действующие в узле пересечения.

Целью работы является изучение особенностей работы перекрытия из перекрестных балок из тонкостенных профилей путем сравнения с перекрытием из прокатных профилей по металлоемкости и трудоемкости для аналогичной ячейки.

Для сравнения были рассмотрены две схемы перекрытий: в одной шаг балок в обоих направлениях принимался 2 м, в другой – 1,5 м. На рисунке приведены расчетные схемы двух перекрытий. Создание расчетных схем и

расчет выполнялись с использованием программного комплекса Лира на основе метода предельных состояний.

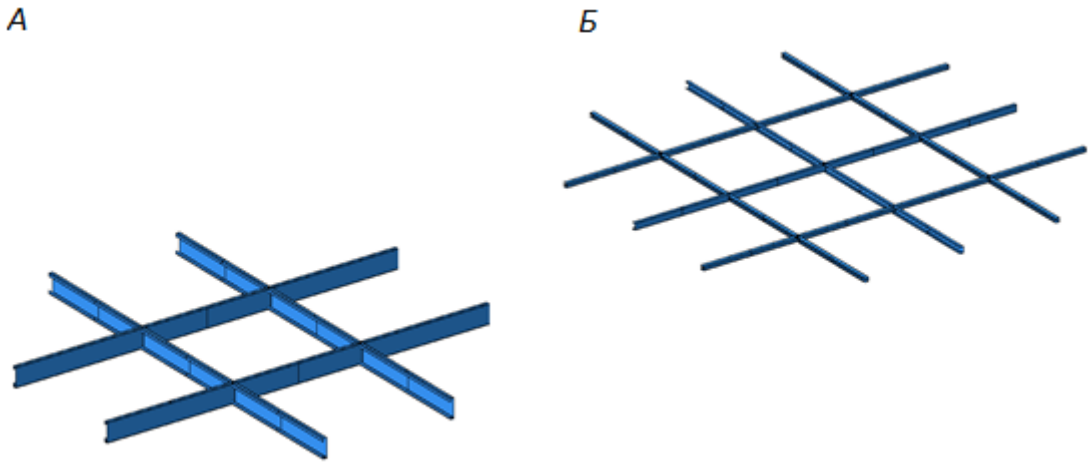


Рис. Расчетные схемы: А – ячейка 6×6 м с шагом балок 2 м, Б – ячейка 6×6 м с шагом балок 1,5 м

Нагружение осуществлялось путем приложения постоянной нагрузки от собственного веса конструкции перекрытий и кратковременной нагрузки от людей в соответствии с действующими нормами [2]. В обоих перекрытиях принят класс стали С255. Результаты расчета представлены в таблице. Применяемые сечения тонкостенных профилей в соответствии с ТУ 1121-001-13830080-2003. Технические условия на профили стальные оцинкованные [3] для перекрытий: с шагом балок 2 м – С-образный профиль 300×60×50×5, для балок с шагом 1,5 м – С-образный профиль 300×60×50×5 для центральных балок и С-образный профиль 80×50×24×4 для крайних балок. Сечения прокатных балок принимались по ГОСТ Р 57837-2017 [4].

Таблица

Результаты расчета перекрытия из перекрестных балок

Шаг балок в ячейке, м	Расход стали на перекрытие, (кг/м^2)		
	Тонкостенные профили по ТУ 1121-001-13830080-2003 [3]	Стальные прокатные профили по ГОСТ Р 57837-2017 [4]	Превышение расхода стали на перекрытие из прокатных балок по сравнению с тонкостенными, в %
1,5	11,02	19,04	42,12
2	13,36	20,49	34,80

Из результатов исследования можно сделать следующие выводы: расход стали на 1 м² перекрытия для ячейки размером 6×6 м балками из тонкостенных профилей с шагом 2 м составляет 13,36 кг/м², что меньше на 34,80 % по

сравнению с использованием прокатных балок, с шагом 1,5 м составляет 11,02 кг/м², что меньше на 42,12 % по сравнению с использованием прокатных балок. Для перекрестных балок с шагом 2 м приняты балки одного сечения, для перекрестных балок с шагом 1,5 м – два типоразмера балок.

1. Казакова, И. С. Легкие стальные тонкостенные конструкции: проектирование и расчет : учебное пособие / И. С. Казакова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Вологодский государственный университет. – Вологда : ВоГУ, 2020. – 117 с.

2. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 891/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г. – Москва : Минстрой России, 2018. – 95 с.

3. ТУ 1121-001-13830080-2003. Технические условия на профили стальные оцинкованные (БалтПрофиль).

4. ГОСТ Р 57837-2017. Двутавры стальные горячекатые с параллельными гранями полок. Технические условия : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 октября 2017 г. N 1515-ст : дата введения 01.05. 2018. – 46 с.

УСИЛЕНИЕ НАТУРНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПУТЕМ ЛОКАЛЬНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ

Д.А. Чибрикин
Научный руководитель ***С.И. Рощина****, д-р техн. наук, профессор*
Владимирский государственный университет
г. Владимир

В настоящее время в России обособленно стоит вопрос роста доли низкотоварной древесины в общем объеме запаса, которая используется в конструкциях здания. Сокращение площади хвойных насаждений стало результатом их интенсивной эксплуатации и не соблюдения лесозаготовителями лесоводственных требований при проведении заготовки древесины. В целях применения низкотоварной древесины для конструкций возникает необходимость в осуществлении работ по усилению данных элементов. Предлагаемая в рамках исследования технология модификации усиления позволит улучшить прочностные и эксплуатационные параметры конструктивного элемента деревянной конструкции из древесины низкого качества.

Цели и задачи проекта:

1. Разработать компонентный состав полимерной композиции для локальной модификации натурных деревянных конструкций [1–9].

2. Получить эмпирические закономерности распределения модификатора натурных деревянных конструкций различных факторов и включении данной области в работу на основе неразрушающих методов исследования.

3. Разработать технологические решения внедрения полимерного состава.

4. Выполнить численные исследования натурных деревянных конструкций в ПК «Лира» с учетом физической нелинейности используемых материалов для определения напряженно-деформированного состояния участков древесины.

5. Выполнить экспериментальные исследования образцов и натурных деревянных конструкций для подтверждения принятых гипотез, допущений, методики теоретического моделирования, технико-экономической оценки результатов исследования.

Научная новизна исследования:

1. Будет получен новый способ усиления несущей способности древесины.

2. Будет подобран компонентный состав и наполнитель, наиболее подходящие для модификации деревянных натурных конструкций.

3. Будут получены эмпирические зависимости прочности от способа импрегнирования, времени и скорости импрегнирования, вида компонентного состава и крупности наполнителя модификатора.

4. Будут проведены численные и экспериментальные исследования деревянных натурных конструкций.

В технологии локальной модификации предполагается метод импрегнирования композиционного состава с использованием импульсного воздействия избыточного давления. Наполнители для полимерного состава будут использоваться на основе углеродных нанотрубок. Для определения равномерности диспергации наполнителя в объеме матрицы модификатора используются методы оптической и электронно-сканирующей микросскопии. Методом рентгенотомографии оценивается проникающая способность модификатора при различных технологических режимах модификации и пропитки. Теоретические исследования восстановленных деревянных балочных конструкций проводятся методом конечных элементов при помощи лицензионного расчетного программного комплекса ПК «Лира» с учетом физической и геометрической нелинейности. Натурные испытания конструкций и моделей проводятся в лабораториях университета, оборудованных специальными испытательными гидравлическими и механическими стендами, прессами, механическими приборами для оценки деформаций, многофункциональными измерительными комплексами (метод тензометрии).

Испытывались 5 серий образцов с модификатором на основе диметакрилового полиэфира с добавлением углеродных нанотрубок.

Для удобной наглядности результатов к каждому испытанию присвоен позиционный номер:

1. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах.

2. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир.

3. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир + УНТ 0,2 %.

4. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир + УНТ 0,3 %.

5. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир + УНТ 0,4 %.

6. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир + УНТ 0,5 %.

7. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир + УНТ 0,8 %.

8. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир + УНТ 1,0 %.

9. Результаты испытаний на цельнодеревянных образцах + модификатор диметакриловый полиэфир + УНТ 1,1 %.

Полученные в результате расчета данные, приведенные на рисунке, наглядно иллюстрируют, что максимальное значение прочности в испытании № 6 показало наибольшее напряжение 552,06 кг/см^2. Наименьшее значение прочности в испытании № 1 с напряжением 460,46 кг/см^2. В итоге принимаем состав для модификатора из диметакрилового полиэфира с добавлением УНТ 0,5 %.

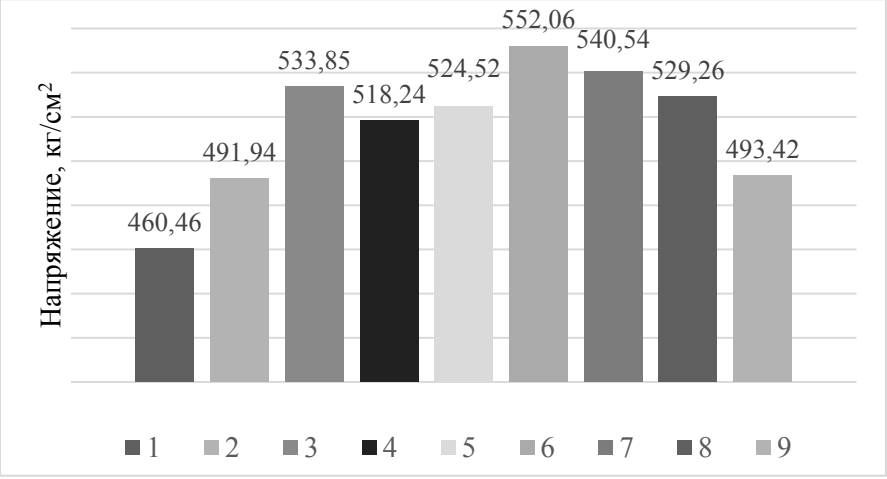


Рис. График результатов испытаний серий образцов

1. Gribanov, A. S., Roshchina, S. I., Naichuk, A. Ya., & Melekhov, V. I. (2020). Wooden beams with local wood modification. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *896* (1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/896/1/012067

2. Gribanov, A. S., Strekalkin, A. A., Kudryatseva, A. A., & Zdralovic, N. (2020). CFRP composites for strengthening wooden structures. *IOP Conference*

Series: Materials Science and Engineering, *896*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/896/1/012114

3. Gribanov, A. S., Rimshin, V. I., & Roshchina, S. I. (2019). Experimental investigations of composite wooden beams with local wood modification. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *687*(3). https://doi.org/10.1088/1757-899X/687/3/033039

4. Gribanov, A. S., Roshchina, S. I., Popova, M. V., & Sergeev, M. S. (2018). Laminar polymer composites for wooden structures. *Magazine of Civil Engineering*, *83*(7), 3–11. https://doi.org/10.18720/MCE.83.1

5. Németh, R., Bak, M., Horváth, N., Ábrahám, J., Fodor, F., Csupor, K., & Csóka, L. (2016). Wood modification related research at the University of West Hungary. *WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering*.

6. Thybring, E. E., & Fredriksson, M. (2021). Wood modification as a tool to understand moisture in wood. *Forests*, *12* (3). – https://doi.org/10.3390/f12030372

7. Dong, Y., Wang, K., Li, J., Zhang, S., & Shi, S. Q. (2020). Environmentally Benign Wood Modifications: A Review. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, *8*(9), 3532–3540. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c00342

8. Homan, W. J., & Jorissen, A. J. M. (2004). Wood modification developments. *Heron*, *49* (4), 361–386.

ПОДБОР МОДЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ИЗМЕРЕНИЮ УГЛА ОТКОСА И ПЛОТНОСТИ ДЛЯ МОДЕЛИ

М.В. Шершнев
Научный руководитель ***З.К. Кабаков***, *д- р техн. наук, профессор*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

В процессе моделирования физической модели сектора колошника доменной печи возник вопрос о подборе модельных материалов, которые необходимо загрузить в модель и получить картину реальную с объектом и литературными данными. В результате остановились на критерии подбора материалов по углам естественного откоса и насыпной плотности.

Вследствие большого внутреннего трения частицы сыпучего в процессе загрузки штабеля образуют откосы, максимальный наклон которых к горизонту называют углом естественного откоса (α, град). На поверхности естественного откоса частицы сыпучего находится в состоянии предельного равновесия, любое его нарушение вызывает смещение частиц в сторону основания и уменьшения угла наклона [3]. Учитывая важную роль высоты загружаемых слоев кокса и ЖРЧ, важно уточнить профиль засыпи, принимая во внимание, что любой сыпучий материал имеет свой угол естественного откоса.

Угол естественного откоса для модельных материалов определим тремя методами, сравнив результаты этих методов [2].

Определение угла откоса на секторной модели

Согласно технологии зоны заполняются, начиная от 10-й и заканчивая 3-й. Примем, что подача материала осуществляется на середину полоски каждой зоны. Рассмотрим сначала заполнение 10-й зоны. Предположим, что после заполнения одной полоски, имеющей горизонтальное положение, на ней образуется гребень, площадь поперечного сечения которого можно определить $S_i = \frac{V_i}{2\pi \overline{R_i}}$, где V_i – объем шихты, подаваемой на *i-ю* зону, м^3; $\overline{R_i}$ – средний радиус зоны, м. При основании гребня будут наблюдаться углы естественного откоса α, как показано на рисунке 1.

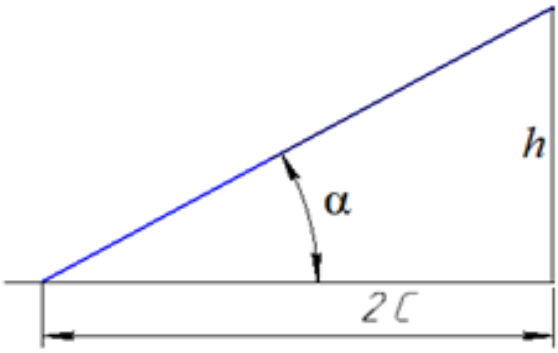


Рис. 1. Угол естественного откоса шихтовых материалов

Такой вид поперечного сечения гребня имеется в идеальном случае, когда рядом нет других зон [4].

α определяется из формулы: $tg\alpha = tg\alpha_0 - K\frac{h}{R}$, где α_0– угол естественного откоса (руда – 36°–43°; кокс – 21°–28° [1]).

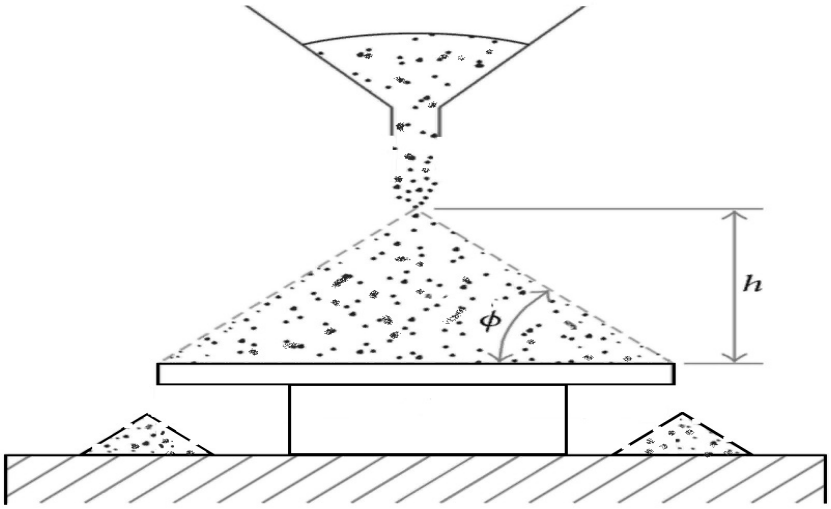


Рис. 2. Определение угла откоса ссыпанием материала на круглую форму

Определение угла откоса ссыпанием материала на круглую форму

Для определения угла естественного откоса была произведена опытная засыпь на установке (рис. 2). Была взята круглая форма, которую установили на ровную поверхность. Между поверхностью и формой был помещен брусок, для того что бы во время эксперимента лишний материал, подаваемый сверху, который сыпается ровно в центр формы, не задерживался на ней и скатывался вниз, тем самым образовывая угол откоса. Сыпали материал до тех пор, пока не стал образовываться стационар для материала. Определяем угол с помощью транспортира или из формулы: $tg\alpha = h/r$, где h – высота откоса; r – радиус формы. Таким образом был получен угол естественного откоса для песка и керамзита. Результаты эксперимента приведены в таблице.

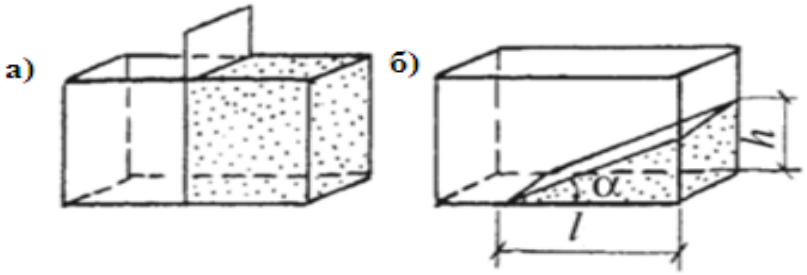


Рис. 3. Определение угла естественного откоса медленным снятием пластины: а – исходное состояние; б – осыпавшийся материал

Определение угла откоса медленным снятием пластины

Для определения угла естественного откоса был взят прозрачный ящик и в нем установлена перегородка, которая разделяет прибор на две части (рис. 3). В правую часть прибора насыпаем материал, до самого верха. Медленно поднимаем перегородку, материал при этом осыпается, образуя угол естественного откоса, который определяем с помощью транспортира или из формулы $tg\alpha = h/l$, где h – высота откоса; ℓ – основание откоса. Таким образом был получен угол естественного откоса для песка и керамзита. В таблицу сведены результаты экспериментов определения углов откоса.

Таблица

Определение углов естественного откоса

Условия эксперимента	Углы естественного откоса, º	
	песок	керамзит
Определение угла откоса на секторной модели	36	28
Определение угла откоса ссыпанием материала на круглую форму	36	29
Определение угла естественного откоса медленным снятием пластины	37	28

Исходя из таблицы видим, что угол естественного откоса составил для песка – 36º; для керамзита – 28º, что соответствует литературным данным [3].

Определение насыпной плотности

Для нахождения насыпной плотности песка и керамзита было взвешено по 100 грамм каждого материала, затем пересыпан в мерный стакан и определен занимаемый объем. Далее рассчитана насыпная плотность по следующей формуле (1):

$$\rho = \frac{m}{V} * 1000, \quad (1)$$

где ρ – плотность материала, кг/м^3; m – масса исследуемого материала, г; V – объем исследуемого материала, мл; 1000 – коэффициенты преобразования.

Таким образом, насыпная плотность для песка составила:

100 г песка – занимаемый объем 59 мл, подставим значения в формулу (1):

$$\rho = \frac{100}{59} * 1000 \approx 1700 \text{ кг/м}^3.$$

Аналогично для керамзита:

100 г керамзита – 220 мл, подставим значения в формулу (1):

$$\rho = \frac{100}{220} * 1000 \approx 450 \text{ кг/м}^3.$$

В результате получена следующая насыпная плотность: для песка – 1700 кг/м^3 (агломерат –1800 кг/м^3 [4]) , для керамзита – 450 кг/м^3 (кокс – 500 кг/м^3 [4]).

В качестве модельных материалов по теории подобия с учетом угла естественного откоса и плотности шихтовых материалов был выбран для ЖРЧ (ρ=1800 кг/м^3; α= 36°–43°) – песок (ρ=1700 кг/м^3; α=36°), для кокса (ρ=500 кг/м^3; α=21°–28°) – керамзит (ρ=450кг/м^3; α=28°). В результате выбранные материалы соответствуют насыпной плотности загружаемых в доменную печь шихтовых материалов.

1. О действии соотношения углов откоса загружаемых материалов на их распределение в колошниковом пространстве доменной печи / С. К. Сибагатуллин, Д. Н. Гущин, В. Ю. Тимофеев [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2015. – № 1. – С. 30–35.

2. Агеев, Н. Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии / Н. Г. Агеев – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 108 с.

3. Абуханов, А. З. Механика грунтов : учебное пособие / А. З. Абуханов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. – 348 с.

4. Большаков, В. И. Исследование особенностей распределения шихтовых материалов в доменной печи / В. И. Большаков, Н. А. Гладков, Ф. М. Шутылев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 7–10.

Секция «АРХИТЕКТУРА, СРЕДОВОЕ И ДОРОЖНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

УЛУЧШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Д.Е. Деменский
Научный руководитель ***Н.П. Советова****, канд. экон. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Статья посвящена проблеме обеспечения безопасности дорожного движения. Исследуется влияние психофизиологических характеристик водителей на возникновение заторов (пробок) при движении в городском потоке и технологического состояния перекрестка на аварийность. Рассматривается эффект внедрения новых технологий «Умный перекресток» на безопасность дорожного движения.

Статистически доказано, что количество смертей и травм в результате дорожно-транспортных происшествий в последние годы неуклонно растет.

Есть много причин дорожно-транспортных происшествий, одна из которых возникновение заторов в часы пик в крупных городах. Вождение автомобиля в часы пик – это большой стресс, к которому многие относятся недостаточно ответственно.

Из-за интенсивного движения на дорожной сети скорость общественного пассажирского транспорта снизилась. В результате пробки приобрели статус одной из самых актуальных проблем в крупных городах России.

Повышенная загруженность городских улиц, высокая плотность и интенсивность движения транспортных средств практически всегда приводят к ухудшению психофизиологического состояния водителей, их ненадлежащему поведению на дороге и, как следствие, способствуют увеличению количества ДТП.

На психоэмоциональное состояние водителя на дороге влияет ряд факторов: игнорирование полос движения, постоянное переключение с одной полосы на другую без включения указателей поворота и т.д.

По итогам 11 месяцев 2020 года сотрудники ГИБДД выявили 8 мест концентрации ДТП в Вологде. Это перекрестки, где произошло более трех аварий с погибшими и пострадавшими.

Самыми аварийными являются перекрестки:

- Чернышевского – Старое шоссе,
- пр. Победы – Мохова,
- пр. Победы – Пролетарская,
- Мальцева – Октябрьская,

- Герцена – Предтеченская,
- Мира – Чехова,
- Галкинская – пл. Бабушкина – Мира – Путейская,
- Пошехонское шоссе – Можайского.

Добавим, что в 2020 году в Вологде произошло 344 аварии, в которых пострадали 427 человек.

Аналитическая справка по динамике и количеству аварий на перекрестках Вологды опубликована порталом baza.net. (табл. 1)

Таблица 1

Рейтинг самых аварийных перекрестков Вологды

Место	Адрес	ДТП за год	Пострадавших
1	Конева – Можайского (Кольцо)	195	5
2	Пошехонское шоссе – Ярославская	110	0
3	Ленинградская – Петина	92	3
4	Пошехонское шоссе – Петина	89	2
5	Ленинградская – Гончарная	83	0
6	Окружное шоссе – Панкратова (Кольцо)	79	0
7	Ленинградская – Ярославская	75	2
8	Окружное шоссе – Гагарина	74	1
9	Прокатова – Горького	73	2
10	Северная – Карла Маркса (Кольцо)	67	1
11	Ленинградская – Кирова	62	1
12	Предтеченская – Зосимовская	60	5
13	Чернышевского – Старое шоссе	59	2
14	Конева – Воркутинская	58	6
15	Мира – Предтеченская	55	3
16	Ленинградская – Новгородская	49	4
17	Ленинградская – Псковская	43	2
18	Пошехонское шоссе – Можайского	43	1
19	Герцена – Предтеченская	42	0
20	Чернышевского – Карла Маркса	41	2
21	Герцена – Левичева	38	0

Согласно исследованиям портала baza.net, можно выделить 6 перекрестков, на которых при ДТП пострадало трое или более человек: Конева – Можайского (Кольцо), Ленинградская – Петина, Предтеченская – Зосимовская, Конева – Воркутинская, Мира – Предтеченская, Ленинградская – Новгородская.

Умный перекресток – это повышение уровня безопасности движения и оптимизация транспортных потоков.

Решаемые задачи

- сокращение аварийности и нарушений ПДД на перекрестках;
- увеличение уровня безопасности дорожного движения для водителей и пешеходов;
- повышение эффективности использования и пропускной способности улично-дорожной сети.

Система состоит из специализированного видеодетектора транспорта, комплекса фиксации нарушений правил дорожного движения, дорожного контроллера светофорных объектов и современных LED-светофоров (рис.).

Система «Умный перекресток» имеет гибкую архитектуру и может строиться на базе уже установленного на перекрестке оборудования. К примеру, в дополнение к светофорам и контроллеру можно установить отдельно видеодетекторы и/или комплекс фотовидеофиксации ПДД.

Эффект от внедрения – увеличение пропускной способности перекрестка в среднем на 20 % и сокращение аварий на перекрестке в среднем на 30 %.

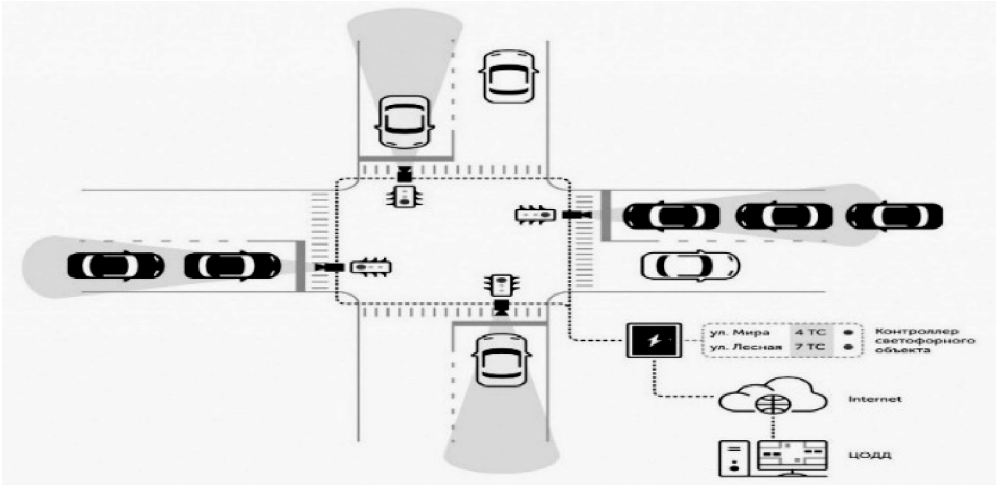


Рис. Схема умного перекрестка

Результаты внедрения «Умного перекрестка»: среднее время прохождения перекрестка сократилось: трамваем – на 24 %, троллейбусом – на 45 %, ранее за 2 минуты через перекресток в среднем проходила 1 единица городского транспорта, а теперь – минимум 4, время ожидания для пешеходов сократилось в среднем на 16 % (табл. 2).

В 2017 году в Зеленограде на пересечении Панфиловского и Центрального проспектов применили технологию адаптивного управления с вызывными фазами. Результаты внедрения «Умного перекрестка»: на 30% увеличилась пропускная способность перекрестка, в 8 раз сократилось количество ДТП, 0 сбоев в работе индуктивных петлевых детекторов.

Таблица 2

Результаты внедрения «Умного перекрестка» на основании исследований портала

Наименование перекрестка	Кол-во ДТП до введения	Кол-во пострадавших до внедрения	Кол-во ДТП после введения	Количество пострадавших после внедрения
Конева – Можайского (Кольцо)	195	5 человек	24	Менее 1 человека в год
Ленинградская – Петина	92	3 человека	12	Менее 1 человека в год
Предтеченская – Зосимовская	60	5 человек	8	Менее 1 человека в год
Конева – Воркутинская	58	6 человек	7	Менее 1 человека в год
Мира – Предтеченская	55	3 человека	7	Менее 1 человека в год
Ленинградская – Новгородская	49	4 человека	6	Менее 1 человека в год

Для сокращения пробок и улучшения безопасности движения на улично-дорожной сети предлагаю провести мероприятия по внедрению системы «Умный перекресток».

Считаю, что в государственную программу нужно включить установку систем «Умный перекресток» на перекрестках, где произошло три или более аварий с погибшими и пострадавшими.

По результатам внедрения данной системы видны значительные снижения аварийности на перекрестках, где была внедрена данная система. Исходя из расчетов на 6 наиболее опасных перекрестках в городе Вологде, при внедрении системы «Умный перекресток» количество пострадавших сократится до менее одного человека, что приблизит выполнение задачи по увеличению безопасности движения на автомобильных дорогах города.

1. Рейтинг аварийных перекрестков. – URL: http://www.baza.tv/dtp_stats (дата обращения: 18.10.2021). – Текст : электронный.

2. Евромобайл. Умный перекресток. – URL: https://www.euromobile.ru/solutions/intellektualnye-transportnye-sistemy/umnyy-perekryestok/ (дата обращения: 19.10.2021). – Текст : электронный.

3. Департамент дорожного хозяйства вологодской области. – URL: https://ddxt.gov35.ru/ (дата обращения: 20.10.2021). – Текст : электронный.

4. Блинкин, М. Я Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции / М. Я. Блинкин. – Москва : ИД ВШЭ, 2018. – С. 64–66.

ГИБКОЕ РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО: АТМОСФЕРА, ДИЗАЙН, НЕТВОРКИНГ

А.Д. Кашина
Научный руководитель ***Е.М. Никитина****, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В последние несколько десятилетий в мире произошли серьезные изменения, в результате чего работающее население столкнулось с разными требованиями к работе, приведшими к переходу от традиционных моделей трудоустройства к более сложным. Обозначился постоянный рост гибких рабочих пространств в городах, обусловленный множеством различных факторов.

1. Финансовый кризис 2008 года привел к буму новых самозанятых предпринимателей и фрилансеров, многим из которых требовалось место для работы и сотрудничества, которое не было их собственной гостиной.

2. Рост количества фрилансеров, самозанятого населения, стартапов и предпринимателей. Это основные потребители на рынке рабочих пространств.

3. Появилась новая категория потребителей/пользователей – поколение миллениалов, ориентированное на мобильность. По данным The Deloitte Millennial Survey: к 2025 году поколение миллениалов будет составлять около 75 % всей рабочей силы в мире [1].

Опыт проектирования гибкой архитектуры рабочих пространств свидетельствует о значимости данного направления. Гибкие рабочие пространства являются сравнительно новым продуктом на рынке недвижимости, отличаясь от традиционных офисов возможностью снять помещение одному человеку или целой команде, а также предоставление целого комплекса сервисов и услуг по запросу клиента.

Гибкая работа – это термин, используемый для описания любого рабочего режима, выходящего за рамки традиционных рабочих часов или мест. Это может означать работу в разных местах: в офисе, в кафе, в общественном месте, работу из дома или за удаленным столом, работу неполный рабочий день или поочередно. Таким образом, гибкость помогает создать широкий спектр мотивирующих рабочих мест и улучшить условия труда для сотрудников.

Результаты изучения современных вариантов гибких рабочих пространств автором статьи сведены в типологическую классификацию, представленную на рисунке 1.

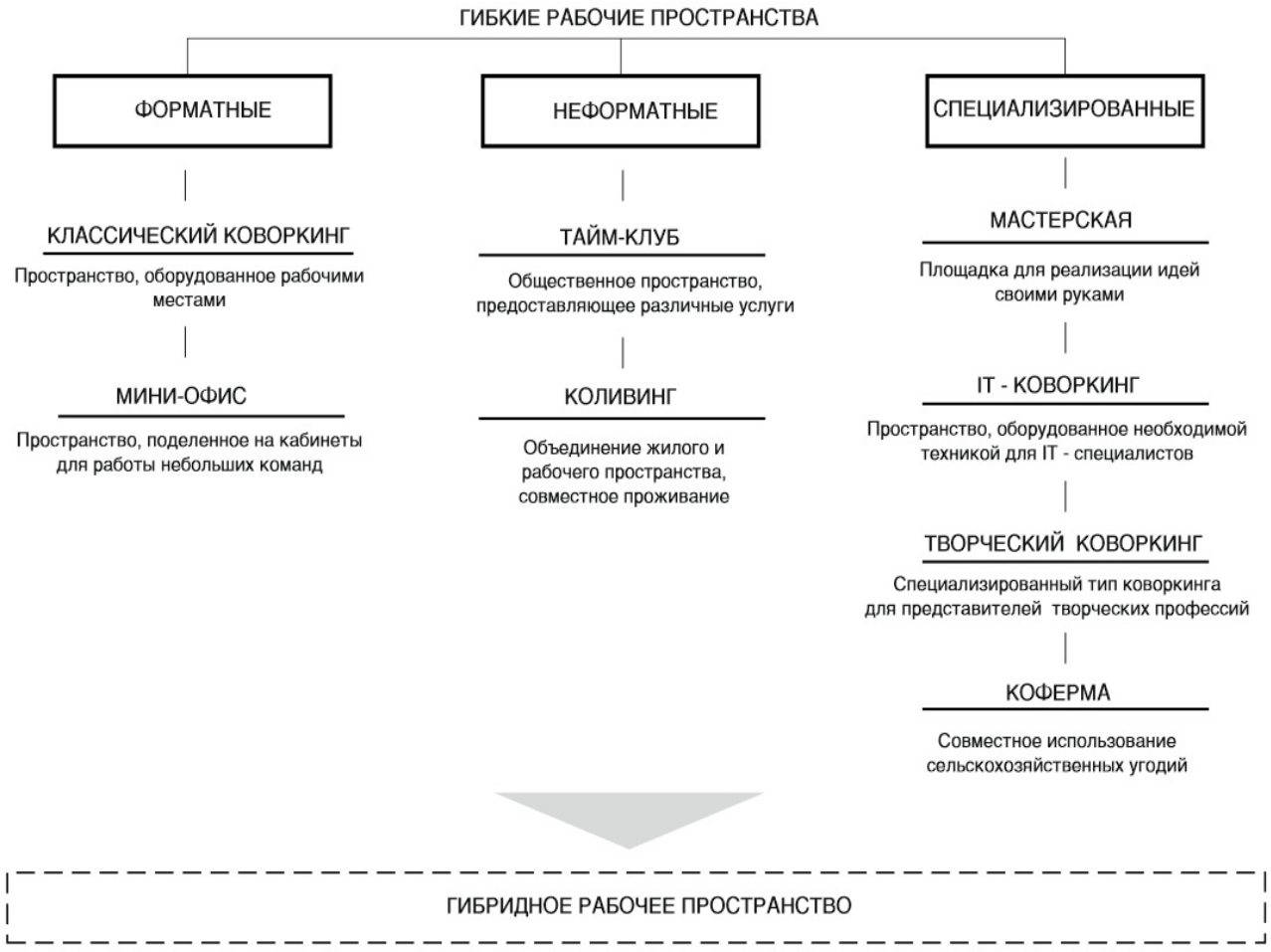


Рис. 1. Типология гибких рабочих пространств

Наиболее перспективный тип гибкого рабочего пространства – гибридный, так как ориентирован одновременно на команды и компании разного размера и с разными потребностями.

Гибридный комплекс – это многофункциональный комплекс, объединяющий общественную и частную сферу жизни. Такой комплекс имеет круглосуточную работу, потому как объединяет частную и общественную часть жизни. Гибридные комплексы адаптируются под окружение и приспосабливаются под меняющиеся обстоятельства и ситуации.

Коворкинг существует на протяжении веков, но первые формы сотрудничества появились в начале XX века. У первого рабочего пространства, которое официально получило название «коворкинг», было несколько предшественников. La Ruche («Улей») – парижский фаланстер (коммуна), созданный в 1902 году меценатом и скульптором Альфредом Буше**.** Художники со всего мира собрались в Париже, чтобы жить и работать. Это место стало сообщест-

вом и было сосредоточено на работе его жителей. На сегодняшний день «Улей» функционирует как общежитие и артистическим комплекс.

Коворкинг-движение имеет множество принципов, которые разделяют его участники. Основная ценность в том, что коворкинг – это социальная взаимосвязь, собирание, совместное использование и сотрудничество. На рисунке 2 приведена схема взаимодействия внутри подобного сообщества.

Рис. 2/ Схема взаимодействия и сотрудничества

Взаимодействие происходит в процессе обмена информацией, принятия решений, генерирования идей, решения проблем и общения, когда задействовано более одного человека. Чем больше социального взаимодействия, тем крепче отношения для расширения обмена знаниями и опытом.

С внедрением гибридных комплексов появятся новые сценарии использования территории – комплексы станут работать 24 часа в сутки, они будут энергоэффективными, трансформируемыми, смогут сами обеспечивать себя ресурсами, пространства станут гибкими, адаптивными и беспрерывными, в результате чего архитектурная среда, окружающая человека, будет удовлетворять его запросы, архитектура станет средством коммуникации [2]. На рисунке 3 представлена структура гибридного рабочего пространства.

Рис. 3. Структура гибридного рабочего пространства

В России концепции гибридного пространства реализованы в малых количествах, что в перспективе дает потребность в развитии таких пространств [3]. Гибридное рабочее пространство как комбинация мини-офисов, классических коворкингов и других форм может быть применено при проектировании административно-общественного центра в г. Череповце (рис. 1).

1. Григорьев, Г. М. Особенности мотивации трудовой деятельности сотрудников-миллениалов / Г. М. Григорьев, М. О. Левадняя // Психологические науки. – 2021. – № 7. – С. 128–132.

2. Климов, Д. В. Принципы формирования гибридных пространств в условиях градостроительной регенерации территории города / Д. В. Климов, Э.Э. Красильникова // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. – № 4. – С. 85–89.

3. Предпосылки формирования и этапы развития гибридной архитектуры. – Текст : электронный // Студопедия. – URL: https://studopedia.ru/23_58889_predposilki-formirovaniya-i-etapi-razvitiya-gibridnoy-arhitekturi.html (дата обращения: 12.09.2021).

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АСФАЛЬТИТОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В.М. Кузнецова
Научный руководитель ***О.М. Флисюк,*** *д-р техн. наук, профессор*
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(Технический Университет)
г. Санкт-Петербург

Одним из перспективных направлений развития дорожного строительства является применение высококачественных битумов, модифицированных синтетическими асфальтитами, с целью создания вяжущего, которое в будущем сможет обеспечить требуемый срок службы асфальтобетонного покрытия [1].

Синтетические асфальтиты представляют собой продукты, получаемые во время процесса окисления тяжелых нефтяных остатков. В таком процессе лежит большое количество сложных химических превращений: окислительное дегидрирование, деалкилирование, окислительная полимеризация, поликонденсация и крекинг с последующим уплотнением его продуктов. В процессе изучения данной тематики было установлено, что существует несколько факторов, влияющих на процесс получения синтетических асфальтитов: природа нефти, продолжительность окисления, групповой химический состав, расход воздуха, подаваемый в установку для получения синтетических асфальтитов, температура, поддерживаемая в реакторе и исходные физико-механические параметры сырья. Физико-механические показатели синтетического асфальтита изображены в таблице.

Таблица

Физико-механические показатели синтетического асфальтита

Наименование показателя	Значение
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	154
Растворимость, % масс. - сероуглерода - хлороформа - трихлорэтилена	 99,9 99,9 99,7
Содержание, % масс - водорастворимых кислот, щелочей - воды	 Отсутствуют Отсутствуют
Молекулярная масса	1594
Групповой химический состав, % масс. - парафино-нафтеновая фракция - циклические ароматические моно би поли - смолы - асфальтены	 5,6 0,7 2,6 12,1 19,8 60,1

Окончание табл.

Наименование показателя	Значение
Плотность при 20°С, г/см^3	1,0976
Элементарный состав, % масс.	
- С	84,53
- Н	9,93
- N	0,91
- О	0,78
- S	3,85

Анализ данных, приведенных в таблице, показал, что синтетические асфальтиты содержат в своем составе необходимое соотношение смол и асфальтенов, а это позволяет повысить реологические характеристики нефтяных битумов (повысить вязкость, устойчивость к термическому окислению, адгезию и когезию), что может привести к увеличению межремонтных сроков эксплуатации асфальтобетонных покрытий [1].

На сегодняшний день в нашей стране распространена модификация битума полимерами стирол-бутадиен-стирольного типа (СБС-полимерами). Битум, в который добавляют полимеры, называют полимерно-битумным вяжущим (ПБВ). Следует отметить, что конечные свойства ПБВ зависят от исходного качества нефтяного дорожного битума, его вязкости и введения в него СБС-полимера.

На российских нефтеперерабатывающих заводах в качестве сырья для ПБВ используют нефтяной битум, полученный в процессе окисления гудрона кислородом воздуха.

За рубежом для получения ПБВ используют остаточные нефтяные битумы. Остаточные битумы получают вакуумной перегонкой мазутов, так как мазут представляет собой смесь веществ различных гомологических рядов, то при равных температурах могут выкипать представители разных гомологических рядов. Таким образом, при обычной вакуумной перегонке, используемой в производстве нефтяного битума, не происходит резкого разделения компонентов по их структуре. Из-за данных факторов остаточные битумы обладают высокой стабильностью, и их групповой состав позволяет получать ПБВ с улучшенными физико-механическими свойствами, в отличие от нефтяных битумов, получаемых в процессе окисления гудронов. Для того чтобы получить из нефтяного битума вяжущее, которое будет близко по своим свойствам к нефтяным битумам из тяжелой нефти, за рубежом используют технологию модификации битумов природными асфальтитами. Они представляют собой тяжелый продукт нефти, который развивался и осаждался сотни миллионов лет и контактировал с воздухом и водой.

Впервые синтетический асфальтит в России был получен в 60-х годах прошлого столетия, и использовался он не для дорожного строительства, а для лакокрасочной промышленности.

Сырье для производства синтетических асфальтитов разнообразное: в патенте № 605609/23 [2] описывается способ получения синтетического асфальтита из нефти и остатков ее перегонки. В качестве сырья был использован гудрон из тяжелой ягерской нефти, который смешивается с лигроином в соотношении 1:2. Конечный продукт данного изобретения имеет температуру размягчения не ниже 140 °С, а его групповой состав представляет собой следующее: асфальтены – 40–55 %, смолы – 35–45 % и масла 8–15 %.

В патенте № 973588 [3] описывается способ получения синтетического асфальтита из кислых отходов нефтепереработки, например кислого гудрона, путем термообработки.

За рубежом известны различные способы получения синтетических асфальтитов, но они в основном базируются на различных видах отвержденных эластомеров в сочетании с жирными кислотами. В патенте US 6346561 [4] описывается способ получения синтетических асфальтитов, с использованием эластомера в сочетании с таловым маслом.

Применение синтетических асфальтитов в качестве модификатора позволяет регулировать групповой состав нефтяных битумов, повышать коллоидную стабильность, приблизив такие битумы по основным показателям качества к эталонным битумам, получаемым при переработке специальных тяжелых нафтеновых нефтей. В соответствии с национальным проектом «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [5] в мае 2018 года Президент Российской Федерации в «Майских указах» обозначил необходимость использования и применения «наилучших технологий и материалов». На основании вышеизложенного, исследование по непрерывному получению синтетических асфальтитов и вовлечению их в технологии производства битумов нефтяных дорожных, вязких – весьма актуальная задача.

1. Майданова, Н. В. Использование природных и синтетических асфальтов как один из путей увеличения межремонтного срока службы автомобильных дорог / Н. В. Майданова, В. В. Колесов, В. В. Васильев [и др.]. // Дороги России. – 2019. – № 3 (111). – С. 28–41.

2. Патент РФ 605609/23 08.08.1958. Способ получения асфальтита для лакокрасочной промышленности // Патент России № 605609/23.1958 / М. И. Быков.

3. Патент РФ 973588 24.07.1978. Способ получения асфальтита // Патент России № 973588.1978 / Г. Д. Ляхевич, А. Д. Рудковский.

4. Patent US 6346561 12.02.2002. Pavement material // Patent US № 6346561.2002 / John D. Osborn, Port Bolivar, TX.

5. Федеральное дорожное агентство. Росавтодор : официальный сайт. – Москва. – URL: https://rosavtodor.ru/about/upravlenie-fda/nacionalnyj-proekt-bezopasnye-i-kachestvennye-avtomobilnye-dorogi (дата обращения: 08.10.2021). – Текст : электронный.

ПРИМЕНЕНИЕ «ЛЕЧАЩЕЙ СРЕДЫ» В ДЕТСКОМ РЕАБИЛИТАЦИОННОМ ОНКОЛОГИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ

Л.Р. Махмудова
Научный руководитель ***Е.М. Никитина****, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Детские онкологические заболевания – актуальная проблема современной медицины. Борьба со злокачественными новообразованиями входит в перечень национальных проектов [1]. Применение в реабилитационном центре приемов «лечащей среды» должны ускорить время восстановления здоровья детей и поспособствовать их вовлечению в активную жизнь.

Цель работы – структурирование приемов «лечащей среды» для применения в реабилитационном центре для онкобольных детей.

Задачи:

1. Изучить зарубежные и отечественные источники информации.

2. Выделить основные приемы «лечащей среды» и способы их применения в проектируемом реабилитационном центре.

Восприятие свойств лечебного интерьера посредством использования архитектуры формирует ассоциативно-эмоциональную реакцию пациента и подготавливает к процессу взаимодействия со средой. В ходе исследования различных средств архитектуры, влияющих на психофизическое состояние пациента, было выделено 7 основных категорий: цвет, свет, навигация в пространстве, ритм, форма, экология и масштаб.

1. Цвет как фактор психоэмоционального влияния

Цвет влияет на эмоции человека посредством эмоциональных впечатлений, основанных на ассоциативных образах. Цветовой климат зависит от функционального назначения помещения, может побуждать и успокаивать чувства. Побуждающие цвета (оранжевый, желтый, красный, отчасти зеленый) применяются там, где нужно повысить тонус пациента, а успокаивающие (белый, синий, голубой, оттенки зеленого) используются для снижения эмоционального фона.

Оттенки голубого понижают артериальное давление, успокаивают нервную систему, подавляет активность опухолевых клеток, применимы в помещениях медицинского корпуса (процедурные, комнаты ожидания). Активный *желтый цвет* следует применять в детских палатах, побуждает в ребенке стремление к порядку и спокойствию. *Оранжевый* и *лиственный зеленый* тонизируют, используются в интерьерах спорт и фитнес залов. *Зеленый цвет* успокаивает, освежает, лучше всего использовать во входной группе, а также в некоторых частях коридоров. *Синий* поднимает командный дух, его рекомендуется использовать в отделке культурно-досуговой части реабилитационного центра, особенно там, где проводятся групповые занятия [2]. Согласно исследованиям, *белый цвет* помогает выстраивать доверительные отношения меж-

ду двумя сторонами [3]. Его применение возможно в помещениях временного пребывания пациентов, библиотека, мед. кабинеты, учебные классы.

Яркие оттенки следует использовать в декоре для стимулирования пациента к различным видам деятельности, а в качестве основного фона использовать светлые тона. *Теплый* усыпляющий колорит дает ощущение защищенности, его можно применить в блоке личных комнат. *Холодный* оттенок умиротворяет, расслабляет, зрительно расширяет пространство. В холодной гамме решаются деловые помещения (приемные, вестибюли).

2. Воздействие световой среды в пространстве

Свет оказывает влияние на психоэмоциональное состояние человека посредством освещенности пространства вокруг. Для онкобольного ребенка естественный свет наиболее благоприятен как фактор, стимулирующий биоритмы. Рекомендовано ориентировать детские палаты на юг и юго-восток. В коридорах окна регламентированы через каждые 2–4 м. Работа со светом является важным этапом при формировании внутреннего пространства. Так, при проектировании маленьких или узких окон комната будет походить на тюрьму, а очень большие окна излишне раскроют пространство и уничтожат ощущение приватности.

3. Навигационная система при проектировании

Единство помещений, их способы связи, закрытость-открытость форм влияют на взаимодействие пациента с архитектурой. Нахождение онкобольного ребенка в РЦ будет проходить намного легче, если пациент будет чувствовать себя комфортно в данном цветовом и навигационном решении. Принципиально важна для психофизического состояния пациента грамотно запроектированная система внутренних связей в здании.

4. Ритм

Ритм в архитектуре отражает конструктивно-технологические и эстетические функции здания. Рукотворный ритм в отличие от природного ограничен во времени и в пространстве. Вертикальный ритм повышает активность, его стоит применять в реабилитационном отделении (спортзал, физиотерапия) и в специализированных и общеобразовательных кабинетах. Ритмичность вызывает чувство завершенности, гармонии и порядка.

5. Геометрия формы

В архитектурном проектировании применяются почти все геометрические фигуры. Форма зависит от внешних условий среды и от функционального назначения здания. Восприятие формы происходит через образ посредством ассоциативной реакции. Например, стремление формы ввысь и воздух над головой ассоциируются со свободой, слишком низкие потолки давят, а чересчур широкие помещения излишне раскрываются во вне. Большое количество острых углов у формы оказывает энергетизирующее воздействие на психику. Пересечение поверхностей образует силуэты и контуры, которые мозг считывает в первую очередь, а затем сопоставляет со знакомыми ассоциативными характеристиками. Например, диагональ олицетворяет движение, причем на-

правление из нижнего левого угла к верхнему правому обладает более побудительной силой.

6. Применение архитектурной экологии

Архитектурная экология отражает социально-экологические потребности людей. Элементы природы придают окружению ощущение жизни: свежий воздух, приглушенный звук, живой и умеренный свет, вода, богатство теней от солнечного цвета, проникающего сквозь деревья. Вид из окна в лечебной палате, направленный на зелень, сокращает послеоперационное время выздоровления.

7. Масштабность в пространстве

Масштабность отражает соразмерность среды по отношению к человеку. Среда может побуждать или противодействовать деятельности человека. Социопетальная среда способствует к сотрудничеству и общению, а социофугальная – противодействует коммуникациям.

Транспарентность среды характеризуется связью внешнего пространства с внутренним. Плотно окрашенные, непрозрачные поверхности склонны подавлять собой окружение, тогда как цветное стекло, светлые стены имеют перед ними явное преимущество [4].

Приемы и способы их применения показаны в таблице.

Таблица

Побуждающие и успокаивающие пространства

	Пространство, чтобы побудить	**Пространство, чтобы успокоить**
Свет	создать при помощи архитектуры игру светотени в коридорах, игровых пространствах, атриумное пространство	Солнечный свет ассоциируется с жизненной силой. В зонировании общеобразовательных и специализированных классов можно применить светопрозрачные конструкции
Навигация	Формы, функции пространства заметны – повышают настроение. В пространстве пациент будет ориентироваться на цветовые пятна, которые будут служить указателем доступных ему зон	Создание тактильной организации среды посредством текстуры стен, света. Для общения – уширение коридоров, для уединения – ниши в коридорах
Ритм	Вертикальные предметы повышают активность, их стоит применять в реабилитационном отделении (спортзал, физиотерапия) и в специализированных и общеобразовательных кабинетах	Горизонтальные предметы вызывают пассивность, их можно применять в стационаре
Форма	Ассиметричный предмет будет стимулировать к взаимодействию с формой. Для помещений временного пребывания людей (библиотека, атриум, коридор)	Симметричные формы вызывают ощущение равновесия, успокаивают при проектировании личных комнат, стационара, кабинетов специалистов
	Округлые формы способствую беседам (в округлом зале – центр влечет – для общей дискуссии, для групповой медитации)	Прямоугольные, квадратные формы дают человеку ощущение защищенности

Окончание табл.

Экология	Растения смягчают жесткость архитектурных форм, привносят в архитектуру сезонные ритмы	Вода расслабляет, можно применить в кабинетах специалистов, в отделении псих. помощи, в стационаре
Масштабность	Малое пространство снижает официальность атмосферы, ощущение угнетенности	Большое пространство подавляет инициативу

Создание лечащей среды в реабилитационном центре необходимо для ускорения времени выздоровления и обеспечения психологической поддержки пациентам. Стремление обеспечить эффективность лечебного процесса сопровождается эстетическим преобразованием пространства посредством: цвета, света, навигации, ритма, формы, экологии и масштаба. В результате работы автором были выделены основные приемы «лечащей среды» и способы их применения в проектируемом реабилитационном центре. Результат закреплен в итоговой таблице.

1. Национальные проекты России. – URL: https://национальныепроекты.рф (дата обращения: 26.10.2021). – Текст : электронный.

2. Гайдук, А. Р. Архитектурные принципы объемно-планировочной организации детских клинико-реабилитационных онкологических центров : специальность 05.23.21 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / А. Р. Гайдук. – ННГАСУ, Нижний Новгород, 2015. – 216 с.

3. Особенности белого цвета в медицине. – URL: mita-lb.com (дата обращения: 30.10.2021). – Текст : электронный.

4. Места, где обитает душа: Архитектура и среда как лечебное средство / перевод с английского В. Л. Глазычева. – Москва : Ладья, 2000. – 280 с.

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВ

А.С. Остов

Научный руководитель ***А.Ю. Вельсовский****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современный этап развития транспортной отрасли характеризуется значительным ростом количества автомобилей. Увеличение интенсивности движения требует увеличения объемов реконструкции и строительства новых автомобильных дорог. При этом вопросы надежности и качества выходят на первый план. Одним из путей их решения является повышение прочностных характеристик земляного полотна.

Главным параметром, определяющим устойчивость земляного полотна, является степень уплотнения грунта. Чем тщательнее уплотнено земляное полотно, тем более высокое сопротивление оказывает оно внешним нагрузкам и тем меньше изменяются его свойства. Необходимость уплотнения насыпного грунта при устройстве насыпи вызвана его разрыхлением при разработке. В результате разрыхления происходит резкое ухудшение строительных свойств грунта: повышается его сжимаемость под нагрузкой, снижается сопротивление сдвигу, повышается водопроницаемость.

Степень уплотнения грунта рабочего слоя определяется величиной коэффициента уплотнения. Согласно СП 34.13330.2021 «Автомобильные дороги», коэффициент уплотнения – отношение фактической плотности сухого грунта (скелета) в конструкции к максимальной плотности того же сухого грунта, определяемой в лаборатории при испытании методом стандартного уплотнения. Известно, что на степень уплотнения грунтов земляного полотна влияют: величина оптимальной влажности, естественная влажность грунта, коэффициент переувлажнения грунта и т.д.

Благодаря современным техническим средствам можно достичь показателя коэффициента уплотнения в диапазоне 1,0–1,1.

В целом изменение энергии системы происходит за счет работы, получаемой извне, т.е. для того чтобы грунт деформировался, необходимо затратить определенную работу дорожных катков. Указанная система также может изменять энергию за счет работы против внешних воздействий, таких как движущиеся автомобили и т.д. Для обратимого деформирования грунта необходимо, чтобы каждому значению внешней нагрузки соответствовала определенная величина плотности грунта.

Коэффициент уплотнения грунта необходимо учитывать при комплексном проектировании дорожной одежды и земляного полотна. Нормы дифференцируют коэффициент в зависимости от вида земляного сооружения, дорожно-климатических зон и технической категории дорог. На сегодняшний день величина требуемого коэффициента уплотнения вирируется в пределах от 0,95 до 1,0 стандартной плотности для разных условий.

Можно ожидать, что земляное полотно будет стабильным и в нем практически будут отсутствовать деформации в случае, если плотность грунта не ниже требуемой. Допустимое отклонение фактического коэффициента уплотнения от требуемого в меньшую сторону – не более чем в 10 контрольных проб и не более чем на 0,04 от абсолютной величины требуемого коэффициента уплотнения. В этом случае можно говорить об удовлетворительном качестве работ. Важно отметить, что при строительстве автомобильных дорог I и II категорий запрещается отклонение фактической плотности от требуемой в меньшую сторону.

Не так давно началось исследование возможности повышения требований к плотности грунта. К примеру, если грунт уплотнить до значения 1,05–

1,10, его расчетный модуль увеличится почти в 1,5–2 раза по сравнению с грунтом, коэффициент уплотнения которого будет равен 1,0; как следствие общая толщина дорожной одежды может уменьшиться на 30–40 %. Поскольку стоимость дорожной одежды составляет 50–70 % общей стоимости строительства автомобильной дороги, а затраты на уплотнение 1,5–2,5 %, то очевидна финансовая рациональность уплотнения грунта выше той плотности, которая указана в действующих нормах. Для достижения таких показателей необходимо увеличить работу дорожных катков тяжелого типа: примерно в 3–5 раз при уплотнении связных грунтов до достижения значения коэффициента уплотнения 1,05 и в 5–8 раз при уплотнении грунта до достижения значения коэффициента уплотнения 1,10. Кроме того, не все дорожные катки по своим техническим характеристикам, прежде всего по величине давления на контакте «уплотняющий рабочий орган машины-грунт» (рис. 1), могут обеспечить уплотнение грунта до необходимой плотности и плотности выше стандартной (штрихованные участки). Применение грунтов повышенной плотности возможно только при сохранении достигнутой плотности грунта в процессе эксплуатации дороги. Разуплотнение грунтов и деформация дорожной одежды возможна в результате процессов увлажнения-высыхания, набухания-усадки, замерзания-оттаивания.

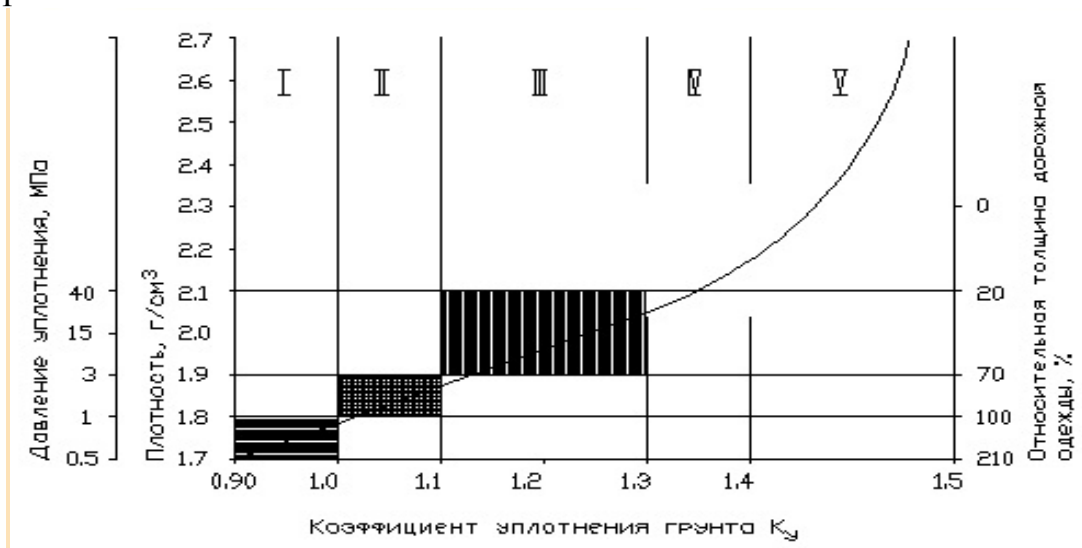


Рис. 1. Зависимость степени уплотнения грунта от требуемого давления на грунт при уплотнении рабочим органом машины и требуемой толщины дорожной одежды

В настоящее время имеется много информации об исследовании процессов водно-теплового режима земляного полотна. Итоги исследования сводятся к одному: уплотнение не препятствует агрессивному воздействию погодно-климатических факторов: промерзания-оттаивания, увлажнения-высушивания, которые изменяют первоначальную структуру уплотненного грунта. Важно, что уплотнение не воздействует на природу грунта и не ликвидирует полностью его реакцию на указанные факторы. Так, невозможно уплотнением полностью подавить морозное пучение грунта, его способность изменять влажность под

влиянием источников увлажнения и испарения и т.д. В связи с этим можно говорить об улучшении определенных свойств. Это обстоятельство приводит к постепенному изменению полученного при уплотнении уровня физико-механических свойств грунта. Они происходят, прежде всего, через изменение плотности и влажности грунта в годовом цикле и из года в год (рис. 2).

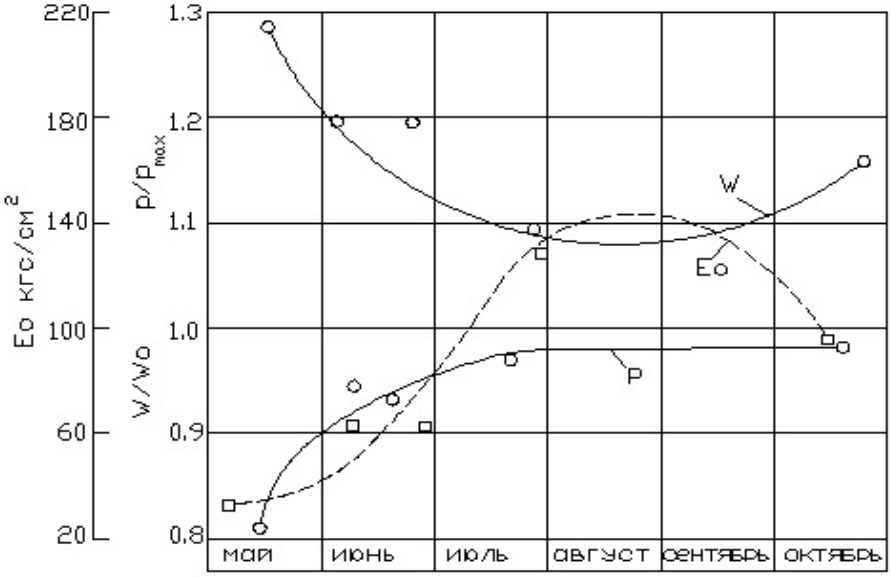


Рис. 2. Изменение влажности (W), плотности и модуля деформации (Eo) грунта в течение года

Применение специальных мероприятий может являться эффективным средством обеспечения стабильности свойств уплотненного грунта, а в определенных случаях компенсировать недостаточное уплотнение (например, при использовании грунтов с повышенной влажностью).

К таким мероприятиям можно отнести:

- применение рулонных синтетических материалов для создания армирующих, дренирующих и защитных прослоек в активной зоне земляного полотна, нижних конструктивных слоях дорожных одежд, на обочинах, в основании насыпей и на откосах, в дренажных устройствах строящихся или ремонтируемых автомобильных дорог общей сети, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, временных автомобильных дорог, подъездных путей;
- отвод воды с обочин и их укрепление;
- устройство верхней части земляного полотна из непучинистых или слабопучинистых грунтов;
- устройство морозозащитных слоев, в том числе из некондиционных песков (песчаных грунтов);
- устройство теплоизоляционных слоев, дренирующих слоев и дренажей мелкого заложения, дренажей для понижения уровня грунтовых вод, армирующих, дренирующих, капилляропрерывающих и гидроизолирующих прослоек;
- улучшение зернового состава грунтов и обработку их вяжущим.

Ответ на вопрос о необходимой плотности грунта рабочего слоя земляного полотна для повышения надежности и экономичности дорожных сооружений является актуальным в настоящее время и требует дальнейшего изучения и совершенствования.

1. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. ОДН 218.046–01. Проектирование нежестких дорожных одежд Минтранс России. – Москва : Информавтодор, 2001. – 145 с.

3. СП 37.13330.2012. Промышленный транспорт. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Казарновский, В. Д. Без соблюдения норм плотности не будет качества / Казарновский В. Д., Мирошкин А. К. // Автомобильные дороги. – 1993. – № 5.

5. Жусталев, Е. В. Некоторые результаты экспериментальных исследований влияния плотности грунта земляного полотна автомобильных дорог в процессе накопления остаточных деформаций / Е. В. Жустарев // Проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог : сборник научных трудов МАДИ-ТУ. – Москва, 1998. – С. 48–49.

6. Самойлова, Л. И. Новые нормы плотности грунтов с учетом их однородности / Л. И. Самойлова // Совершенствование автомобильных дорог и искусственных сооружений на Северо-Западе РСФСР : сборник научных трудов ЛИСИ. – Ленинград, 1987. – С. 102–106.

7. Уплотнение и укладка дорожных материалов (теория и практика) : перевод с английского. – Издание Дорожного учебного комбината и Дорожного комитета Ленинградской области ГПП имени Ивана Федорова, 1994.

8. Кузахметова, Э. К. Основы прогноза осадки высоких насыпей при использовании глинистых грунтов с влажностью выше оптимальной : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Э. К. Кузахметова. – Москва, 1997.

9. Батраков, О. Т. Особенности конструирования и расчета одежд сельскохозяйственных дорог / О. Т. Батраков // Проектирование и строительство сельскохозяйственных дорог : сборник научных трудов МАДИ. – Москва, 1983. – С. 54–56.

10. Ефименко, В. Н. Дорожно-климатическое районирование Кемеровской области / В. Н. Ефименко // Опыт обеспечения эффективности дорожного комплекса Кузбасса : сборник научных трудов. – Томск : Издательство Томского университета, 1997. – С. 62–66.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.Ф. Федосеева
Научный руководитель ***А.В. Антюфеев*** *канд. архитектуры, профессор*
Волгоградский государственный технический университет
г. Волгоград

В настоящее время изучение археологического наследия требует создания новых типов градостроительных объектов – археологических парков, сочетающих в себе различные образовательные и рекреационные функции.

Целью данного исследования является анализ потенциала формирования на территории Нижнего Поволжья археологических парков и обеспечения условий для сохранения и использования в научных, образовательных и туристических целях уникальных археологических объектов [2].

Большинство объектов археологического наследия на территории Нижнего Поволжья представлено курганными погребениями, вместе с тем выявлены и поселенческие памятники (городища и селища), которых насчитывается несколько десятков. На государственной охране в Астраханской области находятся 93 памятника археологии, в Волгоградской области – 1222 объекта, в Республике Калмыкия – 137 объектов [3, 4].

На территории Волгоградской области располагались стоянки древнего человека, селения сарматов и савроматов, а также золотоордынские города. К основным памятникам археологии относятся:

1. Объект культурного наследия федерального значения Сухая Мечетка (Стоянки древнего человека) находится в Тракторозаводском районе города Волгограда.

2. Савроматские погребения.

3. Сарматские курганы.

4. Объект культурного наследия федерального значения «Развалины Сарай-Берке (Новый Сарай)» находится около села Царев Ленинского района Волгоградской области, в 82 км от города Волгограда.

5. г. Бельджамен (золотоордынский город Бельджамена несколько веков находился на территории Водянского городища, расположенного на берегу Волгоградского водохранилища в 2 км к северу от г. Дубовки).

6. Безродное городище на территории парка и 14 микрорайона городского округа – город Волжский Волгоградской области.

В Астраханской области памятником федерального значения является Селитренное городище – крупнейший памятник археологии федерального значения. Также у с. Лапас находится крупный памятник золотоордынской эпохи регионального значения «Комплекс мавзолеев у с. Лапас XIII–XIV вв.» [3].

В Калмыкии все археологические памятники признаны объектами федерального значения. На территории Калмыкии в 2010 году было открыто пер-

вое и пока единственное в Республике средневековое поселение на северном побережье озера Чапаевское, которое получило название Башанта.

Сегодня самым успешным примером использования археологического наследия в культурном туризме на территории Нижнего Поволжья является Селитренное городище. В 2010 году близ территории памятника на возвышении берега ерика Ашулук была создана архитектурно-историческая реконструкция части золотоордынской столицы для фильма «Орда». Декорации древнего города стали туристическим центром фактически всероссийского уровня. После знакомства с подлинным памятником группа переезжает в экспозиционную зону исторической реконструкции города Сарай-Бату, который занимает площадь 2 га.

В Астраханской области разработаны туристические маршруты культурно-познавательного туризма, относящегося к теме Великого Шелкового пути «По следам Золотой Орды», ««Путешествие сквозь время: по следам Великого шелкового пути», большинство из них проходят через культурно-исторический комплекс «Сарай-Бату». Подобные туристические маршруты разработаны и в Республике Калмыкия: «Жизнь кочевников в Калмыкии», «По следам Великого Шелкового пути» (экспедиции Федора Конюхова), «Великий Шелковый путь: диалог Запада и Востока» (на верблюдах) и другие [1].

Анализ состояния археологического наследия в Нижнем Поволжье дал возможность сформулировать следующие выводы:

а) в регионе недостаточно представлено экспонирование археологического наследия;

б) преобладающими профилями музеев являются краеведческие, мемориальные, художественные;

в) под влиянием социально-исторических условий и природно-ландшафтных особенностей территории Нижнего Поволжья древние поселения и стоянки формировались вдоль речных артерий – Волги, Дона, Ахтубы;

г) наибольшее развитие получили объекты экспонирования археологического наследия в Астраханской области;

д) большинство объектов находятся в плохом состоянии и постепенно разрушаются в результате хозяйственной деятельности и естественных процессов.

Исторический анализ материалов археологических изысканий на территории Волгоградской, Астраханской областей и республики Калмыкия выявили огромный потенциал развития на территории Нижнего Поволжья культурного туризма.

Наиболее крупными объектами археологического наследия Нижнего Поволжья являются городища средневекового периода Селитренное, Царевское и Водянское. Эти объекты достаточно хорошо изучены, выявлены их архитектурно-градостроительные особенности, что позволяет предварительно определить городища как опорные центры системы экспонирования [3].

Для актуализации использования богатейшего археологического наследия предлагается создание археологических парков рядом с территорией объектов культурного наследия и включения территории раскопов в туристические маршруты.

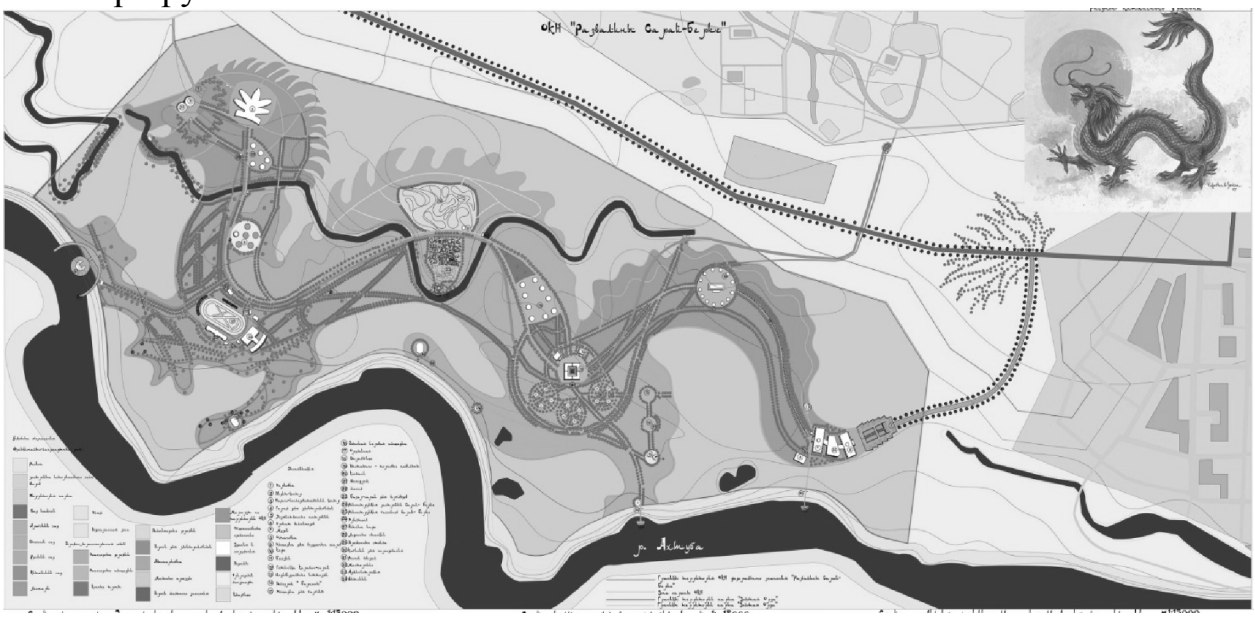


Рис. Проектное предложение археологического парка. Автор Федосеева А.Ф.

Как пример для создания археологического парка был разработан экспериментальный проект археологического парка «Золотая Орда», символизирующий собой образ китайского дракона (рис.) на территории объекта культурного наследия федерального значения «Развалины Сарай-Берке» в Ленинском районе Волгоградской области.

Археопарк позволит не только включить объект археологического наследия в обычную жизнь людей, произвести с населением культурно-просветительскую работу и привлечь в регионы культурно-познавательный туризм, но и в первую очередь сохранить объекты археологического наследия в сохранности и произвести их реконструкцию.

1. Антюфеева, О. А. Архитектурно-пространственная организация экспозиция памятников археологии / О. А. Антюфеева. – Текст : электронный // Архитектон – 2011. – № 2 (34). – URL: http://archvuz.ru/numbers/2011_22/042 (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

2. Федосеева, А. Ф. Особенности формирования археологических парков (на примере Волгоградской области) / А. Ф. Федосеева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 5, Т. 1. – С. 19–23.

3. Федоров-Давыдов, Г. А. Золотоордынские города Поволжья. Керамика. Торговля. Быт. / Г. А. Федоров-Давыдов. – Москва : МГУ, 2001. – 256 с.

4. Об утверждении Списка объектов культурного наследия Республики Калмыкия : Постановление Правительства Республики Калмыкия от 28.04.2012 г. № 122. – URL: http://gov.kalmregion.ru/docs/postanovleniya-pravitelstva-rk/6574~331-28-2011 (дата обращения: 20.11.2021). – Текст : электронный.

Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

М.А. Антонова
Научный руководитель ***А.В. Фаткулина,*** *канд. техн. наук*
Государственный университет по землеустройству
г. Москва

Важным фактором обеспечения безопасности населения и народного хозяйства является своевременный прогноз природных явлений, которые могут стать причиной чрезвычайных ситуаций. Важно изучать опасные природные явления, которые возможны на территории России.

Российская Федерация – необъятная страна, которая простирается на многие тысячи километров и занимает основную часть континента Евразия.

Россия собрала в себе 4 климатических пояса и 9 природных зон, поэтому каждый уголок нашей страны особенный: специфический климат, почва, ландшафты, природа в целом. Но все же существует и обратная сторона медали – в России с ее разнообразными природными условиями встречается около 30 и более опасных природных явлений.

В последние десятилетия катаклизмы стали происходить чаще. Это связано с глобальными изменениями климата и природной среды, со стремительным воздействием человека на ландшафты и экосистемы [2]. Все изменения предопределили увеличение числа масштабов чрезвычайных ситуаций природного характера, материального и морального ущерба среди населения страны и ее хозяйственной инфраструктуры.

Актуальность данной проблемы заключается в сохранении жизнедеятельности населения, которое проживает в опасных районах нашей страны.

Объектом исследования являются опасные природные явления, возможные на территории Российской Федерации.

Предмет исследования – способы предупреждения населения об угрозе жизнедеятельности и предотвращения чрезвычайных ситуаций в данных районах.

Поскольку стихийные бедствия все еще угрожают жизни и деятельности населения в районах с опасными природными явлениями, проблема остается актуальной, так как необходим качественный мониторинг земель новейшими методами и разработками с выявлением процессов, разрушающих здания, сооружения, а также вывода сельскохозяйственных земель из активного оборота.

Цель исследования: выявление территорий с опасными природными явлениями, изучение возникновения таких процессов и способы их предотвра-

щения в целях безопасности жизнедеятельности и рационального природопользования.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1) изучить, какие опасные природные процессы происходят на территории Российской Федерации;

2) выяснить существующие методы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

3) рассмотреть возможные способы предотвращения определенных процессов на примере использования геоинформационных систем и цифровой трансформации Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Методы получения информации: общенаучные (анализ и синтез), абстрактно-логические, монографические и графические.

Многие опасные природные явления тесно связаны между собой. Так, при землетрясении (или вследствие его) могут произойти обвалы грунта, оползни, сели, наводнения и цунами. Ураганы, штормы и смерчи обычно сопровождаются грозами, ливнями и градом. А сильная жара ведет к засухе, понижению уровня грунтовых вод, пожарам, нашествию вредителей сельскохозяйственных растений. Чаще всего режим чрезвычайной ситуации вводится из-за таких природных явлений, как наводнения – 40 %, тайфуны, бури, ураганы, смерчи – 20 %, засухи– 15 %.

В России зоны повышенной сейсмической опасности занимают около 40 % от всей площади, 9 % из которых относятся к 8–9-балльным зонам. По данным МЧС России в зоны возможного риска в результате активизации и возникновения опасных природных процессов могут попасть около 90 млн человек, что составляет около 60 % населения страны. Большую опасность для человека и хозяйства представляет вулканическая активность. В стране насчитывается несколько сотен вулканов, из которых 69 – активно действуют и расположены главным образом в Курило-Камчатской островной дуге [3].

Одними из наиболее распространенных процессов являются оползни – это геологическое явление, представляющее собой массы горных пород, скользящих вниз по склону под собственной тяжестью и сметающих все на своем пути [6]; сели (селевые потоки) – это стремительные русловые потоки, состоящие из смеси воды и обломков горных пород, внезапно возникающие в бассейнах небольших горных рек [5]. На их возникновение влияют разливы рек, подмывающие склоны, смещение почвы от землетрясения, строительство дорог (выемка грунта), вырубка лесов. Скорость схождения оползней увеличивается во время выпадения сильных дождей или при внезапном снеготаянии. В настоящее время из-за антропогенной деятельности частота схождения оползней и обвалов увеличилась в 2–3 раза, особенно в горных районах.

Оползни в Центральной России могут происходить практически повсеместно, где есть уклон более 5-– градусов: это, например, Москва и Московская

область (яркий пример – оползневый склон в районе Воробьевых гор в Москве), Поволжье, Забайкалье и т.д.

Селевые процессы проявляются на 8 % территории страны, развиваются в основном в горных районах – это Северный Кавказ, Камчатка, Северный Урал и Кольский полуостров. Под угрозой селевых поток находятся около 42 городов.

Такой процесс, как наводнение, распространен в основном в южных регионах страны и на Дальнем Востоке. Наводнение – это значительное затопление водой местности в результате подъема уровня воды в реке, вызываемого от резкого возрастания количества воды вследствие таяния снега или ледников, распложенных в ее бассейне, а также в результате выпадения обильных осадков [2]. На территории России ежегодно происходит от 40 до 68 кризисных наводнений, а угроза наводнений существует для более 700 городов, более десятка тысяч населенных пунктов, а также большего количества хозяйственных объектов (в основном находящихся на реке Лене).

Карстовые процессы – это вымывание из подземных горизонтов легкорастворимых горных пород (например, известняка, мела и др.). Часто последствия карста проявляется на земной поверхности в виде провалов или воронок, так как сокращается мощность грунта и расширяются объемы поверхностных и подземных вод.

Участками ослабления считаются карстовые полости, открытые трещины, зоны дробления и другие подземные формы карста. Карст на поверхности и в глубине представляет собой единый взаимосвязанный процесс. С образованием поверхностных карстовых форм, связанных в значительной степени с выщелачиванием и размывом поверхностными водами, в глубине массивов растворимых горных пород наблюдаются различные подземные формы [2].

Карстовые процессы распространены, например, в Нижегородской области, в частности в Нижнем Новгороде: в нагорной части быстро развивается просадка при застройке территории с распространенной породой. Это означает, что здания и сооружения становятся менее устойчивыми. Кроме этого, карстовым процессам подвержена и Москва – вымывание почвы представляют угрозу, например, Ходынке, улице Народного Ополчения, а точнее зданиям и сооружениям, находящимся на этих территориях. Но по большей части данные процессы вызваны антропогенным воздействием: строительство высотных зданий, метрополитена, добыча полезных ископаемых.

Подтопление – опасный геологический процесс, в результате которого изменяются водный режим и баланс территории, происходит увеличение влажности горных пород до значений, превышающих критические, нарушаются необходимые условия для сохранения существующих экосистем и привычного хозяйственного использования территории [4]. Чаще всего подтопления встречаются в Тверской, Смоленской, Московской, Рязанской, Брянской, Воронежской, Тамбовской, Ярославской, Калужской областях.

Как правило, опасные природные явления трудно предсказуемы, как и их масштабы негативных последствий. Жизнь, здоровье человека, его хозяйственная деятельность тесно связаны с происходящими в природе процессами. И как бы не пытаясь рассматривать конкретные опасные природные явления, которые могут угрожать безопасности жизнедеятельности, деятельность человека наравне с деятельностью природы воздействует на возникновение процессов, разрушающих земли и объекты недвижимости.

Для того, чтобы попытаться предотвратить разрушения и угрозу жизни человека, производится мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций.

Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций – это комплекс наблюдений за состоянием окружающей среды с целью контроля ее состояния и охраны, а также опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа возможных причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем [3].

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций может производится с помощью:

1) дистанционного зондирования. Наблюдение происходит наземными, авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры, за поверхностью Земли для определения ее физического состояния;

2) картографического метода – создание цифровой модели рельефа. Цифровая модель местности (ЦМР) – это цифровое представление земной поверхности как непрерывного явления, описывающее ее с определенной точностью [1]. Под ЦМР понимают множество точек с известными геодезическими координатами ($X^Г$,$У^Г$,$Z^Г$) и правильно определенной высоты $Z^Г$ любой другой точки, не входящей в это множество [1].

3) инженерно-геодезических изысканий – комплекса геодезических и топографических работ, состоящих из сбора и анализа имеющихся на районе наблюдения топографо-геодезических материалов прошлых лет; создания планово-высотных съемочных геодезических сетей и топографических съемок в масштабах 1:500–1:10000, включая съемки подземных и наземных сооружений, геодезических работ для изучения опасных геологических процессов.

Предложенные методы позволяют спрогнозировать некоторые природные явления и предупредить население о возможной чрезвычайно ситуации. Кроме этого, с помощью новых технологий возможно учесть природные факторы и тем самым создать безопасные условия для жизнедеятельности человека.

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. – Москва : ФГБОУ ВО ГУЗ, 2016. – С. 295. – Текст : непосредственный.

2. Кузьмин, С. Б/ Опасные природные процессы в Российской Федерации / С.Б. Кузьмин. – Текст: электронный // Проблемы анализа риска. – 2019. – № 2 (16). – URL: https://dex.ru/opasnyye-prirodnyye-processy (дата обращения: 29.10.2021).

3. МЧС России: официальный сайт. – Москва – Обновляется в течение суток. – URL: https://www.mchs.gov.ru/ (дата обращения: 29.10.2021). – Текст : электронный.

4. Разумов, В. В. Переувлажнение и подтопление земель в регионах России / В. В. Разумов, А. Л. Иванов, И. Ю. Савин [и др.]. – Москва : ФГБНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2018. – 279 с. – Текст : непосредственный.

5. Перов, В. Ф. Селеведение : учебное пособие / В. Ф. Перов. – Москва : МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, 2012. – С. 271. – Текст : непосредственный.

6. Статистика оползней. – Текст : электронный // Vawilon : [сайт]. – 2021. – URL: https://vawilon.ru/statistika-opolznej/ (дата обращения: 29.10.2021).

УЧЕТ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРОДЕ

К.К. Ахмединова
Научный руководитель ***М.М. Редина****, д-р. экон. наук, доцент*
Российский университет дружбы народов
г. Москва

Данная работа посвящена изучению взаимосвязи между экологической нагрузкой и стоимостью квадратного метра жилья с учетом внесенных доверительных интервалов. Основные задачи, выполненные автором по ходу исследования:

- дифференциация ареалов, полученная при использовании метода анализа иерархии [1];
- сравнение итоговых значений с внесенной поправкой к изначально полученным результатам.

На основе экспертного мнения был вычислен вес фактора. После попарной оценки факторов выполнено произведение значений их оценки по строкам, а затем из полученного значения был извлечен корень n-ой степени, где n – количество изучаемых факторов. Весомость фактора определялась делением значения, полученного извлечением корня, на сумму этих значений по всем факторам. В результате сумма весомости всех факторов должна была равняться единице. Однако в системах предполагается, что при заданных расчетах, рандомных базовых условиях и заданном характере смены структуры система подвержена случайному внешнему воздействию. Перед автором возникла не-

обходимость решить основную задачу анализа входных данных или найти принцип случайного внешнего воздействия и исключить его. Принципиально на схеме это можно показать так:

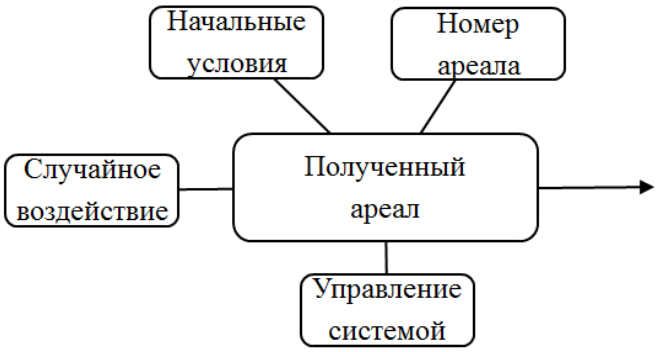


Рис. 1. Влияние случайного воздействия на полученный ареал

Для решения проблемы со случайными величинами можно использовать т.н. «интервал доверия». Принцип вычисления интервала доверия с учетом асимметричности полученных данных основан на значении Мх.

$$Mx = med_{x_i<x<x_j} x(x_i; x_j),$$

где $x(x_i; x_j) = \frac{(x_j - x) - (x - x_i)}{x_j - x_i}$.

Решение уравнения для определения границ «интервала доверия» необходимо для вычленения доли, которая приходится на значения не выше тех, что наблюдаются у нормального (фонового) значения. Применяя данное уточнение для наших значений, мы получим следующее:

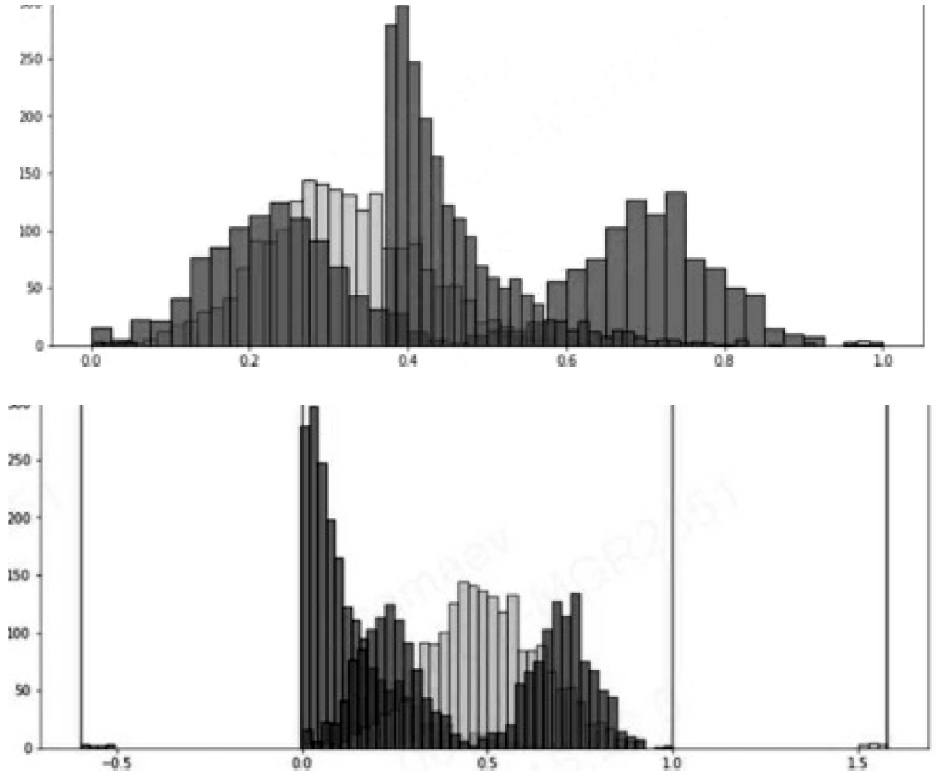


Рис. 2. Итоговые значения ареалов до применения «доверительных интервалов» и после

Использование метода иерархии стохастических систем с применением доверительных интервалов помогло получить нормализованные значения, без учета случайных величин. Данные величины не просто подлежат удалению, а тривиально выносятся за пределы измерения, что благоприятно сказывается на кластеризации ареалов. Заключая, таким образом, точность значений возросла на 18 %.

1. Branko Grünbaum The search for Symmetric Venn Diagrams / Grünbaum Branko // GEOMBINATORICS 8. – 1999. – P. 104–109.
2. Identification of the environmental characteristics of urban areas as a factor of formation of real estate prices / P. Silaeva, K. Akhmedinov., M. Redina, A. Khaustov // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2018. – 18. – P. 727–732.
3. Hubert, M. An Adjusted Boxplot for Skewed Distributions Computational / M. Hubert , E. Vandervieren // Statistics & Data Analysis 52(12) : 5186–5201 (2008).

РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ИЗ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

А.И. Белова
Научный руководитель ***Р.С. Хамитов****, д-р с-х. наук, доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия имени Н.В. Верещагина
г. Вологда

Действующие правила лесовосстановления [3] разъясняют, что лесовосстановление осуществляется естественным, искусственным или комбинированным способом в целях восстановления вырубленных, погибших, поврежденных лесов, а также сохранения полезных функций лесов, их биологического разнообразия.

Целью настоящих исследований является оценка сохранности и роста культур ели, созданных сеянцами с закрытой корневой системой, и их внутривидовая изменчивость.

Объектом исследований являются культуры ели европейской, созданные в Грязовецком районе Вологодской области.

Лесные культуры были созданы в 2014 и 2017 году одно- и двухлетними сеянцами ели европейской с закрытой корневой системой (ЗКС) с улучшенными наследственными свойствами при одинаковой технологии обработки (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика посадок ели европейской в Грязовецком районе Вологодской области

№ п/п	Год создания лесных культур	Состав	Площадь участка, га	Посадочный материал		Исходная густота, тыс. шт/га	Тип леса	Обработка почвы
				вид	возраст, лет			
1	2014	4Е3Ос2Олс1Б	8,6	ЗКС	1	2000	Еки с.	Сплошная, плугом ПЛ-1 с ТДТ-55
2	2017	4Е1Е*1С3Ос1Б +Ив	8,7		2	2042		
3	2017	2Е1Е*5Б1Ив1Олс	14,8		2	2081		
4	2017	4Е5Ив1Б	15,0		2	2081		

** ель естественного происхождения (самосев)*

Почва под лесные культуры была обработана механически сплошным способом. Вспашку почвы производили с помощью плуга лесного двухотвального ПЛ-1, предназначенного для подготовки почвы в виде борозд под лесные культуры на вырубках с дренированными почвами в агрегате с трактором ТДТ-55. Между рядами расстояние составляло 4,5 м (1 п/п); 3,5 м (2 п/п) и 3 м (3–4 п/п). Расстояние между посадочными (посевными) местами по линии ряда составляет 1,4 (2 п/п); 1,6 (3–4 п/п) и 2,1 м (1 п/п). Посадка лесного посадочного материала ели европейской ЗКС с целью создания лесных культур осуществлялась ручным способом посадочной трубой «Pottiputki».

На основании действующих проектов искусственного лесовосстановления, для однократного измерения таксационных параметров лесных культур, производили закладку пробной площади в однородном по условиям местопроизрастания составу и возрасту. Исходя из того, что лесные культуры не достигли возраста перевода в покрытую лесом площадь, размер пробной площади определялся количеством 400 растений основного элемента леса.

По границам пробной площади были установлены столбы, на которых указывался номер квартала, номер выдела, площадь и год закладки. На пробных площадях кроме текущих растений были произведены измерения высоты самосева и подростов ели и сосны, которые учитывались в составе древостоя. Кроме того, были произведены замеры высот лиственных древесных растений на 10 м^2.

В культурах семилетнего возраста в состав насаждения входит четыре единицы ели, а в культурах пятилетнего возраста состав насаждения варьируется от 2 до 4 единиц.

Одним из основных показателей качества является сохранность лесных культур [1]. На временных пробных площадях был произведен сплошной перечет растений, в результате которого установлено, что сохранность лесных культур варьируется от 68 до 98 % (табл. 2).

Таблица 2

Биометрические показатели лесных культур созданных сеянцами с закрытой корневой системой

№ п/п	Возраст лесных культур, лет	Средние		Прирост, см по годам					Сохранность, шт/га, %
		Высота, см	Диаметр, см	2017	2018	2019	2020	2021	
1	7	139±3,2	2,19±0,17	14,1 ± 1,4	17,6± 1,7	20,3± 1,7	26,5± 2,4	32,5± 2,7	1354,2 / 68
2	5	79±1,3	1,42±0,05	8,5± 0,7	11,7± 0,8	15,8± 1,0	25,8± 1,0	24,4± 1,2	1682,6 / 82
3	5	84±1,8	1,32±0,08	6,9± 0,8	11,1± 0,8	14,9± 1,2	23,3± 1,7	27,4± 1,8	1476,3 / 71
4	5	57±1,2	1,04±0,04	3,8± 0,3	7,0± 0,5	9,7± 0,8	17,3± 1,0	18,3± 1,0	2047 / 98

Наибольшая сохранность наблюдается у пятилетних растений на пробной площади № 4 (98 %), а наименьшая у семилетних культур ели на площади № 1 (68 %).

У лесных культур, созданных в 2014 году, высота составляет 139 см, а диаметр 2,19 см. На основании ОСТ 56-98-93 [4] лесные культуры достигли высоты выше 1,2–0,9 м, требующих для перевода в лесные культуры в возрасте 8 лет 1 и 2 уровня качества.

Наибольшая высота лесных культур пятилетнего возраста наблюдается на пробной площади № 3 (H=84 см), а наименьшая на участке № 4 (H=7 см). Значение диаметра растений варьируется от 1,04 до 1,42 см. Наибольшее значение диаметра на пробной площади № 2 (d=1,42 см), а наименьшее на участке № 4 (d =1,04 см).

Из исследуемых значений прироста по годам наибольшее значение наблюдаются в 2021 году, а наименьшее в 2017. О хорошем росте лесных культур свидетельствует их увеличение текущего прироста.

Исследуемые культуры были оценены по степени их жизнеспособности (рис.).

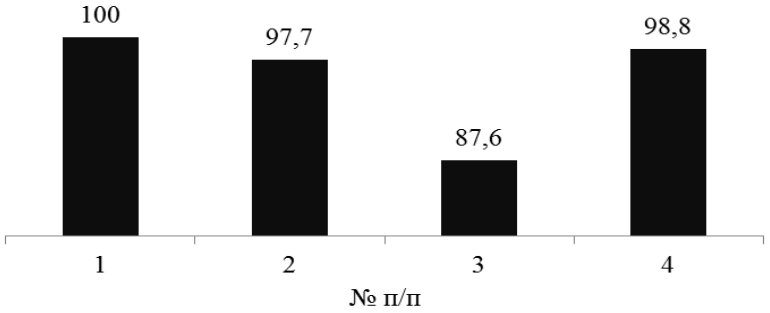


Рис. Количество благонадежных экземпляров, %

Количество благонадежных растений варьируется от 87,6 до 100 %. Наибольшее значение наблюдается у семилетних культур, а наименьшее у пятилетних (табл. 3).

Таблица 3

Изменчивость биометрических показателей лесных культур, созданных сеянцами с закрытой корневой системой (С, %)

№ п/п	Высота, см	Диаметр, см	Изменчивость прироста по календарным годам				
			2017	2018	2019	2020	2021
1	36	37	48	46	41	43	41
2	32	24	53	50	45	26	36
3	34	29	57	37	42	37	34
4	33	20	32	36	42	29	26

Наибольшая вариация по высоте растения отмечается на пробной площади № 1 (С=36 %), а наименьшая на участке № 2 (С=32 %). В целом уровень изменчивости по шкале С.А. Мамаева [2] высокий. На пробной площади № 1 наблюдается наибольшая изменчивость по диаметру лесных культур (С=37 %), а на участке № 2 наименьшая (С=20 %).

Следует отметить, что при наибольшей флуктуации высоты и диаметра растений на пробной площади № 1 отмечается их низкая сохранность (68 %), и наоборот, на пробных площадях № 2, 4 высокая (82 и 98 %).

Наибольшая вариация прироста апикального побега по высоте за 2017 год у растений отмечается на пробной площади № 3 (С=57 %), а наименьшая на участке № 4 (С=32 %). Максимальная изменчивость по приросту за 2018 год у лесных культур на пробной площади № 2 (С=50 %), а минимальная на участке № 4 (С=36 %). Наибольшая изменчивость прироста за 2019 года также на втором участке (С=45 %), а наименьшая – на первом (С=41 %). Напротив, в 2020 году максимальная величина этого показателя характерна для пробной площади № 1 (С=43 %), а минимальная на участке № 2 (С=26 %). Изменчивость прироста за 2021 год лесных культур наибольшая отмечается на пробной площади № 1 (С=41 %), а наименьшая на участке № 4 (С=26 %). Вариация интенсивности прироста свидетельствует о значительном влиянии

проводимых рубок осветления, а также об успешной адаптации высаженных растений на лесокультурной площади.

Таким образом, исследуемые культуры ели, созданные сеянцами с закрытой корневой системой, отличаются интенсивным ростом и хорошей сохранностью, что предопределяет эффективность использования данной технологии. Данные исследования позволяют рекомендовать активизировать переход лесовосстановления на технологию создания культур ели с ЗКС.

1. ГОСТ 17559-82. Лесные культуры. Термины и определения = Forest plantations. Terms and definitions: государственный стандарт союза ССР : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29 апреля 1982 г. N 1749 : введен впервые : дата введения 1983-07-01/ разработан Государственным комитетом СССР по лесному хозяйству. – Москва : Издательство стандартов, 1982. – 10 с. – Текст : непосредственный.

2. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. (На примере семейства Pinaceae на Урале) / С. А. Мамаев. – Москва : Наука, 1972. – 284 с. – Текст : непосредственный.

3. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: официальное издание : утвержден Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04 декабря 2020 г. N 1219 : введены в действие 01.01.21. – Москва : Собрание законодательства Российской Федерации, 2020. – 18 с. – Текст : непосредственный.

4. ОСТ 56-98-93. Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 10 декабря 1993 г. N 327 : введен впервые : дата введения 1994-04-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ). – Москва : Издательство стандартов, 1993. – 23 с. – Текст : непосредственный.

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ДРЕВЕСНЫХ ЭДИФИКАТОРОВ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК ГОМЕОСТАЗА СРЕДЫ

А.А. Гайворонская
Научный руководитель ***Л.Н. Анищенко****, д-р с.-х. наук, профессор*
Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского
г. Брянск

Актуальным направлением при организации наблюдений за лесными сообществами считается «эколого-биологическое», отвечающее требованиям международной программы по сохранению и восстановлению ценных сообществ. Важен также и процесс организации лесного мониторинга в лесах, не затронутых деятельностью человека, на староосвоенных территориях. Это направление исследований не противоречит систематическим наблюдениям лесных ведомств, а дополняет их, выводя полученные результаты на международный уровень программ, рекомендованных ООН, усиливает связи с западноевропейскими учеными, проводящими тотальную инвентаризацию небольших участков лесов, сохранившихся при длительном окультуривании ландшафтов и урбанизации.

Цель работы – выявить и изучить показатели индикаторных видов и ценозов лесов в условиях Брянской области для создания базы лесного мониторинга биолого-экологических показателей гомеостаза.

Задачи: 1) предложить комплексную оценку мониторинговых показателей в свете сравнительного анализа лесов различных типов; 2) выяснить устойчивость лесных сообществ по наличию элементов биоразнообразия, их структурных, композиционных, функциональных показателей; 3) оценить состояние биоразнобразия лесных сообществ.

Объект исследований – виды и сообщества лесов различных групп, составляющие индикаторную группу признаков для лесного мониторинга.

Методы исследований: анализ информационных источников, натурный (метод маршрутного учета) и камеральные экологические и биологические методы, метод анализа структуры ценозов, геоботанический, метод эколого-флористической классификации сообществ; методы статистической обработки.

Все накопленные сведения будут использованы для дополнения банка показателей региональных индикаторов в свете геоэкологического мониторинга урбанизированных территорий и агрокомплексов. Предложены дополнения в материалы по ведению Зеленой книги Брянской области на основе элементов геоботанической характеристики сообществ.

Освещенные в работе данные – новые материалы по кадастровому учету показателей лесных сообществ на особо охраняемых территориях, обоснование критериев «коренных лесов», позволяющих вести лесной мониторинг в свете международных программ и критериев.

В памятнике природы «Добрунские склоны», который находится в окружении агроценозов и прилегающих к коренному берегу р. Десны, практически отсутствует буферная зона, следовательно, возобновление коренной лесообразующей породы – дуба черешчатого – затруднено, а лесоустроительные работы с удалением старовозрастных деревьев отражаются на лесовозобновлении.

Большую площадь занимают сообщества ассоциации липо-дубняк пролесниково-снытевый, они характеризуются общей сомкнутостью крон 0,75, имеют два подъяруса, сомкнутость 0,2; покрытие травяного яруса – 55 %, почти абсолютно нет мохово-лишайникового яруса. Демографический и онтогенетический спектр ценозообразователей показал, что возрастной спектр ценопопуляций дуба черешчатого является разорванным, полночленным. На долю ювенильных особей приходится от 72 до 80 % всех экземпляров, следовательно, возрастная кривая левосторонняя. Виргинильная и генеративная группы 11,5 %. В общей сложности возобновление дуба значительно немногочисленно – 980 ос/га. Самовозобновление происходит слабо, особи обладают средней жизненностью.

Для сопутствующей дубу липы сердцелистной характерен, в производных коренных лесах, другой возрастной спектр: правосторонняя кривая, возрастной спектр полночленен, по причине того, что отмечены все возрастные состояния, редко встречаются особи сенильного и ювенильного состояния. В итоге в сообществе образуются условия, которые благоприятны для возобновления данного полифильного вида. Тип популяции древесного вида характеризуется как нормальный. Абсолютный максимум в имматурной и виргинильной возрастной группе, это говорит об устойчивом самоподдержании. Следовательно, по состоянию древесных видов эдификаторов возможно заключить о поэтапной смене экологических условий, начинающийся в самих сообществах, что является свидетельством небыстрых сукцессионных процессов.

Фитоценозы липо-дубняка волосистоосокового: сомкнутость крон 0,75, два подъяруса, общая сомкнутость 0,2, необильный травяной ярус с общим проективным покрытием 50 %.

Кривая возрастного спектра дуба черешчатого характеризует по набору онтогенетических состояний неполночленную ценопопуляцию, он разорванный. Доминирует в возрастном спектре молодая (ювенильная, имматурная – 21,5 %) группа особей, а также старая (генеративная, сенильная – 75,2 %). Виргинильных и генеративных молодых особей нет. Сильно неудовлетворительным является возобновление дуба – всего 115 ос/га. График онтогенетических спектров является правосторонним. Ценопопуляция стареющая (регрессивная), а также обладает низкой устойчивостью.

Возрастной спектр липы индицирует инвазионный тип ценопопуляции, по причине того что в нее входят только имматурные особи. Состояние имеет зависимость лишь от приноса семян из соседней ценопопуляции и от возоб-

новления из торчков, а также пневой поросли. Имеет крайне неустойчивое состояние, возобновление – 120 ос/га.

Возрастной спектр ценопопуляции клена левосторонний, инвазионный. Абсолютный максимум у имматурной группы (85,9 %). График возрастного спектра правосторонний, возобновление клена платанолистного – 110 ос/га.

Наиболее распространены сообщества ассоциации липо-дубняк звездчатково-волосистоосоковый. Общая характеристика древесного яруса: сомкнутость крон 0,55, два подъяруса, общая сомкнутость 0,2, травяной ярус состоит из разнотравья с общим проективным покрытием 85 %. Возобновление дуба хорошее, ценопопуляция эдификатора нормальная. По возрастному спектру и графику наблюдаем, что присутствуют все возрастные состояния, редко встречаются ювенильные, не имеются сенильные особи. В других возрастных состояниях (имматурное, виргинильное, генеративное) число особей расположено относительно равномерно. Состояние устойчивое, возобновление дуба черешчатого составляет – 1100 ос/га.

Ценопопуляция липы нормального типа: график возрастного спектра левосторонний, но в ней более 90 % всех особей это растения имматурного возрастного состояния. Состояние устойчивое, возобновление эдификатора – 1200 ос/га.

Ценопопуляция клена инвазионного типа – в ней присутствуют лишь имматурные (75 %) и виргинильные (25 %) особи. Состояние очень неустойчивое, возобновление – 250 ос/га.

Пример производных дубовых лесов, который характеризует серьезную перестройку сообществ – липо-березняк волосистоосоковый. Сомкнутость крон – 0,65, имеет два подъяруса, с хорошо выраженым подлеском с сомкнутостью 0,45, травяной покров сформирован средне с общим проективным покрытием в 40 %.

Ценопопуляции дуба в сообществе: неполночленная возрастная с левосторонним спектром, число особей по возбновлению 98 ос/га – это является неудовлетворительной ситуацией. Возрастной спектр и кривая описывают неполночленную структуру.

В ценопопуляции данной древесной породы больше всего молодых генеративных и виргинильных особей (по 33,3 % каждая возрастная группа). Остальную часть возрастного спектра составляют имматурные растения (33,4 %). Однако в генеративной возрастной группе половина особей имеет пониженную жизненность, а в виргинильной – 50 % растений имеют низкую жизненность. В имматурной возрастной группе также соотношение особей с пониженной и нормальной жизненностью – 1:1. Состояние достаточно устойчивое.

Возобновление липы можно считать удовлетворительным – 2300 экз/га. Ценопопуляция липы близка к нормальному типу, однако в большинстве возрастных групп более половины особей имеют пониженную жизненность. Состояние устойчивое.

Возобновление клена, как и в других фитоценозах памятника природы Добрунские склоны, довольно многочисленное – 7000 экз/га. Возрастной спектр ценопопуляции этой древесной породы также имеет левосторонний характер – преобладают имматурные особи (87,5 %), имеются виргильные (11,8 %) и ювенильные (0,7 %) растения, тогда как генеративных и сенильных экземпляров нет, что характеризует инвазионный тип ценопопуляции. Состояние неустойчиво, так как для его поддержания необходим занос семян из других ценопопуляций.

Возрастные спектры ценопопуляций мелколиственных пород – березы и осины – явно неполночленные. В ценопопуляции березы – только генеративные (75 %) и ювенильные (25 %) особи. Вероятно, из-за дефицита света под пологом леса всходы березы в массе отмирают. Ценопопуляции осины на 100 % состоят из средневозрастных генеративных особей. Возобновление осины отсутствует.

Анализ возрастной структуры деревьев-эдификаторов в настоящее время показал, что все биогеоценозы леса претерпели значительные изменения в связи с сукцессионными сменами, от термофильных дубовых лесов остались немногочисленные представители травяного яруса, а также виды древесных эдификаторов. Так как дубов старше 150 лет не обнаружено, лесные сообщества находятся в предклаймаксовом состоянии, вызванном антропогенными факторами, а также «островным» характером самого памятника природы Добрунские склоны. Все биогеоценозы леса и изменения в них не приводят к формированию устойчивого разновозрастного лесного сообщества, так как санитарное обустройство леса приводит к резкому изменению светового режима в нем, а также искусственному формированию условий, способствующих возобновлению мелколиственных видов, которые уменьшают экониш дуба черешчатого. Таким образом, полидоминантные леса с дубом замещаются на олигодоминантные производные липо-дубовые леса, липо-клено-дубовые леса, липо-ясеневые или березняково-ясеневые сообщества. Эти некоренные биогеоценозы леса способны к существованию гораздо более длительное время, чем дубовые леса. Таким образом, возрастные спектры древесных эдификаторов служат индикаторными характеристиками сукцессионых смен в лесном сообществе.

1. Чистякова, А. А. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники / А. А. Чистякова. – Москва : Промет., 1989. – С. 52–55. – Текст : непосредственный.

2. Сукачев, В. Н. О некоторых основных вопросах фитоценологии / В. Н. Сукачев // Проблемы ботаники. – Москва, 1950. – С. 449–464. – Текст : непосредственный.

3. Корчагин, А. А. Использование растительных сообществ как индикаторов среды / А. А. Корчагин. – Ленинград : Наука, 1971. – С. 7–15. – Текст : непосредственный.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОПЛИВА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

А.В. Горюнова, В.С. Царева
Научный руководитель ***В.И. Прусова****, канд. экон. наук, доцент*
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
г. Москва

В настоящее время проблема экологии и нагрузки на окружающую среду стоит как никогда остро. Во главе списка основных загрязнителей атмосферы стоит автомобильный транспорт. Каждый день большая часть жителей планеты использует автомобили, чтобы добраться до работы, дома, университета, даже не задумываясь о том, какой вред они наносят.

Человечество встало на путь решения таких проблем экологии. Одним из вариантов этого решения является создание альтернативных видов топлива. Сегодня наибольшую популярность имеют автотранспортные средства, работающие на электричестве. По данным на октябрь 2021 года в Москве насчитывается примерно 800 электробусов, которые частично заменили троллейбусы и автобусы с двигателем внутреннего сгорания. Стоит отметить, что с каждым годом наблюдается тенденция на увеличение количества электробусов до того момента, пока весь наземный городской общественный транспорт Москвы не будет использовать в качестве источника питания аккумуляторные батареи. Несмотря на то, что электробусы существенно сокращают количество выбросов в атмосферу, у них также есть свои недостатки:

- высокая стоимость – в настоящее время для того, чтобы произвести один электробус, необходимо потратить от 30 до 56 млн рублей;
- чувствительность к низким температурам, что в России является не редкостью. В случаях, когда температура на улице меньше -5 градусов по Цельсию, электробусы выходят из строя, а для их полноценной работы используют вспомогательные дизельные подогреватели системы отопления;
- недолговечность аккумуляторов;
- отсутствие действующей технологии по утилизации батарей.

Также, говоря об автотранспортных средствах, работающих на электричестве, нельзя не упомянуть электромобили. Согласно статистике, на начало 2021 года доля электромобилей от общего числа автомобилей составила 0,7 % [1]. Если мы говорим про Россию, то данный вид автомобилей не пользуется большой популярностью из-за плохо развитой сети зарядных станций, однако ситуация в мире складывается иначе. Данные аналитической компании Canalys [2] дают следующую информацию.

В Китае количество электромобилей наибольшее в мире, а именно их примерно 1,8 млн, несмотря на это на 1000 жителей страны приходится лишь

1,26 электромобилей. Сеть зарядных станций насчитывает около 111000 пунктов зарядки, расположенных по всей обширной территории страны.

Норвегия также выделяется как страна с наибольшим количеством электромобилей, их примерно 55 штук на 1000 жителей. Стратегия отказа от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания к 2025 году объясняет популярность электромобилей. Для продвижения этой политики автомобили с батарейным питанием освобождены от высоких ставок налога на импорт и НДС. Более того, владельцы электромобилей освобождены от необходимости оплаты проезда по платным дорогам и парковок. Также они могут использовать полосу для движения общественного транспорта.

В Японии преобладают автомобили, совмещающие в себе два источника энергии – горючие нефтепродукты и электричество. Так как Япония долгое время занимала лидирующую позицию по производству гибридных автомобилей, то и парк автомобилей данного вида довольно обширный и насчитывает 9 млн, что в процентном соотношении составляет 20 %.

В настоящее время во Франции на 1000 жителей приходится 8,4 электромобиля. Стоит отметить, что за последний год продажи как электромобилей, так и гибридных автомобилей составили 1/5 часть от продажи всех легковых автомобилей во Франции и возросли в 3 раза. Это обусловлено политикой правительства страны, которая направлена на увеличение государственных дотаций на покупку экологически чистых автомобилей и «гибридов» и усиление программы утилизации старых машин.

На сегодняшний день количество электромобилей в Германии превысило 1 млн, более половины занимают чисто электрические транспортные средства, а оставшаяся часть приходится на гибриды и автомобили на топливных элементах. В связи с поставленными целями Евросоюза о борьбе с изменениями климата, к 2030 году планируется вывести на дороги страны более 14 млн автомобилей такого вида. Покупателям выплачивают премии от государства от 5625 до 9000 евро, а в зависимости от приобретаемого автомобиля покупатели также имеют льготы, которые выражены в освобождении от уплаты транспортного налога в течении 10 лет с момента регистрации. В настоящее время доля немецких производителей электромобилей достигла 17 % от мирового производства таких автомобилей.

Соединенные Штаты Америки – это родина компании Tesla, которая является лидирующим производителем электромобилей в мире, но стоит отметить, что сейчас на рынке появляется все больше компаний-производителей электромобилей, включая китайские и немецкие фирмы, которые могут составить конкуренцию Tesla.

Можно сделать вывод, что отрасль электромобилей имеет огромный потенциал, хоть и находится в своем зарождении. Одновременно с этим она уже довольно конкурентная и имеет большое количество «игроков». Для наглядного представления о популярности электромобилей и гибридных автомоби-

лей, обратимся к графику, из которого видно, какой процент от продаж автомобилей в 2020 году занимали продажи рассмотренных видов транспорта (рис.).

Согласно анализу фирмы McKinsey&Co [3], уже к 2024 году миру будет представлено более 600 новых моделей электромобилей, лидерами в производстве будут немецкие компании. К 2030 году на дорогах всего мира будет ездить около 125 млн электрокаров и минимум 30 % всех транспортных средств будут электрическими.

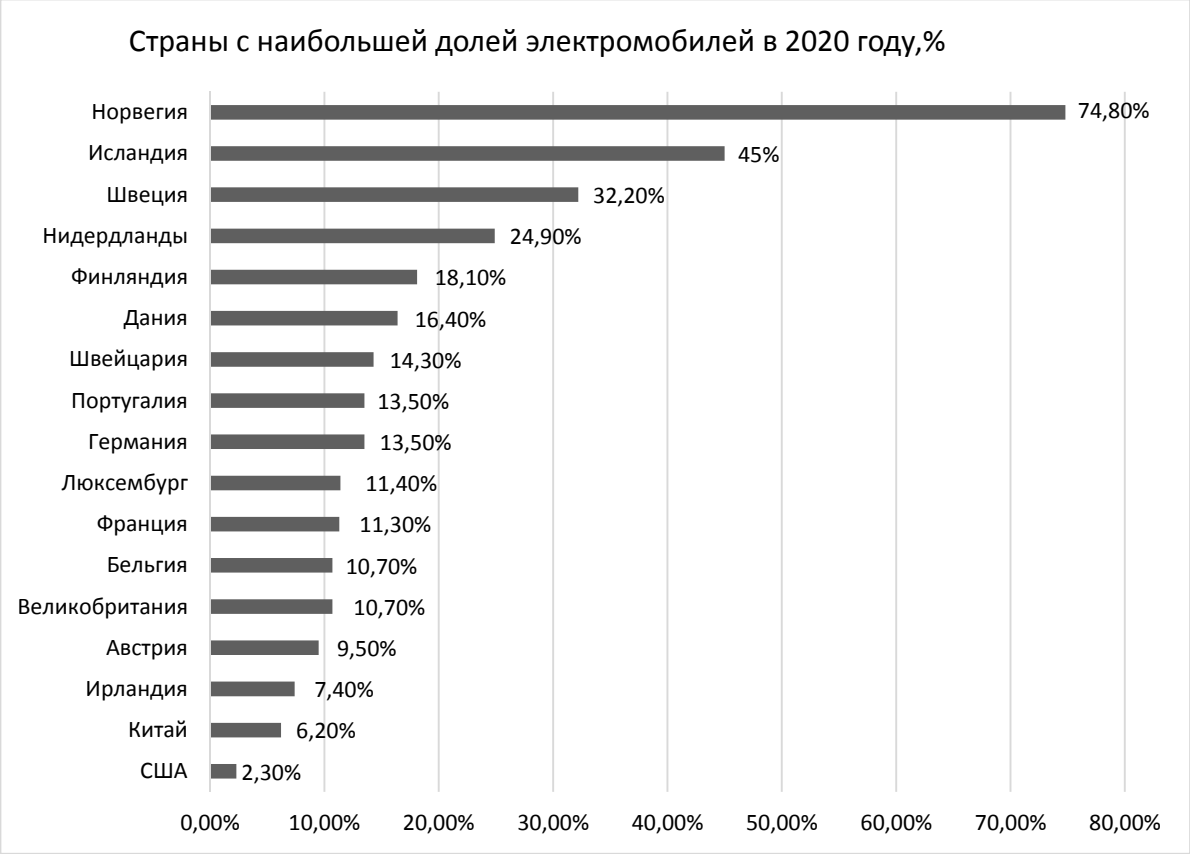


Рис. Страны с наибольшей долей электромобилей в 2020 году, %

Существуют также автомобили на природном газе, в качестве топлива используют либо метан, либо биометан. За последние 5 лет в России продажи автотранспортных средств на газе увеличились в 5 раз. В наибольшей степень автомобили с газовым топливом сконцентрированы на Северном Кавказе. От общего объема автомобилей в России такой вид транспортных средств занимает 2,6 %. Правительство предоставляет ряд государственных субсидий, а именно оплата 60 % расходов при переводе автомобилей с бензина на газ, но даже эти меры не способствовали уменьшению количества автотранспортных средств с двигателями внутреннего сгорания.

Россия обладает крупнейшими запасами природного газа, но даже не входит в десятку стран-лидеров по использованию газа в качестве вида топлива. На рынке сложилось негативное отношение к автомобилям на газе, что

связано с недостаточно развитой инфраструктурой, высокой конкуренцией с гибридными автомобилями и трудностью процесса установки баллонов. Кроме того, у автомобиля на газе средний пробег составляет 400–500 км, что значительно уступает автомобилям с двигателем внутреннего сгорания.

Природный газ является одним из самых экологичных видов топлива, выхлопы содержат на 25 % меньше углекислого газа и на 75 % угарного газа. Преимуществом является его низкая цена, но при этом есть и существенные недостатки:

- мощность автомобиля падает примерно на 20 %;
- повышенный износ двигателя;
- высокая стоимость газобаллонного оборудования;
- неразвитая сеть заправок.

Несмотря на опасения людей об уровне безопасности автомобиля на газовом топливе, он является не опаснее, чем автомобили с двигателем внутреннего сгорания.

Стоит также отметить, что мировыми лидерами по количеству автомобилей на природном газе являются:

- Иран – 3,3 млн автомобилей;
- Пакистан – 3,1 млн;
- Аргентина – 2,17 млн;
- Бразилия – 1,73 млн;
- Индия – 1,5 млн автомобилей.

Транспорт играет важнейшую роль, объединяя в единую систему хозяйственную деятельность всех важнейших сфер. Развитая транспортная сеть обеспечивает обществу социальные блага, но ее функционирование оказывает отрицательное влияние на окружающую среду. Автомобильный транспорт наносит наибольший ущерб всему живому и неживому, загрязняя воздух токсичными компонентами.

Анализируя вышеперечисленное очевидно, что ни человечество, ни в частности Россия, не готовы к резкому отказу от автомобилей ДВС в пользу электромобилей. В то же время первые шаги к широкому внедрению электромобилей в повседневную жизнь уже сделаны. Точка невозврата пройдена, и с каждым годом на дорогах будет появляться все больше и больше автомобилей на электричестве. И судя по вниманию правительства к этой отрасли, Россия не будет в числе отстающих стран. Утвержденная в России Стратегия развития транспорта в Российской Федерации до 2030 года уделяет большое внимание развитию городского транспорта и транспортной инфраструктуры. Не остался без внимания и вопрос экологичности транспорта.

1. Трескова, Ю. В. Электромобили и экология. Перспективы использования электромобилей / Ю. В. Трескова. – Текст : электронный // Молодой

ученый. – 2016. – № 12 (116). – С. 563–565. – URL: https://moluch.ru/archive/116/31697/ (дата обращения: 25.10.2021).

2. Перспективы электромобилей. – Текст : электронный // canalys [сайт]. – 2021. – URL: https://canalys.com/resources?id=evreport (дата обращения: 25.10.2021).

3. Развитие отрасли электромобилей к 2024 году. – Текст : электронный // McKinsey&Company [сайт]. – 2021. – URL: https://www.mckinsey.com/ru/our-insights/building-an-efficient-transportation-system-five-takeaways-from-a-mckinsey-study-covering-25-cities-around-the-world (дата обращения: 25.10.2021).

ВЛИЯНИЕ РТУТИ НА ПОЧКИ ЛЮДЕЙ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

М.А. Гусева
Научный руководитель ***В.Т. Комов****, д-р биол. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Воздействие ртути (Hg) на человека происходит в результате потребления метилртути (MeHg), которая содержится в продуктах питания, в частности морепродуктах. Исследование, проведенное в Японии, показало, что неорганическая ртуть была сосредоточена в почках [2]. Одной из форм осложнения отравления ртутью может явиться острая почечная недостаточность [1]. В России такое влияние ртути на организм человека мало изучено, поэтому данная работа очень актуальна. Результаты данного исследования в дальнейшем помогут предотвратить/уменьшить влияние ртути на организм.

Объект исследования – человек, предмет исследования – кровь и волосы человека.

Цель исследования: определить связи между содержанием ртути в волосах и содержанием мочевины, креатинина в крови людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями, проживающих в Вологодской области.

В исследовании принял участие 501 доброволец. В соответствии с квартилями все исследуемые были разделены на 4 группы по содержанию ртути в волосах: 1 – 0–0,209 мг/кг, 2 – 0,21–0,45 мг/кг, 3 – 0,451–0,843 мг/кг, 4 – 0,844 и более мг/кг. По возрасту разделили на группы следующим образом: 1 группа – 40–58 лет, 2 группа – 59–67 лет, 3 группа – 68–79 лет, 4 группа – 80 и более лет. По установленному диагнозу в медицинских учреждениях выделили пять групп заболеваний: 1 – инфаркт миокарда, 2 – острый коронарный синдром (ОКС), 3 – острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), 4 – нестабильная стенокардия (НСК), 5 – гипертоническая болезнь (ГБ), атриовентри-

кулярная блокада (АВ-блокада), тромбоэмболия легочных артерий (ТЭЛА), нарушение ритма. Также испытуемых разделили на три группы по месту жительства: в первую группу вошли люди, постоянно проживающие на территории города Череповца; во вторую – проживающие на территории Череповецкого района, третью – проживавшие на территории Вологодской области.

Во всей выборке среднее содержание ртути в волосах женщин составляет 0,591±0,68 мг/кг, мужчин 0,701±0,785 мг/кг. Максимальное содержание ртути в волосах у женщин составило 4,846 мг/кг, у мужчин 4,549 мг/кг. Результаты анализа содержания ртути в волосах мужчин и женщин по возрасту, месту проживания, заболеванию представлены в таблице.

В процессе исследования во всей выборке была установлена прямая зависимость содержания ртути в волосах от количества употребленной рыбы в месяц как у женщин (n= 278, r_p = 0,451, p < 0,000), так и у мужчины (n= 171, r_p = 0,307, p < 0,000).

Таблица

Сравнительная характеристика данных концентрации ртути в волосах у женщин и мужчин Вологодской области

Показатель	Женщины	Мужчины
Общая	0,591±0,680	0,701±0,785
Возраст:		
1 гр.	0,601±0,640[ab]	0,781±0,939[ab]
2 гр.	0,728±0,852[a,*]	0,996±0,980[a,*]
3 гр.	0,548±0,593[ab]	0,566±0,556[bc]
4 гр.	0,483±0,602[b]	0,446±0,364[c]
Содержание ртути:		
1 гр.	0,107±0,0584[a]	0,12±0,067[a]
2 гр.	0,303±0,053[b]	0,309±0,074[a]
3 гр.	0,512±0,082[c,*]	0,643±0,116[b,*]
4 гр.	1,448±0,885[d,*]	1,73±0,945[c,*]
Заболевание:		
Инфаркт миокарда	0,479±0,485*[,a]	0,729±0,870[a,*]
ОКС	0,706±0,953[a]	0,620±0,669[a]
ОНМК	0,687±0,656[a]	0,589±0,322[a]
НСК	0,622±0,942[a]	0,820±1,002[a]
ГБ, АВ-блокада и др.	0,634±0,683[a]	0,691±0,689[a]
Место жительства:		
г. Череповец	0,573±0,656[a]	0,603±0,667[a]
Череповецкий р-н	0,705±0,957[a]	0,992±0,962[ab]
Другие р-ны	0,627±0,514[a]	1,278±1,236[ab]

Примечание. Приведены средние значения и их ошибки (x ± mx); a, b – значения с разными буквенными надстрочными индексами достоверно различаются по показателям между группами накопления ртути в волосах, при уровне значимости p ≤ 0,05 (Kruskal-Wallis);

** обозначены статистически значимые гендерные различия между показателями (p < 0,05).*

Среднее содержание мочевины в крови у женщин составляет 7,533± 6,579 ммоль/л, креатинина 102,612±58,413 мкмоль/л; у мужчин мочевина – 8,523±8,633 ммоль/л, креатинин – 126,813±78,135 мкмоль/л. У мужчин концентрация креатинина в крови статистически выше, чем у женщин.

У женщин установлена значимая корреляционная связь концентрации мочевины и креатинина от количества ртути в волосах – мочевина: R_S =-0,137, p≤0,019; креатинин: R_S=-0,168, p≤0,004. У мужчин такой зависимости не обнаружено.

Установлена значимая корреляционная связь у женщин между концентрацией мочевины (R_S =-0,137, p≤0,019) и креатинина (R_S =-0,168, p≤0,004) в крови от содержания ртути в волосах, в то время как у мужчин такая зависимость не прослеживается (рис.).

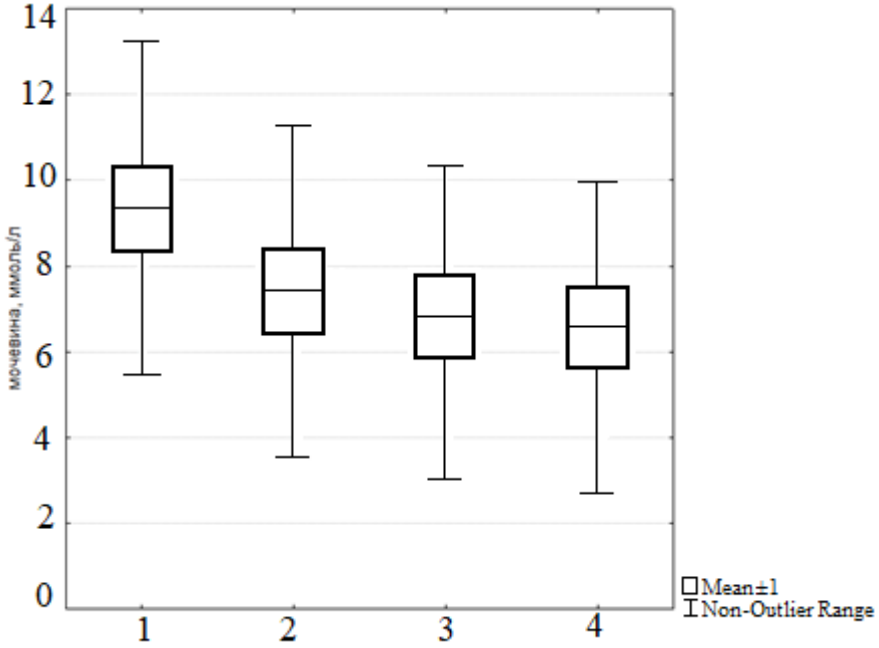


Рис. Среднее содержание мочевины в крови женщин в зависимости от концентрации ртути в волосах: 1 – 0–0,209 мг/кг, 2 – 0,21–0,45 мг/кг, 3 – 0,451–0,843 мг/кг, 4 – 0,844 и более мг/кг

Отмечена зависимость между концентрацией мочевины и креатинина в крови у женщин и мужчин – Rs = 0,58–0,65, при p≤0,000.

Таким образом, при употреблении большого количества рыбы повышается содержание ртути в волосах людей. Ртуть накапливается в почках, тем самым изменяя ее функциональную работу.

1. Berlin, M. Mercury / M. Berlin, R. K. Zalups, B. A. Fowler. – Text : direct // Handbook on the Toxicology of Metals / G. F. Nordberg, B. A. Fowler, M. Nordberg, L. T. Friberg, Eds. – New York : Elsevier, 2007.

2. Mercury concentration in organs of contemporary Japanese / N. Matsuo, T. Suzuki, H. Akagi. – Text : direct // Archives of Environmental Health. – 1989. – № 5. – P. 298–303.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Дурягина
Научные руководители: ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент,*
О.Б. Кузнецова*, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Известно, что на процессы гумусообразования и состояние почв оказывают влияние множество факторов, например климатические условия, рельеф местности, состав материнской породы, видовой состав организмов и антропогенные факторы. Роль многих валовых элементов, таких как азот, углерод, фосфор, в процессах почвообразования изучена, однако до конца не исследована роль тяжелых металлов в процессах гумусообразования.

Плодородие почв определяется органическими фракциями, которые представлены липидами, углеводами, гумусовыми кислотами – гуминовыми и фульвокислотами. Гуминовые кислоты, взаимодействуя с органическими и неорганическими компонентами, образуют органоминеральные комплексы [1].

Патентный поиск свидетельствует, что тяжелые металлы, относящиеся к токсичным элементам, таким как железо, марганец и ртуть, также участвуют в процессах гумусообразования и в зависимости от концентрации, влажности, химического состава могут быть как катализаторами, так и ингибиторами процессов трансформации веществ при почвообразовании [2].

Железо, ртуть и марганец присутствуют в почве как в свободном, так и в связанном состояниях, причем концентрации свободных форм зависят от антропогенных загрязнений. Связанные формы поступают в плодородные слои почвы из материнской горной породы, а также в меньших количествах при разложении остатков растений, которые способны аккумулировать тяжелые металлы.

При антропогенном загрязнении примеси тяжелых металлов в почвах находятся в несвязанном состоянии и могут быть определены при физико-химическом анализе водной вытяжки почвы. В органоминеральных комплексах тяжелые металлы определяются только в зольном остатке гумусовых фракций. Зная соотношения между связанными и свободными формами, можно установить степень антропогенного загрязнения.

Цель работы: по соотношению между связанными и свободными формами марганца и железа определить степень антропогенного воздействия на почвы, находящиеся в разных районах Вологодской области.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Определить долю органической фракции в образцах почв, взятых из разных районов Вологодской области (Устюженского, Бабаевского, Череповецкого и Вологодского).

2. Проанализировать пробы на содержание свободных и связанных форм железа и марганца, а также определить наличие в образцах ртути.

3. Установить соотношения между свободным и антропогенным загрязнением и сделать вывод о степени антропогенного загрязнения.

Объектом исследования являются образцы почв Вологодской области.

Предмет исследования – химический состав почвы на содержание свободных и связанных форм тяжелых металлов на примере железа, ртути и марганца.

В ходе работы использовались современные методы анализа: гравиметрический, флуориметрический, атомно-абсорбционный и фотометрические методы.

Точки отбора проб приведены на карте, представленной на рисунке 1.

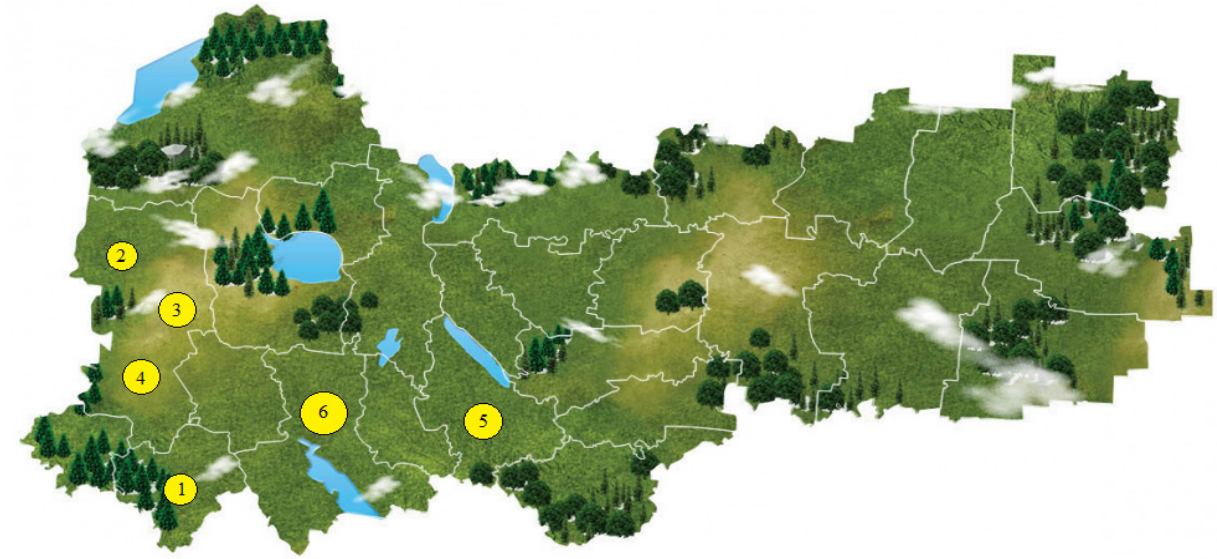


Рис. 1. Карта-схема отбора проб:
1 – Устюженский р-н; 2 – Бабаевский р-н; 3 – Бабаевский р-н, Борисовосудское;
4 – Борисовосудское; 5 – Вологодский р-н; 6 – Череповецкий р-н

На первом этапе исследования определяли содержание органической фракции почв гравиметрическим методом. Высушенные до воздушно-сухого состояния навески почв массой 10 г сжигали при температуре 800 ºС. По массе зольного остатка находили долю органической фракции, которая и определяет индекс гумусообразования почвы. Результаты анализа приведены на рисунке 2.

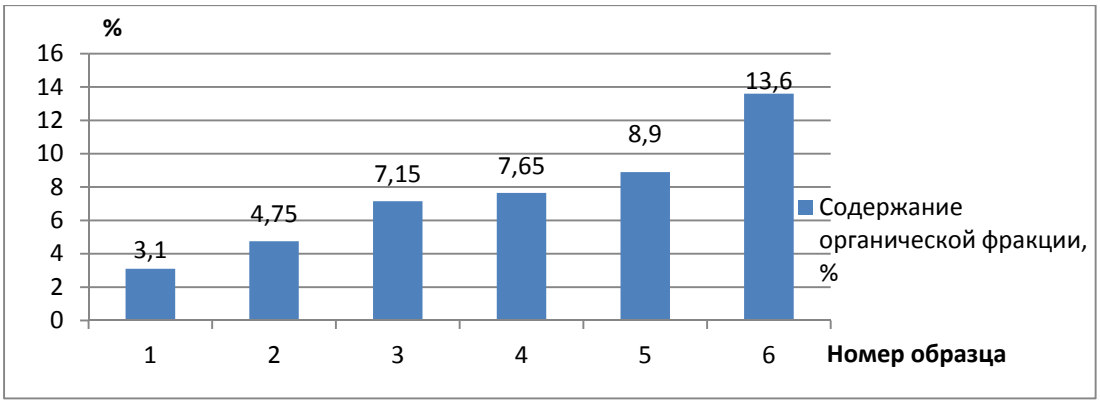


Рис. 2. Содержание органической фракции
(нумерация совпадает с нумерацией на рисунке 1)

Одновременно готовили подкисленные водные вытяжки и определяли содержание свободных форм железа, марганца и хрома фотометрическими методами с помощью приборов Фотометр КФК-3-01-«ЗОМЗ» и Спектрофотометр ПЭ-5400В. Результаты анализа представлены на рисунке 3.

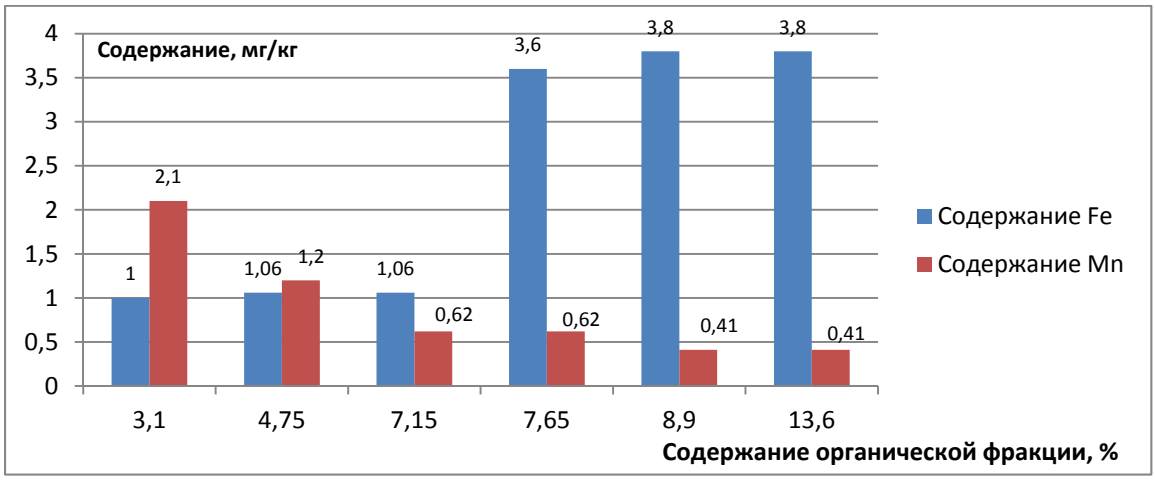


Рис. 3. Содержание водорастворимых форм Fe, Mn

Результаты свидетельствуют, что в образцах № 4, 5 и 6 наблюдается повышенное содержание свободных форм железа, что может говорить об антропогенном воздействии. Содержание марганца, наоборот, невелико, так как железо является ингибитором марганца в некоторых процессах. В ходе ранее проведенных работ было также обнаружено повышенное содержание в данных образцах соединений азота, хлоридов и фосфатов [3].

На втором этапе определяли содержание связанных форм железа и марганца в сернокислых вытяжках, а также содержание ртути атомно-абсорбционным методом при помощи анализатора ртути «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+». При анализе почв на содержание ртути использовали методику, согласно которой общее содержание ртути определяется в необработанных образцах почвы. Данные представлены в таблице и на рисунке 4.

Таблица

Содержание ртути

№	Содержание органической фракции, %	Содержание Hg, мкг/кг
1	3,1	30
2	4,75	28,63
3	7,15	46,63
4	7,65	26,63
5	8,9	30,5
6	13,6	11,57

Повышенное содержание ртути характерно для образцов № 1,3 и 5, минимальное содержание ртути в образце № 6.

На последнем этапе исследования проводили анализ зольного остатка. Образцы почв прокаливали при температуре 800 ºС до полного разложения органической фракции. Из зольного остатка готовили сернокислые вытяжки и определяли содержание железа и марганца в минеральной части почвы фотометрическими методами. Результаты исследования приведены на рисунке 4.

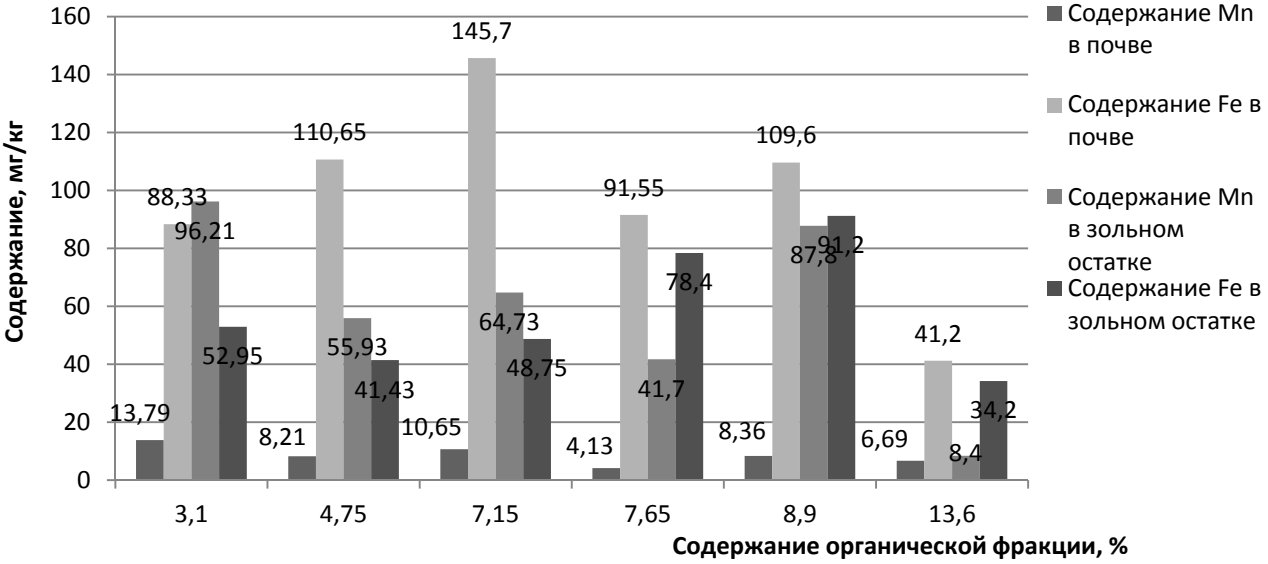


Рис. 4. Содержание железа и марганца в образцах почв и в зольном остатке

С помощью современных методов анализа определено суммарное содержание соединений марганца, железа и ртути в исследуемых образцах почв. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы: территории, с которых проводили отбор проб № 3, 4, 5, испытывают максимальную антропогенную нагрузку. Для них установлено повышенное содержание железа и марганца. Максимальное содержание ртути обнаружено в образцах, взятых из Бабаевского и Вологодского районов, что также доказывает присутствие антропогенного фактора.

Для образца № 6, отобранного в Череповецком районе вблизи болот, наблюдается повышенное содержание свободного железа, которое входит в со-

став природных органоминеральных комплексов, присутствующих в торфяных зонах. Содержание марганца и ртути минимально, что свидетельствует о малой антропогенной нагрузке на эту территорию.

1. Умаров, Н. Н. Ассоциативная азотфиксация / Н. Н. Умаров. – Москва : Издательство МГУ, 1986. – 136 с. – Текст : непосредственный.

2. Побилат, А. Е. Марганец в почвах и растениях южной части Средней Сибири / А. Е. Побилат, Е. И. Волошин // Микроэлементы в медицине. – 2017. – Т. 18, № 2. – С. 43–47. – Текст : непосредственный.

3. Дурягина, Ю. А. Влияние химического состава почв на индекс гумусообразования / Ю. А. Дурягина, Л. М. Воропай // Materials of the XVII international scientific and practical conference «Cutting-Edge Science». – England, 2021. – Т. 4. – С. 44–48. – Текст : непосредственный.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Житова

Научный руководитель ***Л.В. Зарубина****, д-р с.-х. наук, доцент*

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина

г. Вологда

Лес дает человеку самые разнообразные продукты и все еще остается объектом разнохозяйственного пользования. Значение леса возрастает с каждым годом – оно многогранно и велико. Леса представляют собой наиболее надежный источник пропитания населения [1]. К числу положительных сторон лесного хозяйства области, создающих предпосылки для организации многоцелевого лесопользования, относятся: значительные запасы свободных лесных ресурсов; выгодное географическое расположение; емкий внутренний и внешний рынок недревесных ресурсов леса; наличие условий для развития новых производств с учетом низкой плотности населения и сравнительно невысокой стоимости земли; благоприятные почвенно-климатические условия; экологическая чистота региона, позволяющая высоко котироваться на рынках продуктам и препаратам, полученным из фитогенных ресурсов леса. Доля недревесной продукции леса составляет свыше 10 % общей стоимости всей лесной продукции, а в некоторых случаях сопоставима со стоимостью древесины и превышает ее. Фитогенные ресурсы занимают особое место в группе недревесных ресурсов леса [2].

Леса Вологодской области богаты недревесными продуктами, которые являются возобновляемыми природными ресурсами и большинство из них

пользуются спросом не только в нашей стране, но и за рубежом [3, 4]. Так, например, ягодники являются одним из важных компонентов недревесной лесной продукции. Наибольшее значение имеют растения, принадлежащие к семейству брусничных (Vacciniaceae). К ним относятся черника, брусника, голубика, клюква [5]. Эти растения широко распространены в лесной зоне России и Вологодской области. Особый интерес представляет брусника обыкновенная (Vaccínium vítis-idaéa), плоды которой обладают ценными пищевыми и лекарственными свойствами. Нельзя не отметить, что область является крупным поставщиком брусничного сырья [6].

В Вологодской области брусничники занимают площадь более 218 тыс. га, что составляет 2,2 % от общей площади лесного фонда области. Наибольшие площади брусничников сосредоточены в Бабаевском, Чагодощенском, Устюженском и Бабушкинском районах [6]. В условиях Вологодской области брусника обыкновенная наиболее часто встречается в сосняках: бруснично-зелено-мошных, бруснично-зеленомошно-лишайниковых и бруснично-чернично-зеле-номошных, причем наибольшая продуктивность отмечена для сосняков бруснично-зеленомошных [6]. Урожайность дикорастущих ягодников семейства брусничных достигает 500–600 кг/га, составляя в среднем 200–250 кг/га [2].

Анализ лесохозяйственных регламентов государственных лесничеств Вологодской области [7] показал, что потенциал лесного фонда области в использовании дикорастущих пищевых ягод велик и его потенциальный объем по районам следующий (табл.).

Таблица

Потенциальный объем лесных ягод брусники в Вологодской области

Наименование района	Площадь заготовки, га	Ежегодный допустимый объем изъятия ягод брусники, тонн
Бабаевский	831846,0	203,9
Бабушкинский	656599,0	501,7
Белозерский	426454,0	47,9
Вашкинский	244177,0	24,4
Верховажский	356615,0	175,9
Вожегодский	500691,0	3,3
Вологодский	224708,0	0,8
Великоустюгский	607080,0	64,9
Вытегорский	1087747,0	140,0
Грязовецкий	354307,0	0,7
Кадуйский	249667,0	32,0
Кирилловский	350733,0	1,2
Кич-Городецкий	600926,0	67,0
Междуреченский	303406,0	21,7
Никольский	611601,0	199,5
Нюксенский	453271,0	41,7
Сокольский	294902,0	1,3

Окончание табл.

Наименование района	Площадь заготовки, га	Ежегодный допустимый объем изъятия ягод брусники, тонн
Сямженский	311270,0	153,0
Тарногский	415167,0	90,0
Тотемский	703804,0	37,6
Усть-Кубинский	168402,0	10,0
Устюженский	264181,0	391,0
Харовский	280551,0	3,7
Чагодощенский	190668,0	3,8
Череповецкий	422454,2	111,0
Шекснинский	139804,0	0,2
В целом по области	11051031,2	2328,2

Для промышленной заготовки лесных ягод брусники обыкновенной в регионе можно производить на территории 110 510 тыс. км^2, а потенциальный ежегодный объем заготовки ягод брусники составляет 2328,2 тонн.

На территории Вологодской области работают предприятия по осуществлению закупки и переработки дикорастущих пищевых ягод (ООО «Вологодский комбинат пищевых продуктов леса», ООО «Вологодский продукт» и ООО «Русберри Лайн»). Производственные площадки предприятий располагаются в г. Вологде.

Таким образом, Вологодская область обладает значительным ресурсным потенциалом дикорастущих пищевых ягод. Наиболее перспективными для промышленной заготовки дикорастущих пищевых ягод являются Устюженский, Череповецкий и Кадуйский районы, где показатели условной продуктивности ягодников имеют наибольшие значения.

Как показал анализ данных, в Вологодской области площади ягодников незначительны, это связано с недоступностью участков по причине отсутствия путей транспорта и значительной заболоченность территории области (20 %). Решением проблемы могут стать плантационное выращивание и возобновление работы приемочных пунктов ягод в районных населенных пунктах. При плантационном выращивании брусники можно значительно повысить урожайность, объемы заготовки недревесной продукции, что позволит повысить эффективность ведения лесного хозяйства.

1. Мухамедшин, К. Д. Стратегия неистощительного использования недревесных ресурсов леса / К. Д. Мухамедшин // Лесной вестник. – Москва, 2005. – № 5. – С. 90–97. – Текст : непосредственный.

2. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов леса на землях лесного фонда Костромской области / С. С. Макаров, Е. С. Багаев, С. Ю. Цареградская, И. Б. Кузнецова // Лесной журнал. – Архангельск, 2019. – № 6. – С. 118–131. – Текст : непосредственный.

3. Лесной комплекс Вологодской области. Вчера. Сегодня. Завтра. – Вологда : Полиграфист, 2003. – 200 с. – Текст : непосредственный.

4. Грязькин, А. В. Потенциальные ресурсы лесных ягод в Вологодской области / А. В. Грязькин // The Scientific Heritage. – 2020. – № 45. – С. 20–24. – Текст : непосредственный.

5. Грязькин, А. В. Недревесная продукция леса : учебное пособие // А. В. Грязькин, А. Ф. Потокин. – Санкт-Петербург, 2005. – 152 с. – Текст : непосредственный.

6. Волокитина, Г. А. Запасы брусники в Вологодской области / Г. А. Волокитина // Молодые исследователи – региону: тезисы докладов. – Вологда : ВоГТУ, 2000. – С. 32–33. – Текст : непосредственный.

7. Лесохозяйственные регламенты лесничеств Вологодской области. – Текст : электронный // Департамент лесного комплекса Вологодской области : официальный сайт. – Вологда, 2021. – URL: https://dlk.gov35.ru/dokumenty/reglamentylesnichestv/. (дата обращения 29.10.2021).

ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ

В.А. Зайцева
Научный руководитель ***Л.В. Зарубина****, д-р с.-х. наук, доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия имени Н.В. Верещагина
г. Вологда

Основной целью исследования являлось изучение санитарного состояния березы повислой *(Betula pendula)* при помощи метода флуктуирующей асимметрии на территории двух городов – Вологды и Кириллова. Для этого в каждом городе подбирались участки городских насаждений, находящиеся под воздействием антропогенной нагрузки с разной интенсивностью: $К_1$ – г. Кириллов, ул. Гагарина; $К_2$ – г. Кириллов, ул. Гостинодворская; $К_3$ – г. Кириллов, ул. Ленина; $К_4$ – Сокольский бор, г. Кириллов; $В_1$ – г. Вологда, пр. Победы; $В_2$ – г. Вологда, Парк ВРЗ; $В_3$ – г. Вологда, набережная р. Вологды; $В_4$ – Дендрологический сад ВГМХА, г. Вологда.

Чаще всего для наилучшего выбора используют самые загруженные трассы или крупные производства. В нашем случае все участки были подобраны в разной степени удаленности от наиболее загруженных дорог. Это делается для того, чтобы выборка была более равномерной, а данные достоверными [1].

Во время исследования нами были использованы листья березы повислой *(Betula pendula)*, собранные с укороченных, неповрежденных побегов в ниж-

ней части кроны у растений, достигших генеративного возрастного состояния. После сбора материала проводятся замеры листовой пластины и составляется таблица средних значений промеров листовой пластинки на исследуемых участках (табл. 1) [2].

Таблица 1

Среднее значение промеров листовой пластинки

Признак	Среднее значение листовой пластинки, мм							
	$К_1$	$К_2$	$К_3$	$К_к$	$В_1$	$В_2$	$В_3$	$В_к$
ширина листовой пластинки справа	18,03	17,57	19,47	18,30	19,02	19,80	20,13	17,90
ширина листовой пластинки слева	18,57	17,83	19,6	18,36	19,82	18,67	19,30	18,36
длина 2-й жилки II порядка справа	28,27	29,72	31,47	29,12	26,17	28,37	28,35	29,42
длина 2-й жилки II порядка слева	28,80	29,88	31,10	29,33	27,60	28,87	28,47	29,30
расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок справа	6,12	6,67	6,10	6,17	4,58	4,48	3,75	6,067
расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок слева	5,98	6,53	6,067	6,28	4,87	4,83	5,48	6,25
расстояние между концами 1-й и 2-й жилок справа	9,78	9,067	10,4	9,48	10,25	9,97	9,63	9,43
расстояние между концами 1-й и 2-й жилок слева	10,33	9,77	10,93	9,52	9,68	10,97	11,57	9,75
расстояние между концом 2 жилки II порядка и вершиной листа справа	25,96	24,7	29,53	25,29	32,73	30,57	31,72	25,12
расстояние между концом 2 жилки II порядка и вершиной листа слева	27,73	26,48	29,27	26,3	33,00	29,85	32,53	25,73
угол между главной и 2-й жилкой справа	0,604	0,55	0,57	0,59	0,76	0,72	0,71	0,57
угол между главной и 2-й жилкой справа	0,614	0,56	0,59	0,60	0,75	0,69	0,70	0,58
Примечание: $К_1$, $К_2$, $К_3$ – опытные участки в Кириллове; $В_1$, $В_2$, $В_3$ – опытные участки в Вологде; $К_к$, $В_к$ – контрольные участки								

Далее производится расчет среднеквадратического отклонения и различия между средними показателями в Кириллове и Вологде в выборках березы повислой *(Betula pendula)*. Данные отображены в таблице 2.

Таблица 2

Расчет среднеквадратического отклонения и различия между средними показателями в Кириллове и Вологде

Показатель	$К_к$	$К_1$	$t_{st0,95}$	$К_2$	$t_{st0,95}$	$К_3$	$t_{st0,95}$
1	18,30±1,63	18,03±1,47	0,27	17,57±2,03	0,73	19,47±2,26	1,17
2	18,36±2,28	18,57±2,28	0,21	17,83±2,15	0,47	19,60±2,94	1,30
3	29,12±3,76	28,27±3,55	0,85	29,72±3,60	0,60	31,47±3,39	2,35
4	29,33±3,37	28,80±3,39	0,53	29,88±3,39	0,53	31,10±3,14	1,77
5	6,17±2,02	6,12±1,71	0,05	6,67±2,20	0,50	6,10±1,73	0,07
6	6,28±2,08	5,98±1,55	0,30	6,53±2,26	0,25	6,07±1,76	0,21
7	9,48±1,52	9,78±1,62	0,30	9,07±1,14	0,41	10,40±1,99	0,92
8	9,52±1,53	10,33±2,11	0,81	9,77±1,17	0,25	10,93±1,79	1,41
9	25,29±3,49	25,96±3,41	0,67	24,70±3,58	0,59	29,53±5,81	4,24
10	26,30±2,86	27,73±3,20	1,43	26,48±3,77	0,18	29,27±5,19	2,97
11	0,59±0,08	0,60±0,06	0,02	0,55±0,08	0,04	0,57±0,09	0,02
12	0,60±0,07	0,61±0,08	0,02	0,56±0,06	0,04	0,59±0,08	0,01
Показатель	$В_к$	$В_1$	$t_{st0,95}$	$В_2$	$t_{st0,95}$	$В_3$	$t_{st0,95}$
1	17,90±1,79	19,02±2,57	1,12	19,80±3,04	1,9	20,13±2,75	2,4
2	18,36±2,50	19,82±2,07	1,46	18,67±3,11	0,31	19,30±2,12	0,94
3	29,42±3,56	26,17±4,40	3,25	28,37±4,96	1,05	28,35±4,50	1,07
4	29,30±3,48	27,60±3,56	1,7	28,87±5,19	0,43	28,47±4,79	0,6
5	6,067±1,70	4,58±1,38	1,48	4,48±1,69	1,58	3,75±1,34	2,3
6	6,25±1,92	4,87±1,39	1,38	4,83±1,83	1,42	5,48±1,61	0,77
7	9,43±1,38	10,25±1,70	0,82	9,97±2,24	0,54	9,63±2,20	0,2
8	9,75±1,51	9,68±1,41	0,07	10,97±2,40	1,22	11,57±2,28	1,82
9	25,12±3,63	32,73±5,66	7,61	30,57±5,38	5,45	31,72±8,96	6,6
10	25,73±3,10	33,0±6,18	7,27	29,85±5,62	4,12	32,53±8,40	6,8
11	0,57±0,08	0,76±0,12	0,16	0,72±0,13	0,15	0,71±0,08	0,14
12	0,58±0,07	0,75±0,11	0,17	0,69±0,10	0,11	0,70±0,09	0,12
Примечание: число степеней свободы 34, $t_{st=}2,032$							

С вероятностью безошибочного заключения 95 % можно сказать, что различие между средними показателями на опытных участках в городе не доказано, так как $t_{st0,95}$ меньше стандартного значения ($t_{st=}2,032$). Это значит, что участки между собой схожи.

Далее рассчитываем среднее значение показателя флуктуирующей асимметрии для каждой точки наблюдений, сравниваем полученное значение со шкалой качества среды, полученные данные заносим в сводную таблицу 3 [2].

Таблица 3

Стабильность качества среды на исследуемых участках

№	Место сбора листьев	Значение показателя ФА	Балл	Качество среды
$К_1$	г. Кириллов, ул. Гагарина	0,045697	III	средний уровень отклонения от нормы
$К_2$	г. Кириллов, ул. Гостинодворская	0,045904	III	средний уровень отклонения от нормы
$К_3$	г. Кириллов, ул. Ленина	0,038438	I	условная норма
$К_4$	Сокольский бор	0,047140	III	средний уровень отклонения от нормы
$В_1$	г. Вологда, пр. Победы	0,034002	I	условная норма
$В_2$	г. Вологда, Парк ВРЗ	0,049082	III	средний уровень отклонения от нормы
$В_3$	г. Вологда, набережная р. Вологды	0,060098	V	критическое состояние
$В_4$	Дендрологический сад ВГМХА	0,051789	IV	существенное отклонение от нормы

В большинстве исследуемых участков интегральный показатель флуктуирующей асимметрии свидетельствует о среднем уровне отклонения среды от нормы. Лишь на одном участке он превышает критическую норму, это участок $В_3$ здесь показатель равен 0,060098. Наиболее приближенным к норме являются участки $К_3$ (0,038438) и $В_1$ (0,034002).

Чтобы сделать общую оценку санитарного состояния березовых насаждений по каждому городу, необходимо найти среднее значения показателя флуктуирующей асимметрии по каждому участку в городе, исключая контроль (рис.).

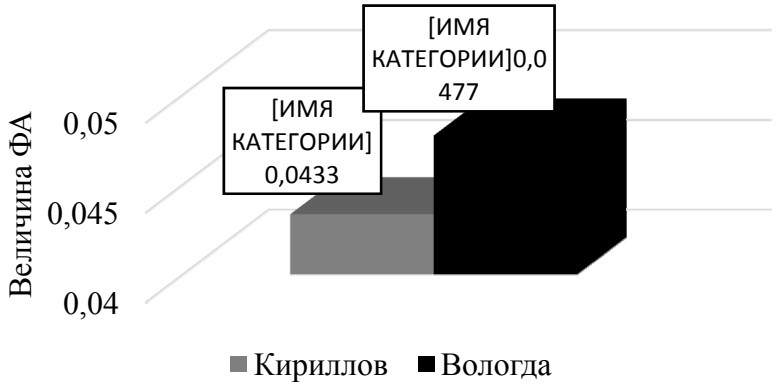


Рис. Общая оценка санитарного состояния березовых насаждений в Кириллове и Вологде

Главными показателями изменения гомеостаза морфогенетических процессов являются показатели флуктуирующей асимметрии – ненаправленных различий между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Такие различия

являются результатом ошибок в ходе развития организма. При нормальных условиях их уровень минимален, возрастая при любом стрессовом воздействии, что приводит к увеличению асимметрии [3].

Подводя итог исследования, можно сделать вывод, что санитарное состояние березовых насаждений в городах имеет средний уровень отклонения от нормы. Все показатели стабильности развития выборок, взятых на придорожных полосах исследуемых районов, а также на территориях городских парков, указывают на высокий уровень антропогенного воздействия. Все это доказывает, что неблагоприятное состояние окружающей среды в городах находит свое отражение в показателях асимметрии листьев березы повислой *(Betula pendula)*. Чем выше он становится, тем санитарное состояние городских насаждений ухудшается.

1. Захаров, В. М. Здоровье среды: Методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое руководство для заповедников / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов [и др.]. – Москва, 2000. – С. 36–41. – Текст : непосредственный.

2. Использование показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния. – Текст : электронный / С. В. Залесов, Б. О. Азбаев, Л. А. Белов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14518 (дата обращения 25.10.2021).

3. Захаров, В. М. Асимметрия животных: популяционно-феногенетический подход / В. М. Захаров, А. В. Яблоков. – Москва : Наука, 1987. – 216 с. – Текст : непосредственный.

ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА ГОРОДОВ И ОЗЕЛЕНЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В.О. Зяблицкая, Е.С . Шулепина
Научный руководитель ***О.А. Золотова****, канд. геогр. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Исторические памятники являются украшением любого древнего города, зачастую являются его визитной карточкой. Памятники православной культуры являлись частью образа традиционного ландшафта культуры, частью представления о малой родине [1]. Храмы и монастыри играют в силуэте городов особую роль, сохраняют самобытность и историческую целостность той или иной территории, создают своеобразный и запоминающийся образ.

В православной культуре сложились определенные традиции сочетания храмов и монастырей с окружающей территорией и их озеленения. Нормы и традиции озеленения городских территорий чаще всего основываются на других принципах. Решая проблему озеленения городской среды, можно усугубить другую – перекрытие зелеными насаждениями объектов исторического и культурного наследия. Даже при беглом рассмотрении обнаруживается проблема озеленения православных объектов вообще и в городах в частности. Определение основных аспектов этой проблемы и привлечение к ней внимания на примере города Вологды и Вологодской области составляет цель настоящего исследования.

Основная функция монастырей – духовная – обусловила специфичность организации пространства, характерную только для этого вида памятников. Для монастырских комплексов характерно наличие композиционных и смысловых центров, четкое выделение богослужебной, жилой и хозяйственной зон, размещающихся концентрическими поясами. Все второстепенные постройки обители подражали главным, так формировалась композиционная связь между частями ансамбля [1]. Поэтому в отношении монастырей особенно важна целостность восприятия и озеленение не должно этому препятствовать.

Древние монастыри являлись и оборонительными сооружениями, включая в свой комплекс стены и башни, имеющие отверстия для ближнего и дальнего боя. Вместе с шатровыми завершениями башни и стены создают архитектурный силуэт монастыря. Оборонительная функция всех древних монастырей требовала, чтобы все внешние фасады монастырских ограждений были обозреваемы [6]. С точки зрения сочетания монастырского комплекса с внешней территорией, оборонительная функция не допускает наличия зеленых насаждений на значительном расстоянии от стен для ведения прицельной стрельбы и во избежание приближения противника к стенам.

Таким образом, и принципы организации монастыря как духовной обители, и обустройство его как крепости не предполагают масштабного озеленения, а допускают лишь наличие внутри монастыря садов и огородов, в том числе аптекарских.

Приходские храмы играют в организации пространства городской среды особую роль, которая сложилась постепенно вместе с ростом города и включением в его границы отдельных селений и слобод [3]. Важнейший компонент любого селения – его общественный центр – чаще всего храмовый комплекс. От выбора места для его размещения во многом зависели и общая композиция селения, и его восприятие с основных внешних направлений. Закономерности расположения ансамблей, позволяющие обеспечить наилучшее восприятие сооружений, сложившиеся в сельской местности, характерны и для древних городов. Храмы моделировали образ Горнего мира на земле, поэтому для их возведения стремились отыскать место, которое характеризовалось бы особыми приметами, выделенностью из окружающего ландшафта. Архитектур-

ные вертикали разнообразили общую силуэтность поселений и их окрестностей и отвечали психофизиологической потребности ориентации человека в пространстве. Храмы и их комплексы визуально объединяли обозреваемое пространство, размеры которого определяются расстояниями среднего и дальнего уровня восприятия – от 300–700 метров до 3–5 километров [7, с. 149]. Расстояние между жилыми домами и общественным центром в 2–5 раз превышает высоту сооружения общественного центра. Это расстояние считается зоной оптимального восприятия. Все эти особенности не предполагают соседства строений с пышной зеленью, которая нарушает целостность восприятия и отдельного ансамбля, и силуэта города в целом. Существует и ряд утилитарных причин, по которым не допускалось соседство обильной зелени и храма: корни деревьев могут разрушать фундамент сооружения, разросшиеся ветви – повреждать окна и фасады, а при попадании молнии и вовсе стать причиной пожара.

Изменение функций, произошедшее со временем, не меняет отношений к озеленению. В современных условиях как объекты показа храмы и монастыри должны быть открыты для обзора, только в этом случае сохраняется их место в силуэте селения или города. Пейзаж должен быть активным помощником в раскрытии всей красоты культурно-исторического объекта с различных точек обзора. Однако на сегодняшний день можно наблюдать, что обильная городская растительность нарушает целостность восприятия памятников культуры, а реконструкция окружающей среды чаще всего выпадает из сферы деятельности реставраторов. С течением времени территория вокруг памятника архитектуры могла претерпеть значительные изменения. В расположении зелени вокруг отдельно стоящих памятников архитектуры часто не предусмотрена взаимосвязь пропорций объемов зелени с архитектурой, не обусловлен выбор пород и силуэт деревьев. Поэтому очень важно учитывать озеленение, соответствующее первоначальному периоду постройки сооружения. Невнимание к этим аспектам создает неблагоприятные условия для взаимодействия всех элементов архитектурно-исторической среды.

Проведенный нами анализ сочетания объектов православной архитектуры и озеленения в Вологде и области выполнен впервые и подтвердил актуальность этой проблемы и в нашем регионе. Многие известные монастыри Вологодчины являются примерами, отражающими их сочетание с озеленением. Михайло-Архангельский монастырь в Великом Устюге считается наиболее полно сохранившимся монастырским ансамблем в городе [2], но сегодня едва просматривается за кронами деревьев окружающих ансамбль. Обозреваемость Спасо-Прилуцкого монастыря в Вологде является положительным примером консолидации окружающей территории с архитектурой монастыря. Однако высаженные в 2015 году в рамках акции «Всероссийский день посадки леса» у стен Спасо-Прилуцкого монастыря 37 кленов [5] могут кардинально изменить силуэт с самой живописной точки обозрения – со стороны реки, и

архитектуру внешних фасадов через 20–30 лет рассмотреть будет практически невозможно.

Иногда озеленение осуществляется и для решения проблем безопасности и сохранности памятника. Так Кирилло-Белозерскому монастырю грозит подтопление со стороны Сиверского озера [4]. Появляются предложения по решению проблемы путем увеличения количества древесных насаждений. В перспективе – возможная частичная утрата известной панорамы.

Городские храмы также во многом подтверждают освещаемую проблему. В полевых условиях мы изучили и на основе полученных данных проанализировали обозреваемость и характер озеленения объектов православной культуры в городе Вологде на примере 15 храмов. При отборе храмов учитывалось, что все строения имеют высокую степень сохранности; большинство – действующие храмы с приходами; расположены в исторической части города, посещаемой туристами, и формируют силуэт города. Анализ данных проведен на основе матричной таблицы, фиксирующей показатели оценки (видимость фасадов с четырех сторон в отношении с озеленением (в %), виды озеленения (наличие), состояние зеленых насаждений (по пятибалльной системе), историчность окружающей среды (в %)).

В ходе анализа было выявлено, что отличная видимость с четырех сторон обозрения не характерна для храмов центра Вологды. Только три храма имеют видимость 100 % с трех сторон обозрения. Это Воскресенский кафедральный собор, храмы Илии Пророка и Покрова на Торгу. Половина оцененных храмов имеет хорошую видимость фасадов – преимущественно от 70 до 100 %. Храмы Андрея Первозванного, Николая Чудотворца во Владычной Слободе, Иоанна Предтечи в Рощенье и собор Рождества Богородицы имеют наиболее низкие показатели обозреваемости фасадов.

Большая часть храмов хорошо видима со стороны северных и южных фасадов. Худшая обозреваемость фасадов храмов (менее 5 %) наблюдается при осмотре с запада и востока. Оценка обзореваемости храмов вдоль реки показывает, что подавляющее большинство имеют видимость фасадов 80–100 % (исключение – храм святого Андрея Первозванного – 40–60 %). Это положительный факт, так как река проходит через историческую часть и является основой силуэта города, а достопримечательности часто осматриваются с противоположного берега.

Оценка видов и состояния озеленения храмов показала, что более половины оцененных храмов имеют в своем окружении все виды озеленения – деревья, кустарники, цветники и газоны. Шесть храмов не имеют цветников, только один – кустарников. Ряд храмов имеет хорошую обозреваемость, несмотря на присутствие всех элементов озеленения. К таким объектам относятся Софийский собор, храмы Александра Невского, Илии Пророка, Святителя Николая на Глинках, Константина и Елены. Состояние зеленых насаждений прихрамовых территорий преимущественно оценивается в 3–4 балла (54 %

храмов), отличное состояние зеленых насаждений в своем окружении имеют 33 % храмов, а 13 % – неудовлетворительное.

Таким образом, на примере объектов православной культуры города Вологды можно видеть, что существует проблема сочетания объектов архитектуры и озеленения – лишь 33 % от числа храмов исторической части города являются положительным примером консолидации архитектуры и окружающей зеленой территории. Для решения проблемы нужно опираться на сложившиеся веками традиции природопользования и в том числе озеленения территории города в целом и отдельных объектов в частности. Это необходимо и для сохранения историко-архитектурной среды городов, и для развития туризма. Именно этими аргументами определяется и практическая значимость нашего исследования, которое необходимо продолжать для выработки конкретных рекомендаций по организации прихрамовых территорий и пространства монастырей.

1. Бридня, Н. В. Геокультурный ландшафт православных монастырей Вологодской епархии во второй половине XIX – первой трети XX века / Н. В. Бридня // Русская культура нового столетия: Проблемы изучения, сохранения и использования историко-культурного наследия. – Вологда : Книжное наследие, 2007 – С. 212–220. – Текст : непосредственный.

2. Зверинский, В. В. Материал для исследования о православных монастырях в Российской империи / В. В. Зверинский // Монастыри по штатам 1764, 1786 и 1795 годов. – Санкт-Петербург, 1892. – Т. 2 – С. 60–61. – Текст : непосредственный.

3. Золотова, О. А. Ландшафтно-архитектурная среда Белозерья / О. А. Золотова, Е. Н. Соколова // Белозерье: краеведческий альманах. – Вологда : Русь, 2007. – Вып. 3. – С. 233–264. – Текст : непосредственный.

4. Кирилло-Белозерскому монастырю грозит затопление. – Тест : электронный // Радио свобода [сайт]. – 2021. – URL: https://www.svoboda.org/a/24226285.html (дата обращения 21.10.2021).

5. Олег Кувшинников присоединился к акции «Всероссийский День посадки леса». – Текст : электронный // Олег Кувшинников – губернатор Вологодской области : официальный сайт – Вологда, 2021. – URL: https://okuvshinnikov.ru/press/news/oleg_kuvshinnikov_prisoedinilsya_k_akcii_vserossijskij_den_posadki_lesa/ (дата обращения 19.10.2021).

6. Пруцын, О. И. Архитектурно-историческая среда / Пруцын О. И., Рымашевский Б. ; под редакцией О. И. Пруцына. – Москва : Стройиздат, 1990. – 408 с. – Текст : непосредственный.

7. Ушаков, Ю. С. Ансамбль в народном зодчестве русского Севера. Пространственная организация, композиционные приемы, восприятие / Ю. С. Ушаков. – Ленинград : Стройиздат, 1982. – 168 с. – Текст : непосредственный.

НЕКОТОРЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ В КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Климова
Научный руководитель ***М.В. Сиротина****, д-р биол. наук, доцент*
Костромской государственный университет
г. Кострома

Стабильность и устойчивость популяции животных к разным факторам окружающей среды обеспечивается внутрипопуляционными механизмами, которые имеют ряд особенностей.

Изучение этих особенностей на примере популяций цикломорфных грызунов позволяет более объективно судить о механизмах и динамике их существования, а также осуществлять более успешное управление природными ресурсами.

Цель работы – выявить внутрипопуляционные механизмы, поддерживающие стабильное состояние популяции рыжей полевки в постоянно меняющихся условиях окружающей среды.

Задачи исследования – провести анализ популяционной динамики рыжей полевки на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес им. М.Г. Синицына», ее зависимость от погодных условий [2], а также проследить динамические изменения показателей экстерьерных признаков особей исследуемой популяции во времени.

Данные исследования являются частью многолетнего мониторинга популяционной организации цикломорфных грызунов на территории ГПЗ «Кологривский лес».

Результаты исследования популяционных характеристик рыжей полевки в биосферном резервате, где отсутствует антропогенный пресс, могут быть использованы в качестве контрольного примера для сравнения с показателями других популяций цикломорфных грызунов в экологически контрастных условиях лесных биоценозов, а также являться частью многолетнего мониторинга глобальных изменений на особо охраняемых природных территориях.

Отлов грызунов осуществлялся давилками Геро с использованием метода ловушко-линий на участках ельника липового, ельника березового и смешанного леса.

За период исследований 2012–2021 гг. на территории Кологривского заповедника отработано 7635 ловушко-суток и отловлено 329 особей.

Проведены линейные замеры основных морфометрических признаков: длина головы и туловища, длина хвоста без концевых волос, длина задней ступни без когтей, высота уха [1]. Все данные статистически обработаны с применением пакета программ Microsoft Office Excel.

На рисунке представлена популяционная динамика во временном ряду и в зависимости от погодно-климатических факторов (средние показатели температуры окружающей среды и количества осадков в период исследований).

Отсутствие антропогенной нагрузки на заповедную территорию позволяет поддерживать относительно постоянный уровень численности.

Средняя многолетняя численность рыжей полевки составила 2,98 экземпляров на 100 ловушко-суток. Относительно наибольшая плотность наблюдается в 2018 году и составила 5,5 экземпляров на 100 ловушко-суток. Относительно наименьшая численность рыжей полевки установлена в 2019 году, которая равна 0,81 экземпляров на 100 ловушко-суток.

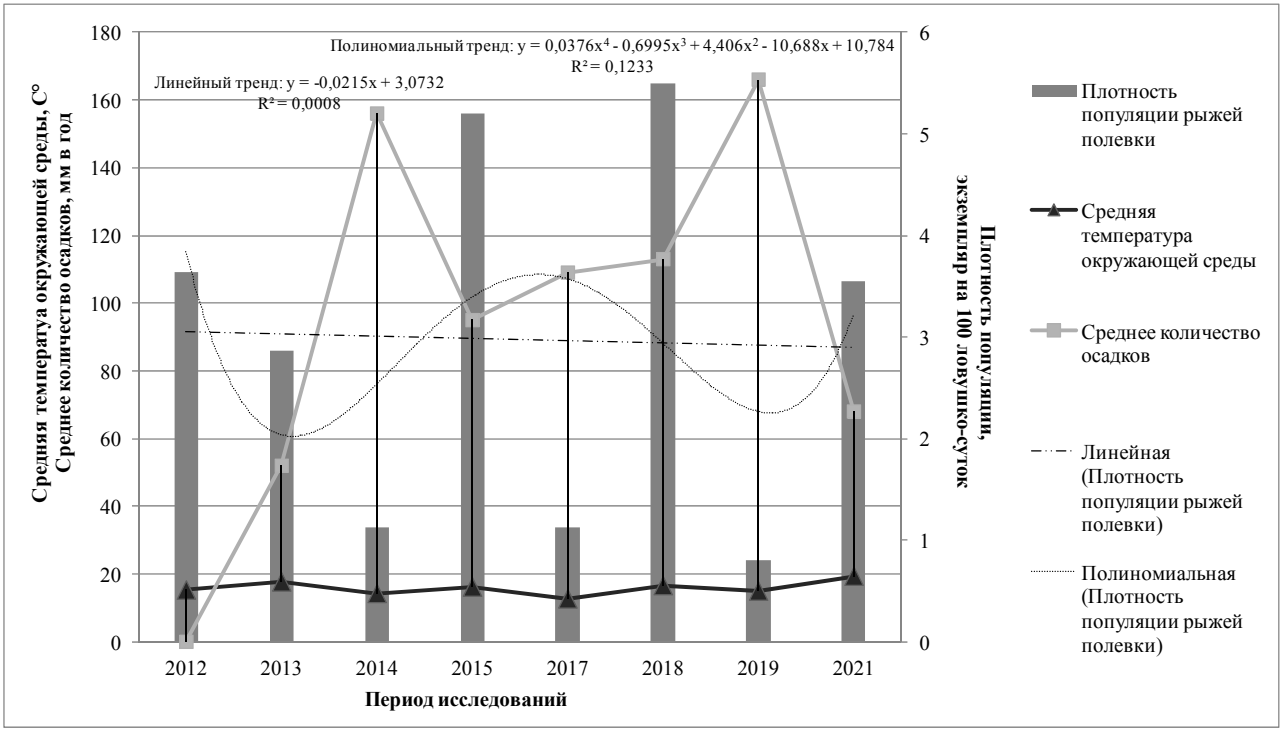


Рис. Динамика численности популяции рыжей полевки в период 2012–2021 гг. и в зависимости от погодно-климатических факторов на территории ГПЗ «Кологривский лес» (ельник-липовый)

За период 2012–2021 гг. на территории ГПЗ «Кологривский лес» отмечено 4 фазы пика и 4 фазы депрессии численности исследуемой популяции. Согласно представленному рисунку за данный период наблюдаются два полных цикла в динамике плотности популяции продолжительностью 3 года каждый.

Динамические колебания численности рыжей полевки преимущественно обусловлены погодно-климатическими факторами. Установлена прямая статистическая зависимость плотности исследуемой популяции от средней температуры окружающей среды (коэффициент корреляции равен 0,55) и обратная зависимость от количества осадков (коэффициент корреляции равен -0,46).

Ниже в таблице представлены значения экстерьерных признаков особей популяции рыжей полевки в период 2012–2021 гг.

Анализ таблицы показал, что средние показатели основных морфометрических признаков популяции рыжей полевки в период мониторинговых исследований довольно стабильны.

Статистически значимые отличия наблюдаются по следующим показателям: «высота уха» в 2012 году в 1,25 раза выше аналогичного показателя в 2015 и 2017 гг. ($p<0,05$) и выше в 1,43 раза аналогичного показателя в 2018 году ($p<0,001$); «длина задней ступни» имеет наибольшие значения в 2013 и 2014 гг. и выше аналогичного показателя в 2012 году в 1,12 раза ($p<0,05$) и в 1,37 раза аналогичного показателя в 2018 году ($p<0,001$). Показатель «длина хвоста» в 2013 и 2014 гг. выше в 1,24 раза аналогичного показателя в 2012 году ($p<0,001$), 1,12 раза, чем в 2017 году ($p<0,01$), и в 1,47 раза, чем в 2018 году ($p<0,001$).

Таблица

Морфометрическая характеристика рыжей полевки на территории ГПЗ «Кологривский лес» в период 2012–2021 гг.

Показатели/год исследований	Половая структура		Масса тела		Длина головы и туловища		Длина хвоста		Длина задней ступни		Высота уха	
	самцы, %	самки, %	$X\pm S_x$, г	C_v, %	$X\pm S_x$, мм	C_v ,%	$X\pm S_x$, мм	C_v, %	$X\pm S_x$, мм	C_v, %	$X\pm S_x$, мм	C_v, %
2012	57	43	24,2±1,7	7,1	86,5±3,0	35,4	36,7±1,6	18,5	15,3±0,3	19,6	15,3±0,4	26,1
2013	56	44	24,1±1,3	5,5	89,4±2,1	22,5	45,4±1,1	23,7	17,1±0,5	27,3	14,2±0,7	48,0
2014	52	48	26,2±1,2	21,1	89,4±2,0	22,5	45,4±1,1	23,7	17,1±0,5	27,3	14,2±0,7	48,0
2015	47	53	23,6±1,4	5,7	84,9±1,7	11,0	44,1±0,1	12,3	16,9±0,3	11,1	12,2±0,2	11,3
2017	55	45	26,5±1,8	22,3	89,2±2,4	8,9	40,7±1,9	15,9	15,9±0,3	6,6	12,2±0,4	9,9
2018	66	34	30,5±2,2	46,4	86,0±2,3	16,8	30,8±1,4	28,0	12,5±0,3	14,7	10,7±0,2	13,0
2019	62	38	27,6±0,9	11,4	89,8±1,1	4,2	39,9±0,7	6,5	16,5±0,4	7,6	12,6±0,4	11,2
2021	71	29	25,6±1,1	26,4	88,0±1,9	13,5	40,2±0,8	11,3	16,4±0,2	8,4	12,6±0,3	13,0

Общие размеры тела особей находятся в сильной обратной корреляции от плотности популяции (-0,91).

Установлено, что такие показатели, как длина хвоста, длина задней ступни и высота уха, имеют относительно наименьшие показатели при относительно высоком проценте самцов в популяции, чем в остальной период мониторинговых исследований (коэффициенты корреляции равны -0,60, -0,46 и -0,33 соответственно).

Динамические изменения показателей массы тела особей во времени связано с опосредованным влиянием погодно-климатических условий. Ус-

тановлена прямая корреляция показателей массы тела от среднего количества осадков (0,55) и обратная корреляция от средней температуры окружающей среды (-0,14), что обусловлено влиянием данных факторов на кормовые условия.

Таким образом, при оценке состояния популяции рыжей полевки на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» установлен относительно постоянный уровень численности, в среднем полный цикл в динамике плотности исследуемой плотности популяции составляет 3 года. Наблюдается прямая корреляция популяционной динамики от средней температуры окружающей среды и обратная от количества осадков. Морфометрические признаки имеют обратную корреляцию от процентного соотношения самцов и самок в популяции. Показатели массы тела находятся в прямой зависимости от количества осадков и в обратной от средней температуры окружающей среды. Общие размеры тела особей находятся в сильной обратной корреляции от плотности популяции. Данные особенности организации позволяют популяции поддерживать стабильное состояние в постоянно меняющихся условиях среды.

1. Карасева, Е. В. Методы изучения грызунов в полевых условиях / Е. В. Карасева, А. Ю. Телицына, О. А. Жигальский. – Москва : Наука, 2008. – 416 с. – Текст : непосредственный.

2. Расписание погоды : сайт – Обновляется в течение суток. – Вологда. – URL: http://rp5.ru/ (дата обращения: 20.10.2021). – Текст : электронный.

ИЗУЧЕНИЕ БЛАГОУСТРОЙСТВА МИКРОРАЙОНОВ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

А.Ю. Кудревич, О.В. Ворон
Научный руководитель ***О.В. Баженова****, канд. геогр. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Под благоустройством города понимается комплекс мероприятий по содержанию территории, включающий проектирование и размещение объектов, направленных на обеспечение и повышение комфортности условий проживания граждан, а также поддержание и улучшение санитарного и эстетического состояния территории [1].

Именно благоустройство города создает условия для улучшения окружающей среды и повышения качества жизни населения. При этом важнейшей сферой деятельности административных органов муниципального образования является озеленение города и контроль за соблюдением норм санитарно-

гигиенического состояния. Зная о сегодняшней ситуации в городе, можно улучшить условия проживания в нем в ближайшем будущем [2].

Целью работы является изучение благоустройства двух районов г. Вологды.

Основные задачи: выявить количество благоустроенных территорий в районах Нижний Посад и Фрязино; определить размещение клумб, аллей, парков, детских площадок и мусорных урн, характер и качество дорожного покрытия; проанализировать взаимосвязь благоустройства районов с их географическим положением и историей формирования.

Объект исследования: районы г. Вологда – Нижний Посад и Фрязиново.

Методы исследования: полевые исследования, картографический с использованием ГИС, анализ полученных результатов.

В июне 2021 года в рамках комплексной полевой практики по физической и экономической географии нами была проведена работа по изучению благоустройства двух микрорайонов города Вологды. Для работы были взяты два района – Нижний Посад и Фрязиново. Первый является частью исторического района Вологды, второй – спальный. Районы имеют разную историю формирования и особенности планировки, поэтому мы предположили, что и степень их благоустройства может отличаться.

На первом этапе работы нами было изучено географическое положение районов на карте, составлена схема района для дальнейших полевых исследований. Затем был совершен маршрутный обход территорий микрорайонов, в результате которого на картах были отмечены клумбы, аллеи, парки, детские площадки, мусорные урны, свалки коммунальных отходов. В результате выполнен анализ размещения этих объектов в микрорайонах, выявлены факторы их концентрации на определенных улицах и предложены варианты по дальнейшему благоустройству.

Район Нижний Посад находится в центральной части города Вологды. К нему относят территорию, ограниченную с запада рекой Золотухой, с севера – рекой Вологдой, с востока улицей Левичева, с юга – железнодорожной линией Вологда – Москва.

Исследования показали, что внутренние дворы в Нижнем Посаде наиболее часто благоустраивают посредством создания клумб и посадки отдельных деревьев. Общее количество клумб составило 105 штук. В целом клумбы встречаются на территории всего района. Наибольшее их количество приходится на южную и центральную части, а также на север района. Особенно много клумб расположено в кварталах, образованных при пересечении улиц Зосимовской и Ветошкина, Герцена и Первомайской, Пречистенской набережной и улицы Предтеченской. Данные улицы расположены ближе остальных к историческому центру, что объясняет творческий подход местных жителей и желание облагородить свой двор на фоне серых улиц. Стоит также отметить факт наличия большого количества заведений быстрого питания, ко-

торые в свою очередь для привлечения клиентов занимаются обустройством прилегающих территорий. Наименьшее количество клумб расположено на западе и юго-западе района у улиц Чехова и Левичева. Территории двух улиц находятся не только на окраине микрорайона, но и расположены ближе всего к зоне складов и гаражей. К сожалению, жители и жилищно-коммунальные компании не считают необходимым производить полноценное обустройство данных дворовых территорий.

На ключевом участке мы выявили 42 детские площадки, 16 из которых отличаются высокой степенью благоустройства, то есть имеют хорошее техническое состояние с разнообразным и современным игровым оборудованием. Такие площадки расположены в основном в центральной части района. Детские площадки со средней степенью благоустройства расположены в северной и центральной частях района, их количество равно 18. Эти площадки имеют удовлетворительное техническое состояние, меньшую степень разнообразия и качества инвентаря – здесь, например, отсутствуют качели или песочницы. Невысокую степень благоустройства имеют 8 площадок, расположенных на юге и западе района. Это старые и некрашеные детские площадки с отсутствием множества игровых элементов. Тенденция уменьшения степени благоустройства площадок с севера на юг говорит о том, что данные окраины района являются неблагополучными с позиции благоустройства, в связи с чем их модернизация и облагораживание отстают от центральных.

На территории района преобладают 2 вида дорожного покрытия: асфальт и плитка Наибольшую площадь (95 %) занимают асфальтовые дороги, они распространены повсеместно, асфальтом покрыты не только большие дороги, разделяющие городские кварталы, но и дорожки во внутренних дворах домов. Дороги, покрытые плиткой, размещены в центральной и южной частях района, на улицах Пушкинской и Пирогова. Участки с некачественным покрытием дорог встречаются повсеместно, главным образом во внутренних дворах центральной, южной и восточной частях района.

Немаловажным критерием благоустроенного двора считается и наличие мусорных контейнеров и урн. Общее их количество в Нижнем Посаде составило 109 штук. Больше всего урн расположено в центральной и северной частях района, отличающихся высокой плотностью населения. Также урны приурочены главным образом ко внутренним дворам, к набережной, а также к бульвару Пирогова, где организована аллея. Наименьшее количество урн расположено на всей западной части, а также на востоке и юге района.

Помимо организованных мест для мусора были зафиксированы места несанкционированных свалок коммунальных отходов. Всего было отмечено 5 таких точек, 4 из них приходится на северную часть микрорайона.

Второй район, который был нами изучен, – Фрязиново. Его северная граница проходит по улице Саммера, южная – ул. Прокатова, западная – Набережной 6-ой армии, а восточная – ул. Дальняя. В отличие от предыдущего микрорайона, этот является почти полностью спальным, и только на северо-востоке начинается промышленная зона.

Здесь встретился один заросший участок в районе Дьяконова ручья. На остальной территории присутствуют организованные зеленые зоны, представленные скверами и парками, а также встречаются насаждения вдоль основных дорог, возле жилых зданий. На территории Фрязиновского парка отмечены пруды. Количество клумб и дворов с клумбами – 24, они примерно равномерно распределяются по району, за исключением территорий на северо-востоке, где начинается промышленная зона, а также на севере – это улицы с частными домами, где у каждого имеется свой участок.

В целом озеленение территории района Фрязиново достаточно высокое, причем зеленые зоны представлены различной растительностью – как травянистой, так и кустарничковой, древесной.

Что касается детских площадок, то общее их количество составило 69, из них 14 – с высокой степенью благоустройства, 41 – со средней степенью, 14 – с низкой степенью. Детские площадки с низкой степенью благоустройства расположены в основном в южной части района. Основная концентрация площадок со средней степенью благоустройства наблюдается в центральной части района. Высокая степень благоустройства детских площадок наблюдается во дворах новых домов на востоке района.

Дороги района Фрязиново представлены 2 типами – асфальтовыми и грунтовыми. 97 % всех дорог района асфальтированы, остальные же – дороги с грунтовым покрытием. Качество асфальтового покрытия можно оценить как хорошее. Наиболее проблемными участками, требующими ремонта, являются территории между улицами Карла Маркса, Полярная и Саммера.

Мусорные контейнеры и урны присутствуют на всей территории микрорайона, общее их количество – 124. Они располагаются как у магазинов и мест общественного питания, так и во дворах жилых домов на всей территории района Фрязино. Отсутствуют урны у частных домов и в промышленной зоне. В ходе работы нами было обнаружено 2 свалки коммунальных отходов между улицами Горького и Набережной 6-й Армии.

При сравнении благоустройства двух районов города Вологды мы пришли к выводу, что, несмотря на большее количество клумб в Нижнем Посаде, данная территория имеет меньшую площадь зеленых зон, чем Фрязиново. Это связано с тем, что Нижний Посад – это уже сформированный исторически более старый район, имеющий достаточно плотную застройку. Фрязиново же, наоборот, только формируется, поэтому с одной стороны здесь встречаются неблагоустроенные, заросшие участки на периферии, а с другой стороны парки, скверы в центре района и насаждения вдоль больших дорог. Озеленение

является важным фактором для повышения уровня благополучия района, поэтому на территории двух ключевых участках необходимо продолжить активное создание парков, скверов и сооружение клумб.

Детские площадки преобладают во Фрязиново. Это связано с тем, что район является спальным, здесь много новых домов, в которых проживают молодые семьи с детьми. Однако степень благоустройства большинства площадок является средней, поэтому необходимо следить за техническим состоянием игровых элементов и конструкций, вовремя проводить их обслуживание и ремонт.

Качество дорожного покрытия в обоих районах довольно хорошее. Но есть проблемные участки, работа над которыми ведется в настоящее время, в том числе в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги». В качественном асфальтовом покрытии нуждаются дворы следующих улиц: Карла Маркса, Полярная и Саммера во Фрязиново, а также Левичева, Ветошкина в Нижнем Посаде. Также необходим ремонт ливневых канализаций для увеличения срока службы дорожного покрытия.

Оба района хорошо обеспечены мусорными контейнерами, однако они расположены в основном в центральных, наиболее обжитых участках, а на окраинах и в промышленной зоне встречаются свалки твердых коммунальных отходов. Они загрязняют почву, а при разложении – воздух, поэтому негативно влияют на здоровье человека и окружающую среду. Для того чтобы изменить ситуацию в лучшую сторону, необходимо утилизировать мусор со свалок, производить заблаговременно вывоз мусорных контейнеров, оборудовать контейнеры для деления отходов на группы, а также проводить пропаганду сортировки мусора.

1. Горин, И. В. Благоустройство города : учебное пособие / И. В. Горин, М. А. Чернышев, А. Г. Белоусов. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный строительный университет, 2012. – 140 с. – Текст : непосредственный.

2. Николаевская, И. А. Благоустройство территорий : учебное пособие / И. А. Николаевская. – 5-е издание, стер. – Москва : Академия, 2015. – 272 с. – Текст : непосредственный.

СПЕЦИФИКА РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ

М.А. Лебедева
Научный руководитель ***С.А Кожевников****, канд. экон. наук*
Вологодский научный центр Российской академии наук
г. Вологда

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН ВолНЦ РАН по теме НИР № 0168-2019-0004 «Совершенствование механизмов развития и эффективного использования потенциала социально-экономических систем»

В последнее время среди всех экологических проблем все большее внимание уделяется глобальному изменению климата, а причиной его усиления признают увеличение концентрации парниковых газов антропогенного происхождения в атмосфере, ключевым источником которых является традиционный энергетический сектор.

Так, в «Повестке дня на период до 2030 года» Генеральной ассамблеей ООН были определены 17 целей устойчивого развития, среди которых указаны «борьба с изменением климата», а также «недорогая и чистая энергия». Важнейшей составляющей комплекса мер в достижении этих целей является переход от традиционной к альтернативной энергетике. Обусловлено это тем, что альтернативная энергетика является отраслью с низким негативным воздействием на здоровье человека и природу.

Актуальность такого энергоперехода на Севере России обусловлена наибольшей выраженностью негативных последствий глобального изменения климата (в ближайшие сто лет повышение среднегодовой температуры может составить от 5 до 12 ^{o}C), а также наличием территорий, изолированных от единой энергетической системы страны. Такие территории обеспечиваются энергией за счет генерации на дизельных установках, являющейся очень дорогой и экологически небезопасной.

Поэтому цель этой работы – определение возможностей преодоления специфических северных барьеров для развития альтернативной энергии на Севере России.

В качестве объекта исследования использован Крайний Север России, на территории которого находятся следующие регионы: Архангельская область, Ненецкий автономный округ, Республика Карелия, Республика Коми, Мурманская область, Тюменская область (включая Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и Ямало-Ненецкий автономный округ), Красноярский край, Республика Тыва, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, Магаданская область, Камчатский край, Сахалинская область.

В 2020 году только у 7 из 14 регионов Крайнего Севера России эксплуатировались (или эксплуатировались и строились одновременно) объекты генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), еще в одном регионе такие объекты только строились (табл.).

Таблица

Электростанции в регионах Крайнего Севера России, единиц

Регион	Объекты энергетики, функционирующие на основе ископаемого топлива	Объекты энергетики, функционирующие на основе возобновляемых источников энергии				
		СЭС	ВЭС	ГЭС	ГеоЭС	ПЭС
Республика Карелия	3	0	2	10	0	0
Республика Коми	9	0	0	0	0	0
Ненецкий АО	3	0	0	0	0	0
Архангельская область без Ненецкого АО		10	2	0	0	0
Мурманская область	5	0	0	17	0	1
Ханты-Мансийский АО – Югра	23	0	0	0	0	0
Ямало-Ненецкий АО	22	0	1	0	0	0
Тюменская область	5	0	0	0	0	0
Республика Тыва	1	0	0	0	0	0
Красноярский край	20	1	0	4	0	0
Республика Саха (Якутия)	12	0	1	2	0	0
Камчатский край	5	0	2	3	3	0
Магаданская область	3	0	0	2	0	0
Сахалинская область	5	0	1	0	0	0
Чукотский автономный округ	5	0	1	0	0	0

Лидером по внедрению объектов ВИЭ на Севере является Камчатский край, в котором эксплуатируются 12 объектов альтернативной энергетики (3 ВЭС, 6 МГЭС и 3 ГеоЭС). Наиболее тяжелая ситуация с энергообеспечением как за счет традиционных, так и ВИЭ наблюдается в Республике Тыва, где есть только один объект генерации энергии – Кызылская ТЭЦ, мощностью 17 МВт, а эксплуатирующихся и строящихся объектов возобновляемой энергетики нет.

На севере есть ряд факторов, отличающих их от других регионов и накладывающие определенные ограничения на развитие ряда отраслей, в частности альтернативной энергетики.

Во-первых, это *погодно-климатические и географические особенности*. Северные регионы, особенно те, что за полярным кругом, характеризуются экстремально низкими температурами, что накладывает некоторые техниче-

ские ограничения на оборудование, а также может вызвать дополнительные теплопотери. Также на данной территории имеют место довольно большие различия в продолжительности светового дня в зависимости от сезона, что определенным образом скажется на солнечной генерации.

Во-вторых, о*чаговое размещение производительных сил*. Как правило, объекты ВИЭ характеризуются небольшой мощностью и не смогут при локально ограниченном размещении обеспечить энергией территории с очень высокой концентрацией потребителей. Возобновляемая энергетика для производства большого количества энергии требует большого количества энергоустановок, которые в свою очередь займут обширную территорию (или акваторию), удаленную от места потребления на значительные расстояния.

Помимо возможных энергопотерь это повлечет за собой регулярное значительное перемещение рабочей силы из места проживания до места размещения энергоустановок, ограничением для чего послужит *низкий уровень развития инфраструктуры*. Для строительства объектов ВИЭ необходимо транспортировать энергетические установки, аккумуляторы, линии электропередач, для чего требуется хорошо развитая инфраструктура. В случае северных регионов и зависимости состояния инфраструктуры от погоды необходимы дополнительные затраты (от расчистки дорог от снега до ремонта).

Поэтому, как отмечают ученые Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, целевым направлением для развития ВИЭ на Севере РФ на краткосрочную перспективу должна стать распределенная энергетика. Это обусловлено как недостаточной энергообеспеченностью отдельных регионов и их частей, так и невозможностью быстрого энергетического перехода к альтернативной энергетике и смены специализации некоторых регионов [1].

Опыт разных стран мира свидетельствует о том, что одним из ключевых факторов, способствующим обширному внедрению объектов ВИЭ является *достижение ценового паритета производительности с традиционной энергетикой* [2].

Более того, отмечается, что достижению ценового паритета будет способствовать межгосударственная и межрегиональная работа над совместными проектами альтернативной энергетики. Такое партнерство также будет полезно при решении проблемы дисбаланса энергоресурсов. В качестве примера можно привести совместный проект России и Норвегии на Пазском каскаде ГЭС на реке Паз, протекающей из Финляндии через Мурманскую область в Норвегию. В каскад входят семь ГЭС, пять из них в Мурманской области, два – в Норвегии. Энергия, генерируемая на этом объекте, распределяется в Россию, Норвегию и Финляндию. В то же время стоит отметить ограниченность возможности использования такого инструмента в регионах Крайнего Севера России в международном масштабе по причине отсутствия у них большого количества межстрановых границ (единственным северным регионом, у которого есть граница с другими странами, является Мурманская область). Тем не

менее создание межрегиональных энергообъединений позволит, на наш взгляд, снизить энергодефицитность некоторых регионов экологически безопасным путем, при этом не оказать значительного влияния на соседний.

1. Порфирьев, Б. Как пройти тур / Б. Порфирьев, А. Широв, А. Колпаков // Эксперт. – 2021. – № 4. – С. 66–69. – Текст : непосредственный.

2. Ермоленко, Г. Широкомасштабное развитие возобновляемых источников энергии и его влияние на рынок электроэнергии и сетевую инфраструктуру / Г. Ермоленко, М. Сапаров. – ЕЭК ООН, 2020. – 84 с. – Текст : непосредственный.

ОЦЕНКА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ЕЛОВОГО ПОДРОСТА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ

Ю.А. Платонова
Научный руководитель ***Л.В. Зарубина****, д-р с.-х. наук, доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия имени Н.В. Верещагина
г. Вологда

На территории Кирилловского района Вологодской области 20 марта 1992 года в целях сохранения уникальных природно-культурных комплексов Вологодского Поозерья был создан Национальный парк «Русский Север». На территории парка, в юго-западной части, располагается уникальная местность – «Сокольский бор». Это лесной массив, в котором преимущественно произрастает сосновый древостой, известный своими эстетическими показателями и чистотой воздуха [1].

Пробы воздуха и почвы соснового леса показали, что в них содержится в 10 раз меньше патогенных микроорганизмов, чем в аналогичных пробах, взятых в березовом лесу. В связи с тем, что за последние 10 лет спрос отдыхающих на посещение Сокольского бора только возрастает, актуален вопрос о сохранении уникального объекта. Для этого нужно понять, как чувствует себя хвойный подрост в этих условиях [1].

Практическая значимость исследования состоит в оценке состояния естественного возобновления хвойных пород под пологом древостоя на основе морфологических показателей кроны подроста.

Цель работы – изучить морфологические показатели кроны хвойного подроста в Сокольском бору Национального парка «Русский Север». В соответствии с этим, основными задачами исследования являются: закладка трех постоянных пробных площадей в хвойных насаждениях; проведение лесотак-

сационных исследований; исследование морфологических показателей кроны хвойного подроста.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые была проведена оценка морфологических показателей кроны подроста естественного возобновления под пологом древостоя в разных типах лесорастительных условий. Исследования проводились в 2019 году на двух участках соснового древостоя, близких по возрасту и таксационной характеристике, относящиеся к зеленомошной группе типов леса и на участке елового насаждения. Закладка пробных площадей велась с учетом требований ОСТ 56-69-83 [2]. Перечет подроста проводился методом пробных площадей (ПП) с учетом требований ГОСТ 16128-70 [3], обработка полевых материалов осуществлялась общепринятыми в лесоводстве и таксации методами. Для характеристики морфологических показателей хвойного подроста была изучена структура кроны: протяженность живой кроны, бессучковой зоны и зоны с сухими сучьями. Определен диаметр кроны в двух направлениях.

Общая характеристика опытных участков представлена в таблице 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика объектов исследования

Состав древостоя	Средние		Бонитет	$G_{ф}$, $м^2$/га	$P_{отн.}$	А, лет	Кол-во экз/га	М, $м^3$/га
	$Д_{ср}$, см	$Н_{ср}$, м						
1 пробная площадь С-бр.								
10СедЕедБ	26,7	22,7	II	35,46	0,90	74	642	382
2 пробная площадь С-чер.								
9С1ЕедБ	32,3	24,2	I	29,25	0,81	73	659	308
3 пробная площадь Е-чер.								
8Е2С	29,5	22,0	II	30,67	0,70	83	446	286

Анализируя данные таблицы можно отметить, что исследование проводилось на участках, характеризующихся не схожими типами лесорастительных условий. Результаты оценки естественного возобновления под пологом древостоев представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика естественного возобновления на опытных участках

№ ПП	Объекты исследования	Состав	Густота, экз./га	Средняя высота елового подроста, м
1	С-брусничный	10ЕедС	402	0,96±0,08
2	С-черничный	10ЕедС	4349	1,48±0,16
3	Е-черничный	10Е	1032	0,64±0,06

Важно отметить, что сосновый подрост на опытных участках практически отсутствует. Индикатором жизненного состояния естественного возобновления является протяженность живой кроны по длине стволика (табл. 3).

Таблица 3

Изменения морфологические показателей структуры кроны елового подроста на пробных площадях

Группы высот	Морфометрические показатели кроны						
	протяженность живой кроны, см	протяженность зоны с сухими сучками, см	бессучковая зона, см	диаметр кроны, см			соотношение протяженности живой кроны к d
				С-Ю	З-В	$Д_{см}$	
С-чер							
до 0,5	13,0±2,0	3,8±0,5	4,8±0,8	45,3±1,4	46,3±0,7	47,0	0,27
0,6–1,5	49,4±3,9	12,2±1,1	16,6±1,6	114,4±0,7	115,2±1,3	115,2	0,42
от 1,5	109,6±3,3	28,4±0,6	30,6±1,3	148,2±0,8	149,0±0,74	149,0	0,73
С-бр							
до 0,5	12,6±1,7	6,2±1,0	8,0±0,7	42,4±1,8	40,5±1,2	41,60	0,30
0,6–1,5	48,5±2,3	14,8±1,5	23,4±1,9	106,3±3,7	109,2±0,96	108,1	0,44
от 1,5	71,2±1,3	36,2±0,8	46,0±1,4	148,8±2,1	150,7±1,71	143,0	0,58
Е-чер							
до 0,5	8,0±1,1	6,2±0,8	4,1±0,8	12,7±0,55	13,0±0,4	13,66	0,58
0,6–1,5	38,6±1,3	16,6±1,8	17,2±1,3	75,8±1,2	77,4±1,3	76,4	0,54

Анализ данных таблицы 3 показал, что соотношение протяженности живой кроны к диаметру почти у всех градаций высот меньше единицы, поэтому он относится к категории сомнительного [4].

Так же можно заметить, что чем выше высота подроста, тем протяженность живой кроны больше. Это объясняется тем, что крупный подрост получает больше солнечной энергии, притеняя мелкий и средний.

Дополнительно можно проследить зависимость протяженности живой кроны от условий местопроизрастания – чем они лучше, тем протяженность живой кроны больше. Наименее благоприятные условия для жизнедеятельности елового подроста складываются в ельнике черничном, это связано с недостатком света, ведь даже в ясную погоду под полог елового насаждения проникает лишь 8 % фотосинтетически активной радиации, это является одним из факторов сокращения доли живой кроны у подроста на изучаемых объектах. Так, в ельнике черничнике живая зона кроны составляет 55,3 % от всей высоты стволика, а в сосняке черничнике – 63,2 %, что на 7,9 % больше (рис.) [4].

По результатам оценки морфологических показателей кроны подроста можно сделать заключение, что на изучаемых участках состояние естественного возобновления ели удовлетворительное, чего нельзя сказать о сосне. Это позволяет предположить, что без проведения мероприятий по содействию естественному возобновлению сосны, с течением времени на территории Сокольского бора площадь сосновых насаждений будет сменяться на еловые.

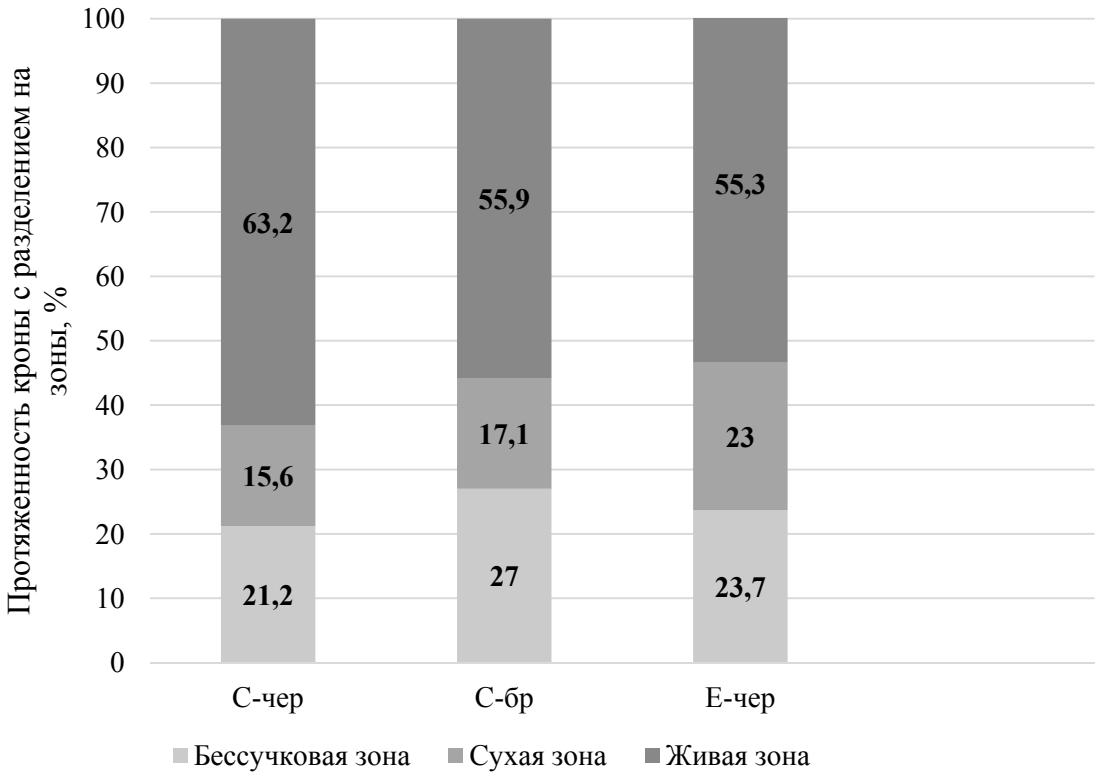


Рис. Структура кроны елового подроста на опытных участках

1. Об утверждении Положения о национальном парке "Русский Север" : Приказ Минприроды России от 25.10.2012 N 345 (Зарегистрировано в Минюсте России 04.12.2012 N 26002). – Текст : электронный // Консультант Плюс: надежная правовая защита: [сайт]. – 2021. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_139101/ (дата обращения: 20.10.2021).

2. ГОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. – Москва : Государственный комитет по стандартам, 1982. – 12 с. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ 16128-70. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – Москва : Издательство стандартов, 1971. – 23 с. – Текст : непосредственный.

4. Зарубина, Л. В. Эколого-физиологические особенности ели в березняках черничных: монография / Л. В. Зарубина, В. Н. Коновалов. – Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск : ИД САФУ, 2014. – 378 с. – Текст : непосредственный.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПОНЕНТА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Смелова
Научный руководитель ***В.И. Хавроничев****, канд. пед. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Переход Российской Федерации и каждого ее региона к устойчивому развитию был закреплен еще в 1996 году Указом Президента Российской Федерации от 01.04.1996 г. № 440. Исходя из этого, переход к устойчивому развитию – актуальная задача XXI века.

Под устойчивым развитием региона будем понимать комплексный процесс, ведущий к решению проблем населения на региональном уровне, к повышению условий жизни жителей региона путем достижения сбалансированности социально-экономического и экологического развития, осуществляемого на основе рационального использования всего ресурсного потенциала региона, включая географические особенности региона, а также особенности экономики, инфраструктуры, промышленности и потенциальных возможностей отдельных городов, относящихся к данному региону [1]. Исходя из данного определения, можно отменить, что устойчивое развитие региона базируется на трех основных компонентах: экологическая, экономическая, социальная.

В статье рассмотрим подробнее экологическую составляющую устойчивого развития региона, так как на сегодняшний день экологическая компонента устойчивого развития регионов изучена в наименьшей степени. Одной из причин этого является отсутствие единого методического подхода к экологическому фактору в системе показателей устойчивого развития регионов.

Целью данного исследования является – оценка экологической устойчивости Вологодской области на основании расчета интегрального индекса в сравнении с другими субъектами Северо-Западного федерального округа (далее СЗФО). Объект исследования – экологическая компонента устойчивого развития Вологодской области.

В ходе исследования будет применена методика оценки экологической компоненты устойчивого развития, основанная на методике оценки устойчивости социально-экономической системы Т.В. Усковой [2] и которая будет включать следующие этапы.

1 этап: подбор индикаторов и статистических данных. Статистические данные для исследования были взяты из официальных источников статистики, таких как Федеральная служба государственной статистики (Росстат), статистический бюллетень «Основные показатели охраны окружающей среды».

2 этап: статистическая оценка экологической устойчивости региона. На данном этапе произведен расчет интегрального индекса экологической устой-

чивости с применением следующих методов: метод межрегионального сравнения, метод стандартизации индикаторов. Метод межрегионального сравнения позволяет определить наилучший результат, который будет рассматриваться за «эталон» и к которому должен стремиться каждый регион для обеспечения экологической устойчивости. Для межрегионального сравнения необходимо стандартизировать значения индикаторов, для этого применяются следующие формулы: формула (1), если увеличение значения индикатора положительно влияет на экологическую устойчивость (прямой показатель); формула (2), если увеличение значения индикатора отрицательно влияет на экологическую устойчивость (обратный показатель).

$$ki = \frac{xi}{\max(xi)}, \quad (1)$$

$$ki = \frac{\min(xi)}{xi}, \quad (2)$$

где ki – стандартизованное значение i-го индикатора;

xi – фактическое значение i-го индикатора;

max (xi), min (xi) – наилучшее максимальное или минимальное значение показателя-эталона.

Стандартизированные значения индикаторов находятся в диапазоне [0; 1]. Чем ближе значение исследуемого индикатора к 1, тем выше достигнутый по нему результат в сравнении с «эталоном». На основании стандартизированных значений производится расчет по формуле (3) интегрального индекса, который отражает уровень развития экологической компоненты:

$$I\text{экол} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} k_i^2}{n}}, \quad (3)$$

где Iэкол – статический групповой индекс уровня развития экологической компоненты.

3 этап: интерпретация оценки экологической устойчивости, для которой воспользуемся таблицей 1 [2, с. 101].

Таблица 1

Интерпретация значений индекса уровня экологической устойчивости развития региона

Область устойчивости	Границы интервала индекса	Степень устойчивости системы
1	0,9<Iуст.≤1	Высокий уровень устойчивости
2	0,75<Iуст.≤0,9	Устойчивое развитие
	0,5<Iуст.≤0,75	Развитие, близкое к устойчивому
3	0,25<Iуст.≤0,5	Развитие с признаками неустойчивости
	0,1<Iуст.≤0,25	Неустойчивое, предкризисное развитие
4	0<Iуст.≤0,1	Абсолютно неустойчивое развитие, кризис

В качестве индикаторов экологической устойчивости развития региона будет рассмотрены следующие:

1) выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников, тыс. тонн;
2) объем загрязненных сточных вод, млн куб. м.;
3) лесовосстановление, тыс. га.;
4) текущие затраты на окружающую среду, млн руб.;
5) инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, млн руб.;
6) площадь погибших лесных насаждений, га;
7) доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве отходящих загрязняющих веществ от стационарных источников, %;
8) использование свежей воды, млн куб. м.;
9) объем оборотной и последовательно используемой воды, млн куб. м.

На рисунке 1 представлено графическое изображение индикаторов по направлению связи: прямые показатели располагаются левее единицы (эталона), обратные показатели располагаются правее единицы (эталона), так как их увеличение отрицательно сказывается на экологической устойчивости.

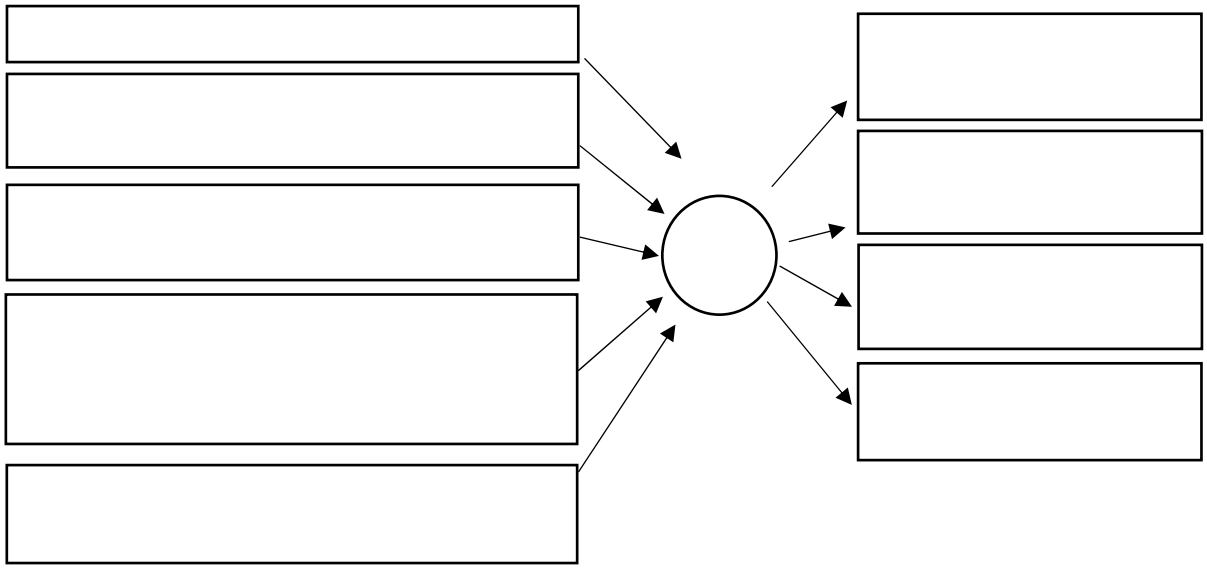


Рис. 1. Прямые (левее эталонного значения) и обратные (правее эталонного значения) индикаторы экологической устойчивости

Исходя из полученных результатов (табл. 2) Вологодская область по уровню экологической устойчивости на 2020 год занимает высокое положение среди субъектов СЗФО и уступает только Ленинградской (0,5965) и Архангельской (0,5480) областям. Значение индекса уровня экологической устойчивости Вологодской области равняется 0,5462, что свидетельствует о развитии, близкому к устойчивому (по таблице 2).

Таблица 2

Интегральный индекс уровня экологической устойчивости развития регионов СЗФО за период 2014–2020 гг.

Субъект СЗФО	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Республика Карелия	0,3013	0,3029	0,3029	0,3167	0,2570	0,2715	0,2640
Республика Коми	0,3556	0,4650	0,3909	0,4243	0,3906	0,3587	0,4069
Архангельская область	0,4677	0,4558	0,4552	0,4652	0,4311	0,4466	0,5480
Вологодская область	**0,5270**	**0,5502**	**0,5486**	**0,6119**	**0,5945**	**0,5664**	**0,5462**
Калининградская область	0,4728	0,5036	0,4796	0,4845	0,4231	0,4529	0,4841
Ленинградская область	0,5721	0,4736	0,5719	0,5681	0,5267	0,5022	0,5965
Мурманская область	0,4765	0,4033	0,4110	0,4517	0,5027	0,5264	0,5098
Новгородская область	0,5032	0,4660	0,4669	0,5880	0,5557	0,5195	0,5081
Псковская область	0,4731	0,4908	0,5371	0,4735	0,4899	0,4694	0,4627
г. Санкт-Петербург	0,3790	0,4332	0,4461	0,4669	0,4096	0,4559	0,3838

В течение анализируемого периода можно заметить, что показатель имел нестабильную динамику, что наглядно представлено на рисунке 2. В целом за период 2014–2020 гг. индекс экологической устойчивости увеличился с 0,5270 до 0,5462. Стоит отметить, что наибольшее значение показателя наблюдалось в 2017 году (0,6119), что свидетельствует о том, что в данный год региональными властями и крупными промышленными предприятиями области были предприняты меры по снижению экологической нагрузки и улучшению окружающей среды.

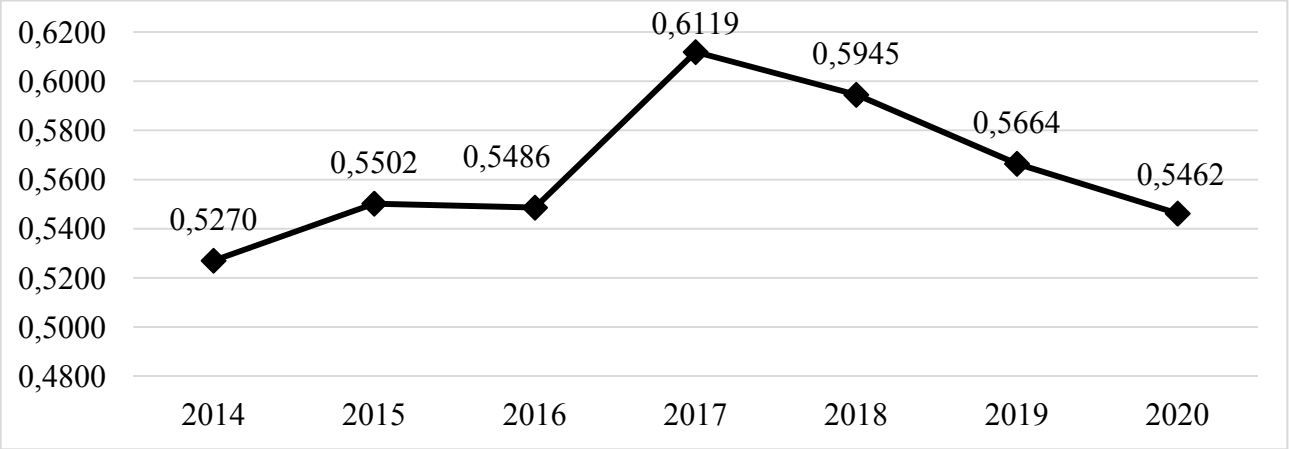


Рис. 2. Индекс экологической устойчивости развития Вологодской области в период 2014–2020 гг.

Проведем медианный анализ индекса экологической устойчивости. Для этого ранжируем показатели от наименьшего к наибольшему значению: 0,5270, 0,5462, 0,5486, 0,5502, 0,5664, 0,5945, 0,6119. Медиана равна 0,5502. В периоды 2014, 2016, 2020 значение индекса экологической устойчивости Во-

логодской области меньше медианного, в 2017, 2018, 2019 годах – выше медианного.

Исходя из проведенного исследования, можно сделать вывод, что обеспечение экологической устойчивости является важнейшим компонентом устойчивого регионального развития. При этом результаты расчета индекса экологической устойчивости Вологодской области свидетельствуют о нестабильном развитии экологической устойчивости. Отметим, что с 2017 года по 2020 год наблюдается убывающая динамика индекса экологической устойчивости. К основным факторам такого явления можно отнести: лидерство по количеству выбросов в атмосферу среди регионов СЗФО; снижение доли уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ (с 83,3 % до 68,7 %); несмотря на значительный объем выбросов, объемы текущих затрат и инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды, недостаточны высоки (5 место среди субъектов СЗФО).

1. Подпругин, М. О. Устойчивое развитие региона: понятие, основные подходы и факторы / М. О. Подпругин. – Текст : непосредственный // Российское предпринимательство. – 2012. – № 24. – С. 214–221.

2. Ускова, Т. В. Управление устойчивым развитием региона : монография / Т. В. Ускова. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2009. – 355 с. – Текст : непосредственный.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПАСПОРТИЗАЦИИ РОДНИКОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ЭКОМОНИТОРИНГА

О.А. Соболева

Научный руководитель ***Л.Н. Анищенко****, д-р с.-х. наук, профессор*

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

г. Брянск

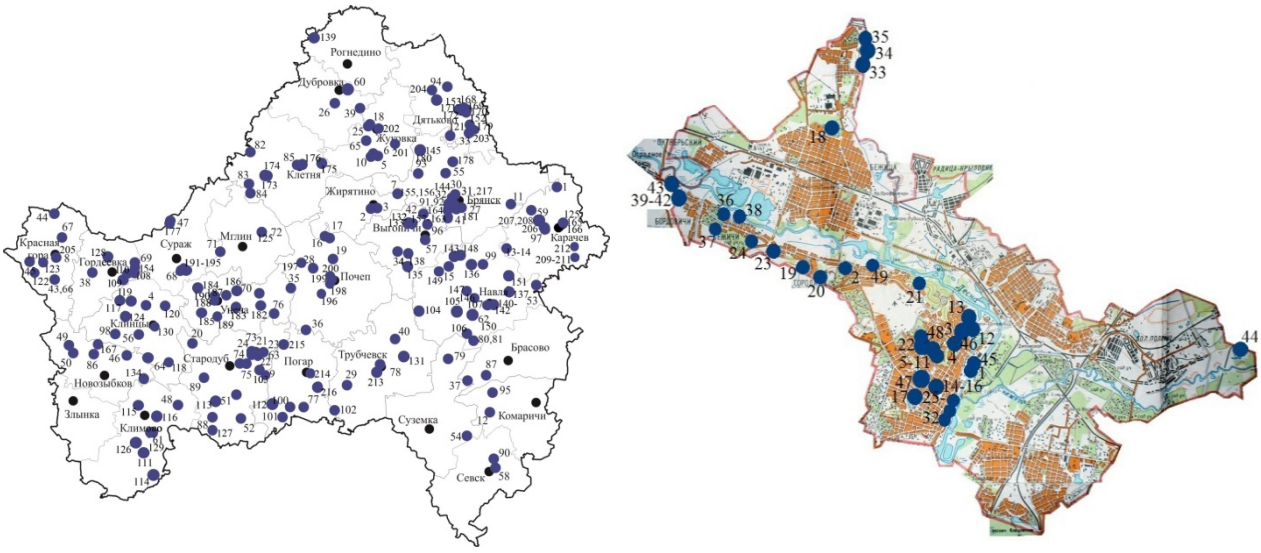
Родники – естественные выходы подземных вод на земную поверхность, издавна используются местным населением как источники питьевой воды, для хозяйственно-бытовых нужд, а также в культово-религиозных целях. Родники усиливают пейзажное значение ландшафта и как часть урочищ участвуют в формировании уникальных биотопов и биоразнообразия биоценозов, складывающихся возле них. Совокупность перечисленных факторов подтверждает актуальность осуществления работ по сбору мониторинговых данных и паспортизации родников как основы долгосрочных мероприятий по программе «Водные ресурсы Нечерноземья РФ».

Брянская область занимает первое место в ЦФО по плотности насыщения поверхностными водами, вклад в этот показатель вносят и родники, образую-

щие малые реки. Родники как объекты экомониторинга по гидробиологическим, гидрохимическим показателям – весьма многочисленны ввиду формирования мощных месторождений изливаемых напорных подземных вод. Проведение паспортизации, картирования родников, многолетние гидрохимические изыскания положены в основу постоянно обновляемых баз по выходам подземных вод на территории староосвоенного региона. Родники как источники пресных вод – носители геологической и культурной информации о населении местности, что определяет важность и первоочередность осуществления мониторинговых исследований, отраженных в Атласе родников области.

Комплексные исследования эколого-химического состава, местонахождения, качества вод родников Брянской области проводятся нами с 2012 года [1, 2]. За это время проанализированы и составлены паспорта 276 родников городских и сельских поселений (рис.). Подобные исследования необходимы не только в целях инвентаризации и экомониторинга, но и для сохранения национального богатства и культуры.

Таким образом, цель данного многолетнего исследования – создание и ведение мониторинговой базы выходов подземных вод (родников) и прилегающих ландшафтов на территории Брянской области в целях охраны и рационального использования водных ресурсов.



а) б)

Рис. Карта-схема расположения родников на территории Брянской области (а) и города (и городского округа города) Брянска (б)

Федеральный закон Российской Федерации от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» ставит задачу обеспечения качества и безопасности воды, подаваемой с использованием систем горячего и холодного водоснабжения для сохранения и укрепления здоровья людей. В связи с этим, ряд авторов [3–5] указывают на необходимость проведения на местном уровне полной инвентаризации всех родников как источников нецентрализо-

ванного питьевого водоснабжения для оценки их экологического и технического состояния. О.В. Гагарина рекомендует после проведения инвентаризации осуществить последовательно комплекс работ [6]:

– нанесение родников на карту-схему населенного пункта;

– обследование территории вблизи родника в радиусе 50 м для определения эколого-санитарного состояния и антропогенной нагрузки на территорию;

– проведение серии наблюдений за режимом использования и посещаемостью родника населением с целью определения социальной значимости данного выхода подземных вод как источника питьевого водоснабжения;

– составление паспорта родника.

Для обеспечения правовых основ и эффективных методов охраны памятников природы и защиты их от загрязнений, засорений и истощения составляются паспорта, оформляемые специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды и утверждаемые решением государственного органа об объявлении природных объектов и комплексов памятником природы.

Согласно Приказу Минприроды России от 14.12.1992 «Об утверждении Типовых положений о государственных природных заказниках и памятниках природы», в паспорте памятника природы указываются:

– наименование памятника природы, его значение;

– местонахождение памятника природы;

– краткое описание памятника природы;

– описание границ памятника природы и его охранной зоны;

– площадь, занимаемая памятником природы и его охранной зоной;

– режим охраны, установленный для памятника природы;

– допустимые виды использования памятников природы;

– установленный режим охранной зоны памятника природы;

– наименования и юридический адрес собственников, владельцев, пользователей и арендаторов земельных участков, на которых расположен памятник природы и его охранная зона.

Также паспорт включает: фотографии (не менее 9×12 см), иллюстрирующие на момент составления паспорта состояние памятников природы и его наиболее ценных участков или отдельных объектов; карту-схему с указанием границ и местонахождения памятника природы и его охранной зоны.

В этот перечень сведений по описанию родника и его водосбора авторы [6] считают необходимым добавить характеристику обустройства подходов к роднику и характеристику физического и санитарного состояния каптажной камеры с соответствующим заключением и необходимыми рекомендациями.

Авторы [7] отмечают, что в современных условиях усиления антропогенного пресса на памятники природы утвержденная типовая форма паспортизации водных памятников природы, не подвергавшейся актуализации с 1992 го-

да, несовершенна и требует дополнения. По их мнению, к экологическому паспорту в качестве регламентирующего документа должно быть составлено охранное обязательство, подписанное региональными органами исполнительной власти и содержащее приложения. В приложениях указываются: занимаемая площадь охраняемого объекта; исторические сведения о памятнике природы; литературные, архивные и другие источники сведений об охраняемом природном объекте; природные лечебные факторы (тип минеральных вод, физико-химические свойства минеральных вод, количество скважин, дебит); перспективы развития и использования водных памятников природы; альбом рисунков и живописных изображений памятника природы и другие сведения.

На основе проведенного анализа литературных данных, нами в рамках реализации мониторинговой базы данных «Атлас родников Брянской области» как части проекта «Родники Нечерноземья РФ» использована следующая схема ведения паспортизации.

1. Сведения об использовании родников:
- название родника;
- цель использования;
- современное состояние;
- исторические сведения;
- фотография.

2. Сведения о местоположении родника:
- район области;
- населенный пункт;
- характеристика ландшафта природниковой территории;
- координата источника.

3. Данные паспортизации:
- характер родника (нисходящий, восходящий);
- водоносные и водоупорные породы;
- связь родника с другими водными объектами;
- дебит;
- температура воды;
- характеристика и качество каптажа;
- органолептическая оценка воды;
- результат гидрохимического анализа родниковой воды;
- дата паспортизации.

Таким образом, мониторинговая база родников Брянской области представляет собой многолетние комплексные сведения по географии, геохимии, гидрохимии родников во временном разрезе, по которым возможно дальнейшее проведение анализа факторов, пагубно влияющих на качество вод и, в том числе, необратимо изменяющих состояние водных экосистем, составле-

ние кратко- и долгосрочных прогнозов и организация экоконтроля. Перечисленные факторы обуславливает важность и значимость продолжения работ по паспортизации родников и сбора мониторинговых данных для дополнения Атласа родников Брянской области.

1. Экологическое состояние родников (на примере Брянской области) / Л. С. Плевако, А. Е. Леонова, А. Ю. Зверева, Л. Н. Анищенко // Вестник Брянского государственного университета. – 2014. – № 4. – С. 155–160. – Текст : непосредственный.

2. Эколого-химическая оценка родников городских и сельских поселений Нечерноземья РФ по данным мониторинга (Брянская область, 2012-2020 гг.) / О. А. Соболева, Л. Н. Анищенко, О. С. Щетинская [и др.] // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2020. – Т. 12, № 5. – С. 128–149. – Текст : непосредственный.

3. Родники на урбанизированной территории: экологическое состояние, тенденции их изменения, перспективы использования как резервных водоисточников / О. Д. Лукашевич, Н. Т. Усова, В. П. Федорова, Л. А. Зейле // Вода: технология и экология. – 2007. – № 1. – С. 3–14. – Текст : непосредственный.

4. Лукашевич, О. Д. Безопасность воды в родниках города Томска / О. Д. Лукашевич, Н. А. Чернышова // XXI век. Техносферная безопасность. – 2018. – Т. 3. – № 2 (10). – С. 81–97. – Текст : непосредственный.

5. Паспортизация и природоохранный статус родников Брянской области / Л. С. Плевако, А. Е. Леонова, А. Ю. Зверев, Л. Н. Анищенко // Географические проблемы сбалансированного развития староосвоенных регионов : Материалы III Международной научно-практической конференции. – Брянск : Курсив. – С. 45–50. – Текст : непосредственный.

6. Гагарина, О. В. Вопросы исследования и контроля эколого-санитарного состояния родников в нормативных документах РФ / О. В Гагарина // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. – 2012. – № 1. – С. 9–15. – Текст : непосредственный.

7. Бабиков, В. А. Новые подходы к экологической паспортизации водных памятников природы регионального значения / В. А. Бабиков, Э. Н. Елаев, К. Ш. Шагжиев // Вестник Бурятского государственного университета. Биология. География. – 2015. – № 4а. – С. 68–73. – Текст : непосредственный.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ОБ ЭКОЛОГИИ КАК О МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКОЙ ОСНОВЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д.В. Соколов, М.Д. Петухова
Научные руководители: ***А.А. Шабунов****, канд. биол. наук*
И.А. Мухин*, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В последнее столетие основной тенденцией развития человечества было неограниченное потребление, которое привело к глобальному экологическому кризису. Еще около 150 лет назад экология была преимущественно описательной наукой, не выходившей за границы узкого круга ученых. По Э. Геккелю, предложившему этот термин, экология – это общая наука об отношении организма к окружающей среде, куда мы относим все «условия существования» в широком смысле этого слова [1]. В то время многие природные ресурсы считались неисчерпаемыми. Состояние окружающей среды не было основным фактором благополучного развития общества. На данный момент ситуация резко ухудшилась и является серьезной угрозой для жизни будущих поколений.

Чтобы оценивать то, как именно влияет современный человек на внешнюю среду, был разработан ряд экологических показателей, наиболее популярный из них – индикатор экологического следа. Основная идея заключается в том, чтобы оценить количество потребляемых ресурсов, образующихся отходов, а также их связи с возможностями планеты производить и поглощать эти ресурсы и отходы. Допустимый экологический след считается 2,1 глобальных гектара на человека. В таком случае экосистема способна обновляться и удовлетворять потребности человечества. В 2020 году мировая средняя величина следа составила 2,5 га/человека, тогда как в России на 2016 год экологический след на душу населения составил более 5 га [2]. Несмотря на большой биологический потенциал и сокращение населения нашей страны, Российская Федерация является «экологическим должником». С другой стороны, официальная экологическая повестка в России – это сохранение природы, сортировка и переработка отходов (в крупных городах), борьба с глобальным потеплением. На фоне эпидемии, экономической рецессии и политических событий эти темы выглядят как минимум не самыми приоритетными.

Осознание ряда проблем, а именно загрязнение атмосферного воздуха, исчерпание запасов питьевой воды, разрушение озонового слоя, сокращение биоразнообразия привело к широкой экологизации всех процессов, начиная от повседневных дел и заканчивая перестройкой этапов промышленного производства. Но самое главное – это привело к смене общественной парадигмы. Вместо неограниченного потребления и траты природных ресурсов – сохранение окружающей среды, удовлетворение потребностей нынешнего поколе-

ния, без ущемления возможностей пользования будущего, переход от антропоцентризма к становлению экологоориентированного мировоззрения людей.

Формирование мировоззрения – сложный и нелинейный процесс, который идет в течение всей жизни индивидуума, но большая часть жизненных установок приобретается во время обучения. Мировоззрение – это комплекс обобщенных представлений человека об общих закономерностях, которым подчиняется все, что окружает человека. От того, как человек воспринимает окружающую действительность, будет зависеть то, как он будет пользоваться природными ресурсами. Прагматическим взглядом человека на внешний мир можно объяснить неограниченное природопользование, чрезмерное техногенное воздействие на природу.

Новые витки развития общества привели к созданию новой концепции устойчивого развития. В 1992 г. в Рио-де-Жанейро на международном уровне состоялась конференция ООН по окружающей среде и развитию, где одной из основополагающих идей стало изменение отношения к окружающей среде, разрушение экологических стереотипов. В рамках этой парадигмы в Вологодской области сформирована система непрерывного экологического образования. Ее лозунгом провозглашено «экологическое образование – это для жизни и в течение жизни». На каждом этапе непрерывного образовательного процесса, с учетом его предметных особенностей в обучении, определено конкретное содержание экологического образования, а также направленность его целей [3]. В связи с этим можно предположить, что есть прямая взаимосвязь между уровнем образования человека и его отношением к экологии.

Для выявления этой связи было проведено анонимное анкетирование среди случайной выборки людей разного возраста и уровня образования. Для проведения опроса использовалась интерактивная технология «Google forms». Опрос включал три анкетных вопроса – пол, возраст, уровень образования – и три вопроса об экологических последствиях. Полученные данные обрабатывались статистически в программной среде MS Excel.

В анкетировании приняло участие 258 человек, большая часть – женщины (69 %). Возраст опрошенных – от 11 до 65 лет. Различные возрастные группы представлены неравномерно, так как анкета распространялась в социальных сетях, около 50 % респондентов – молодые люди в возрасте 14–23 лет. Почти половина участников (42 %) – это студенты университетов, 29 % – выпускники высших учебных заведений, 22 % – обучающиеся в школе. Для анализа мы выделили следующие возрастные группы: 10–20 лет; 21–30 лет; 31–40 лет; 41 год и старше.

Первый вопрос направлен на выяснение роли экологии в мировоззрении человека. Опрашиваемым предлагалось выбрать несколько вариантов из числа предложенных ответов. Самый популярный ответ, что экология «естественная наука», указывался респондентами одинаково часто независимо от пола и возраста. Это говорит о том, что в представлении большинства современников

превалируют элементы осознания важности научного подхода к изучению и сохранению окружающей среды. Информационное поле насыщенно экологической повесткой и люди вполне осознают, что эта повестка имеет над собой научную основу.

Менее популярны ответы, связанные с пониманием экологии как среды обитания, образом жизни или как учебной дисциплины. Респонденты женского пола чаще сопоставляли экологию с образом жизни, а мужского – с окружающим миром. Нам кажется закономерным, что участники в возрасте 25–30 лет наиболее часто связывали экологию с учебным предметом. При этом опрошенные более младшего (школьного) возраста не указывают связь экологии и учебной дисциплины, возможно это связано с тем, что преподавание экологии в школе давно отменено [3].

Второй вопрос был направлен на выявление понимания глубины экологических проблем человеком. Мы решили выявить это, задав вопрос о том, какой экологический след оставляет респондент. Следящий за экологической повесткой укажет, что след россиянина в среднем в два раза больше, чем среднепланетарный. Большинство предположило, что их потребление ресурсов в среднем соответствует планетарному, 18 % опрашиваемых затруднились ответить на данный вопрос, большинство из них участники от 10 до 20 лет, и 27 % опрашиваемых, преимущественно мужского пола, считали, что их потребление ресурсов меньше, чем в среднем по планете. Чаще всего верно оценивают экологический след люди со средним образованием (или получающие его в данный момент) – 22 % из участников этой группы. Люди старшего возраста – студенты и уже получившее высшее образование – чаще недооценивают экологический след – 76–77 % респондентов и чаще отвечают более уверенно – доля ответов «затрудняюсь» снижается от 32 % у школьников до 12 % у людей с высшим образованием (рис. 1).

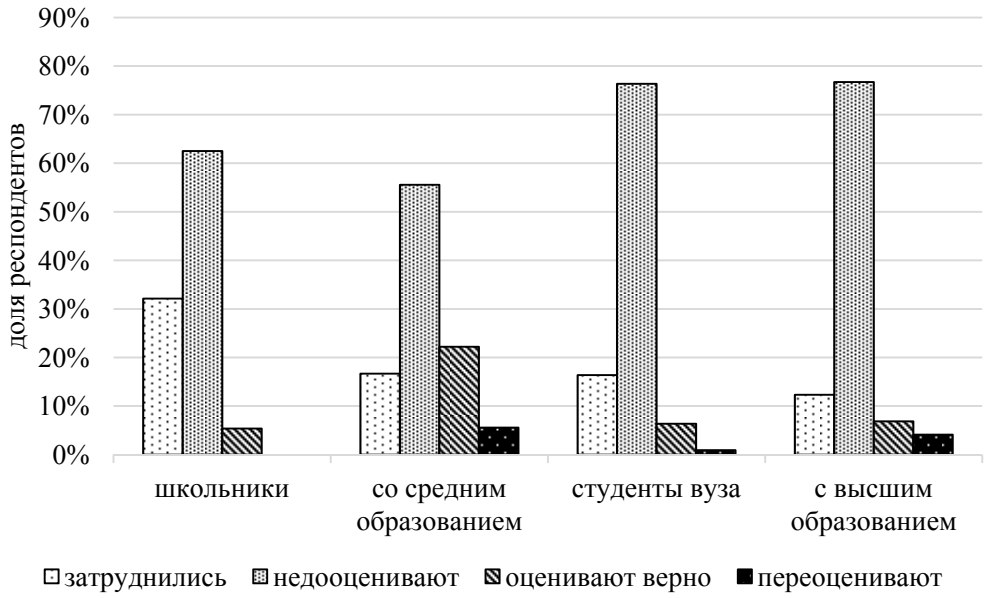


Рис. 1. Оценка респондентами среднего экологического следа россиянина

Последний вопрос был связан с оценкой важности изучения экологии по пятибалльной шкале. Больше половины участников анкетирования ответили, что экологию должен знать абсолютно каждый, 36 % – считают, что экологию знать нужно, но есть более важные вопросы. О том, что знать экологию не так важно, отметили 8 % опрашиваемых.

То, что экологию не нужно знать вообще, никто из участников анкетирования не указал. Можно сделать вывод, что люди понимают значимость экологии в современном мире. Оценка экологических знаний в «3» балла встречается чаще среди опрошенных мужского пола, чем женского. Респонденты возрастной группы 10–20 лет выбирали оценку знания экологии в «4» балла чаще, чем в «5» баллов, а респонденты возрастной группы 21–30 лет – наоборот. Участники опроса из возрастной группы 31–40 лет оценивали важность знания экологии одинаково между «4» и «5» баллами. Люди старше 40 лет практически всегда отвечали, что очень важно знать экологию, то есть ставили «5» баллов (рис. 2).

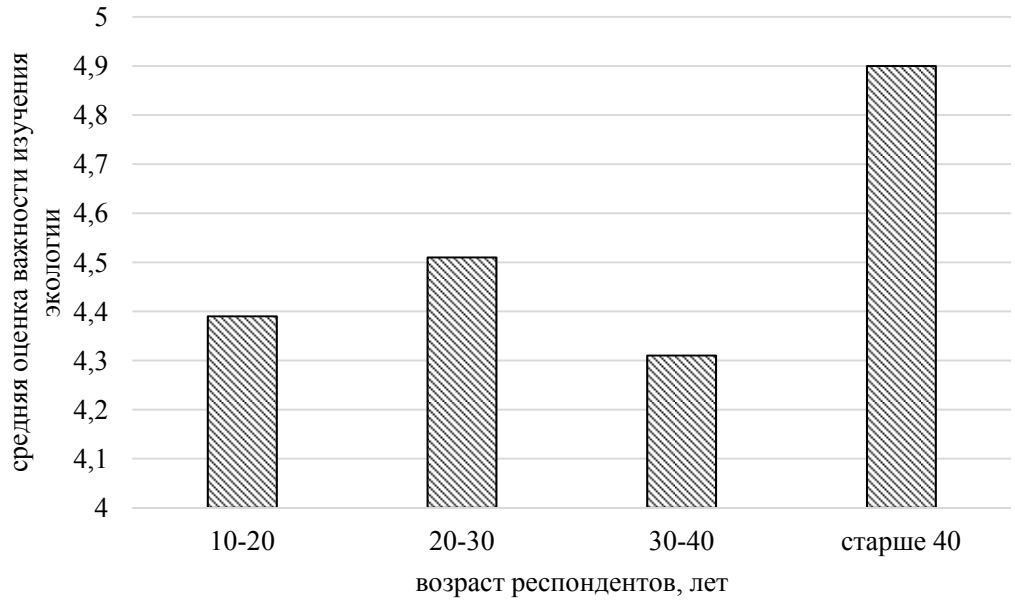


Рис. 2. Оценка респондентами важности знания экологии

В итоге мы увидели, что понимают люди под термином экология, как глубоко оцениваются проблемы окружающей среды и природопользования и насколько важны экологические знания. Независимо от возраста и уровня образования, люди знают, что в первую очередь экология – это естественная наука. Мы делаем вывод, что большинство опрошенных понимает, что природопользование основывается на научном подходе и (или должно основываться) не на потребительском отношении к природе, а на научной основе. Однако при этом люди в большинстве своем не владеют реальной информацией о нагрузке на среду – представления об экологическом следе заниженное. На данный момент Россия является «экологическим задолжником» и в два раза превышает допустимый показатель экологического следа [2]. Важность экологических знаний отмечают все опрошенные, из этого можно сделать вывод, что идет формирование экологоориентированного мировоззрения людей.

1. Розенберг, Г. С. Еще раз к вопросу о том, что такое «Экология»? / Г. С. Розенберг. – Текст : электронный // Биосфера. – 2010. – № 2. – С. 324–334. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/esche-raz-k-voprosu-o-tom-chto-takoe-ekologiya/viewer (дата обращения: 01.11.2021).

2. WWF (2020) Living Planet Report 2020 – Bending the curve of biodiversity loss. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.

3. Мухин, И. А. Система непрерывного экологического образования на этапе «школа-вуз» / И. А. Мухин, М. В. Бутакова. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2015. – 68 с. – Текст : непосредственный.

МЕТОДЫ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

М.В. Степырев
Научный руководитель ***С.М. Хамитова****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Исследованиям почвенного покрова зоны влияния объекта уделено наибольшее внимание, так как почва является наиболее чутким индикатором геохимической обстановки в ландшафте, она находится на пересечении транспортных путей миграции химических элементов и соединений. Для техногенных ландшафтов эпигенетическая составляющая почв формируется во многом за счет выпадения загрязнения атмосферы и характеризует многолетнюю внутреннюю структуру загрязнения воздушного бассейна.

Тестирование почвы и сельскохозяйственных угодий в районах воздействия различных источников загрязнения является важным инструментом оценки изменений в почве.

Эффективный контроль почвы – это надлежащее и правильное осуществление отбора проб, которое обеспечивает достоверные результаты анализа, на основе которых при необходимости могут быть выданы правильные рекомендации по ее восстановлению.

В связи с этим единые требования к отбору проб, связанных с загрязнением земель, должны представлять собой последовательные этапы, включающие определение пробных площадок и границ загрязнения, неоднородность (изменчивость) почвы, порядок отбора проб почвы, размер пробной площадки, рассмотрения количества, глубины и вида проб, обращение с пробами, упаковку, транспортирование и хранение проб, а также требования к анализу проб [1].

В зависимости от цели исследования размер пробной площадки, количество и вид пробы должны соответствовать указанным в таблице 1.

Таблица 1

Размер пробной площадки, количество и вид пробы

Цель исследования	Размер пробной площадки, га		Количество проб
	Однородный почвенный покров	Неоднородный почвенный покров	
Определение содержания в почве химических веществ	От 1 до 5	От 0,5 до 1	Не менее одной объединенной пробы
Определение физических свойств и структуры почвы	От 1 до 5	От 0,5 до 1	От трех до пяти точечных проб на один почвенный горизонт
Определение патогенных организмов и вирусов	От 0,1 до 0,5	0,1	10 объединенных проб, состоящих из трех точечных проб каждая

Для оценки современного экологического состояния отдельных компонентов природной среды на территории при проектировании объектов строительства проводиться отбор проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов.

Работы по обследованию общехимического и санитарно-эпидемиологических показателей загрязнения выполняются в соответствии с СанПин [2] и другими нормативными документами.

Согласно МУ 2.6.1.2398-08 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности» [3], если планируется использование перемещаемых в ходе строительства грунтов для обратной засыпки, благоустройства территорий и т.п., обязательным является анализ соответствия радиологических показателей грунтов требованиям НРБ-99 «Нормы радиационной безопасности». Далее рассчитывается эффективная удельная активность естественных радионуклидов (Аэфф) – суммарная удельная активность естественных радионуклидов в материале, определяемая с учетом их биологического воздействия на организм человека, и делаются выводы согласно полученным данным.

Основным критерием оценки степени загрязнения природных сред тем или иным химическим веществом в России является их предельно допустимая концентрация (ПДК).

Другим эталоном сравнения и оценки уровней химического загрязнения являются «фоновые» содержания, т.е. содержания контролируемых веществ в природных объектах, не подвергающихся техногенному воздействию или испытывающих его в минимальной степени.

Таким образом, оценка уровней химического загрязнения той или иной территории основывается на сравнении имеющегося загрязнения с фоновыми уровнями и с ПДК.

Перечень химических веществ, определяемых в пробах почвы, принимается в соответствии СанПин [2].

Оценка загрязнения почвы проводится по степени опасности в санитарно-эпидемиологическом отношении. Оценка загрязнения проводится с целью определения степени безопасности для человека и дальнейшей разработки мероприятий по предотвращению вредного воздействия. Оценка почвы и отнесение к определенной категории загрязнения основаны на сравнении концентрации веществ с ПДК (ОДК) и определение суммарного показателя загрязнения Zc. Методика оценки почвы по химическому загрязнению приведена в МУ 2.1.7.730–99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» [4].

При оценке органических токсикантов при проектировании объектов строительства для экологической оценки состояния почво-грунтов использованы содержания нефтепродуктов, ПАУ (бенз(а)пирен).

При содержании органических загрязнителей меньше ПДК, почвы относятся к категории «чистая», от 1 до 2 ПДК – «допустимая», от 2 до 5 ПДК – «опасная» и более 5 ПДК – «чрезвычайно опасная».

Для нефтепродуктов в России нет установленных ПДК (ОДК) в почвах.

На основании письма Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ от 27.12.1993 № 04–25/61–5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» концентрация нефтепродуктов менее 1000 мг/кг – уровень загрязнения считается допустимым.

Рекомендации по использованию почв обусловливаются степенью загрязнения и приведены в таблице 2 [5].

Таблица 2

Правила выбора вида использования почв в зависимости от степени их загрязнения

Категории загрязнения почв	Рекомендации по использованию почв
Чистая	Использование без ограничений
Допустимая	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска
Умеренно опасная	Использование в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта не менее 0,2 м
Опасная	Ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. При наличии эпидемиологической опасности – использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем
Чрезвычайно опасная	Вывоз и утилизация на специализированных полигонах. При наличии эпидемиологической опасности – использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем

1. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Почвы. Общие требования к отбору проб: издание официальное: дата введения 2019-01-01 : разработан Ассоциацией «Некоммерческое партнерство «Координационно-информационный центр государств-участников СНГ по сближению регуляторных практик» (Ассоциация «НП «КИЦ СНГ»). – Москва : Стандартинформ. – Текст : непосредственный.

2. СанПин 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : издание официальное : дата введения 01.03.2021 : принят Постановлением главного санитарного врача Российской Федерации №2 от 28.01.2021. – Москва – Текст : непосредственный.

3. МУ 2.6.1.2398-08. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности : издание официальное : дата введения 2008-09-02 : утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 2 июля 2008 г. – Москва. – Текст : непосредственный.

4. МУ 2.1.7.730–99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»: издание официальное : дата введения 1999-04-05 / утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 5 февраля 1999 г. – Москва. – Текст : непосредственный.

5. СанПиН 2.1.3684–21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий : издание официальное : дата введения 01.03.2021 : принят Постановлением главного санитарного врача Российской Федерации № 3 от 28.01.2021. – Москва. – Текст : непосредственный.

ВЛИЯНИЕ ЗАГОТОВОК ДРЕВЕСИНЫ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ

А.А. Трапезникова
Научный руководитель ***А.С. Новоселов****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Антропогенное воздействие на природную среду при проведении заготовок древесины оказывает значительное влияние на потенциал самовозобновления леса, то есть на его способность к естественному воспроизводству. Уда-

ление древостоя также существенно изменяет экологическую обстановку экосистем. Лесовозобновление во многом зависит от применяемых способов, используемых машин и технологий лесозаготовок, характера и масштабов воздействия техники на природу насаждений [1].

Молодое поколение древесной растительности, внезапно оказавшись на открытом месте, испытывает физиологический стресс, обусловленный резким изменением микроклимата. Увеличивается интенсивность освещенности, меняется световой спектр и режим поступления солнечной радиации, возрастают амплитуды температур и влажности приземного слоя воздуха и почвы. Естественный (природный) подрост более устойчив к внешним воздействиям, чем искусственные древесные насаждения, его изучение особенно актуально в районах с развитой инфраструктурой [1].

Цель исследования – изучить влияние лесозаготовок на состояние хвойного подроста в Вологодском районе Вологодской области.

Задачи исследования: 1) подобрать объекты исследования на территории Вологодского лесничества (на разных территориях лесфонда) и ограничить на них пробные площади; 2) провести лесотаксационные измерения и исчисления на объекте добровольно-выборочной заготовки древесины; 3) измерить и проанализировать вертикальный прирост у хвойного подроста; 4) дать оценку жизненного состояния и высот молодого поколения леса после заготовок древесины разными способами; 5) произвести статистическую обработку полученных данных.

Для проведения исследования выбраны четыре объекта на территории Вологодского пригородного участкового лесничества, на каждом ограничены две пробные ленточные площади (ПП) (табл. 1). Объекты исследования сосредоточены в центральной северо-западной части Вологодского района. К лесохозяйственной части зеленой зоны относятся три объекта исследования: на территории лесничества колхоза «Пригородное» (ПП1 и 2), в 2017 году проводилась добровольно-выборочная заготовка древесины; на территории лесничества АПК «Майский» – сплошная лесозаготовка в 2019 (ПП3 и 4) и в 2020 (ПП5 и 6) годах. Один из объектов, расположенный в лесничестве «Новленское» колхоза «Нефедово» (ПП7 и 8), входит в состав зоны эксплуатационных лесов, на нем в 2019 году осуществлена сплошная заготовка древесины. По типу леса преобладает ельник кисличный. Такие условия местопроизрастания имеют два объекта. На первом объекте после выборочной лесозаготовки среди имеющегося на момент исследования древостоя преобладает береза, также были представлены породы: ель и в незначительных количествах осина (табл. 2).

Таблица 1

Особенности лесоводственных мероприятий на объектах исследования

Номер объекта	Площадь лесозаготовки, га	Категория земель лесного фонда	Индекс типа леса	Способ лесозаготовки*	Класс возраста лесного насаждения	Объем лесозаготовки, м³/га		
						порода	деловой	дровяной
1	40,0	зеленая зона	Е. кис.	Мех.	VIII	Е	181	52
						Ос	110	790
						Б	23	353
2	9,6	зеленая зона	Е. кис.	Мех.	VI-VIII	Б	507	428
						Е	263	220
						Ос	121	194
						С	14	14
3	21,7	зеленая зона	С. трав.	Маш.	VI-VII	Б	1276	496
						Е	910	164
						Ос	611	551
						С	346	77
4	10,5	эксплуатационные леса	Е. трав.	Маш.	VI-VIII	Ос	517	-
						Е	469	-
						Б	430	-
						С	67	-

Примечание: *– мех. – механизированная (с применением безмоторных бензопил и трелевочной техники); маш. – машинная (Харвестер + Форвардер).

Таблица 2

Лесоводственно-таксационное описание насаждений после добровольно-выборочной заготовки древесины

Номер ПП	Состав древостоя	Средние показатели						
		высота, м	диаметр, м	густота, экз/га	полнота		древесная порода	сырорастущий запас, м³/га
					абсолютная, м²/га	относительная		
1	6Е3Б1Ос	22	25	140	7,9	0,20	Е	84
		18	24	100	5,2	0,18	Б	46
		20	23	20	0,8	0,02	Ос	8
2	6Б3Е1Ос	22	20	60	15,9	0,50	Б	168
		21	23	160	7,6	0,20	Е	77
		29	39	120	1,5	0,04	Ос	21

Полевые работы проводилось в июне 2021 года. На каждом лесном объекте выбиралось место между волоками, где ограничивалось по две пробные площади, длиной 50 м и шириной 10 м. При этом учитывался напочвенный покров и состав древостоя для подбора объектов со схожим типом леса. Далее

осуществлялся индивидуальный учет подроста, при этом определялись его высота и прирост в высоту за последние семь лет по междоузлиям. Данные заносились в ведомость учета. В древостое после выборочной лесозаготовки одновременно проводились таксационные работы оставленного на доращивание древостоя.

Для определения категории жизненного состояния хвойного подроста использовалась методика И.С. Мелехова [2]. Согласно градации выделяются следующие состояния подроста: б/б; б/д; сом; н; сух, где б/б – благонадежный физиологически, безукоризненный в техническом отношении; б/д – благонадежный физиологически, но дефектный технически; сом – сомнительный, потенциальные возможности которого в данный момент трудно определить; н – ненадежный; сух – сухой. Согласно Правилам лесовосстановления [4] молодое поколение леса по высоте делилось на три категории: мелкий – до 0,5; средний – 0,5–1,5; крупный подрост – более 1,5 м.

Применялись статистическая обработка расчета стандартных показателей вариационного ряда (описательная статистика) и критерий Стьюдента при сравнительном анализе полученных данных [3].

В ходе исследования оценивался хвойный еловый подрост на объектах после лесозаготовки (табл. 3).

Таблица 3

Численность подроста по категориям высоты

Номер ПП	Мелкий*	Средний*	Крупный*	Количество в перерасчете на крупный, экз/га
Добровольно-выборочная лесозаготовки (механизированная, 2017 год)				
1	80/26	140/48	80/26	232
2	-	140/50	140/50	252
Сплошная лесозаготовка (механизированная, 2019 год)				
3	20/9	180/82	20/9	174
4	-	400/95	20/5	340
Сплошная лесозаготовка (машинная, 2020 год)				
5	100/19	380/70	60/11	414
6	20/5	320/80	60/15	326
Сплошная лесозаготовка (машинная, 2019 год)				
7	400/54	280/38	60/8	484
8	160/25	400/63	80/12	480

Примечание: * числитель – численность в экз/га, знаменатель – %.

Численность мелкого и крупного подроста после выборочной заготовки (ПП1 и 2) на 17 % выше, чем на ПП3 и 4 (сплошная). Следовательно, его сохранение зависит от масштабов воздействия. Среди всех насаждений наибольшее количество подроста в перерасчете на крупный (ПП7 и 8). Сохранность среднего подроста после механизированной лесозаготовки (ПП3 и 4) на 38 % выше, чем после машинной (ПП7 и 8). Средняя высота подроста для всех категорий жизненного состояния на объекте первом (механизированная заго-

товка) на 20 % больше, чем на втором (машинная), что доказано на 50 % уровне значимости ($t_ф \geq t_{st}$; 1,43>0,65).

Показатель изменчивости прироста в высоту на ПП 7 и 8 (мех.) на 8 % выше, чем на ПП3 и 4 (маш.). На самом высоком уровне (99,9 %) удалось доказать следующее: темпы среднегодового прироста в высоту на ПП1 и 2 более чем на 25 % выше, чем на ПП3 и 4 ($t_ф \geq t_{st}$; 3,34>3,29). Можно предположить, что данный факт связан с различиями во времени антропогенного влияния (2017 и 2019 годы соответственно), чем больший временной промежуток прошел после вмешательства, тем темпы самовосстановления экосистемы выше, подрост устойчивее.

Краткие выводы:

1. Технология лесозаготовки оказывает непосредственное влияние на состояние древостоя и его подроста. После применения механизированных технологий устойчивость подроста выше, чем после применения многооперационных машин. Также подрост более равномерно развивается, так как показатель изменчивости выше во втором случае на 27 %.

2. Кроме влияния способа заготовки древесины, необходимо учитывать промежуток времени, прошедший с момента антропогенного воздействия на лесную среду; зависимость прямо пропорциональная. Восстановительная способность древесной растительности с течением времени увеличивается.

3. Среди елового подроста на объектах исследования по крупности преобладает средний; крупный представлен в небольших количествах.

4. Численность сохранившихся хвойных молодых культур недостаточна для полноценного естественного зарастания территорий культивируемыми породами после осуществления на них лесозаготовки.

Рекомендуется создать частичные подпологовые лесные культуры на объекте добровольно-выборочной заготовки для повышения темпов лесовозобновления, так как густота естественного подроста составляет менее 2 тыс. экз/га.

1. Цветков, В. Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, оценка, прогноз: Монография / В. Ф. Цветков. – Архангельск : Архангельский государственный технический университет, 2008. – 212 с. – Текст : непосредственный.

2. Мелехов, И. С. Лесоводство / И. С. Мелехов. – Москва : МГУЛ, 2003. – 320 с. – Текст : непосредственный.

3. Новоселов, А. С. Статистические методы обработки экологической информации: методические указания / А. С. Новоселов, Т. К. Карандашова. – Вологда : ВоГТУ, 2013. – 44 с. – Текст: непосредственный.

4. Правила лесовосстановления. – Текст : электронный / Консультант Плюс [сайт]. – 2021. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371824/ (дата обращения: 25.10.21). – режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕПЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НАБЕРЕЖНОЙ ВЫБОРГА

А.В. Федорова
Научный руководитель ***В.Н. Федоров****, канд. геогр. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург

Проблема устойчивого природопользования все больше набирает актуальность в современном мире. Именно природные ресурсы имеют решающее значение для благополучия человека. Для выживания и дальнейшего процветания человек пользуется природными ресурсами Земли. Как ни странно, в последнее десятилетие мы наблюдаем интересный парадокс: внутренне человек все чаще прислушивается к силе природы, но внешне категорически ее отвергает. Проявляется это в нерациональном использовании природных ресурсов, и даже местами пагубными последствиями воздействия человека на природу.

Человечеству необходимы природные ресурсы, чтобы возводить крыши над головой и обогревать дома. Поэтому в данной статье мы выдвигаем экологически разумные предложения, касающиеся природной составляющей города Выборга.

Использование природных ресурсов долгое время считалось элементом как прав человека, так и экономического развития, что привело к тому, что Организация Объединенных Наций в ходе своей работы по продвижению деколонизации в 1960-х годах провозгласила, что «право народов и наций на постоянный суверенитет над их природными богатствами и ресурсами должны осуществляться в интересах их национального развития и благополучия народа соответствующего государства» [3].

Природные ресурсы часто рассматриваются как ключевые активы, способствующие развитию и созданию богатства. Со временем и с взаимосвязью прогрессирующей индустриализацией использование ресурсов увеличилось. В некоторых случаях уровни эксплуатации превышали темпы естественного возобновления ресурсов. Такая чрезмерная эксплуатация в конечном итоге угрожает средствам к существованию и благополучию людей, которые зависят от этих ресурсов, и ставит под угрозу здоровье экосистем. Этот риск истощения ресурсов, особенно проявляющийся в форме краха рыболовства, демонстрирует необходимость регулирования использования природных ресурсов для лучшего сохранения ресурсов и их экосистем. Самая первая конференция ООН по вопросам окружающей среды (Конференция ООН по окружающей человека среде 1972 года), состоявшаяся в Стокгольме, выдвинула основополагающие принципы в этом отношении [1].

• Принцип 2: «Природные ресурсы Земли, включая воздух, воду, землю, флору и фауну и особенно репрезентативные образцы природных экосистем, должны охраняться на благо нынешнего и будущих поколений посредством тщательного планирования или управления, в зависимости от обстоятельств».

• Принцип 3: «Способность Земли производить жизненно важные возобновляемые ресурсы должна поддерживаться и, где это практически возможно, восстанавливаться или улучшаться».

• Принцип 5: «Невозобновляемые ресурсы Земли должны использоваться таким образом, чтобы не допустить опасности их будущего истощения и гарантировать, что выгоды от такой занятости распределяются между всем человечеством».

Стокгольмская декларация касается не только истощения ресурсов, но и совместного использования различных выгод. Например, ее цель – обеспечить использование природными ресурсами всем странам, а не только «избранным», обеспечить многим как внутри, так и между странами. Это также говорит о принципе равенства между поколениями: обеспечение того, чтобы использование и реализация природных ресурсов сегодня не ставило под угрозу доступность природных ресурсов для будущих поколений.

Фактически, использование природных ресурсов связано со всеми тремя измерениями устойчивости: социальной справедливостью, здоровьем окружающей среды и экономическим развитием. Устойчивое использование природных ресурсов стремится к балансу между этими аспектами: поддержание долгосрочного использования ресурсов при максимизации социальных выгод и минимизации воздействия на окружающую среду, что отражено на рисунке.

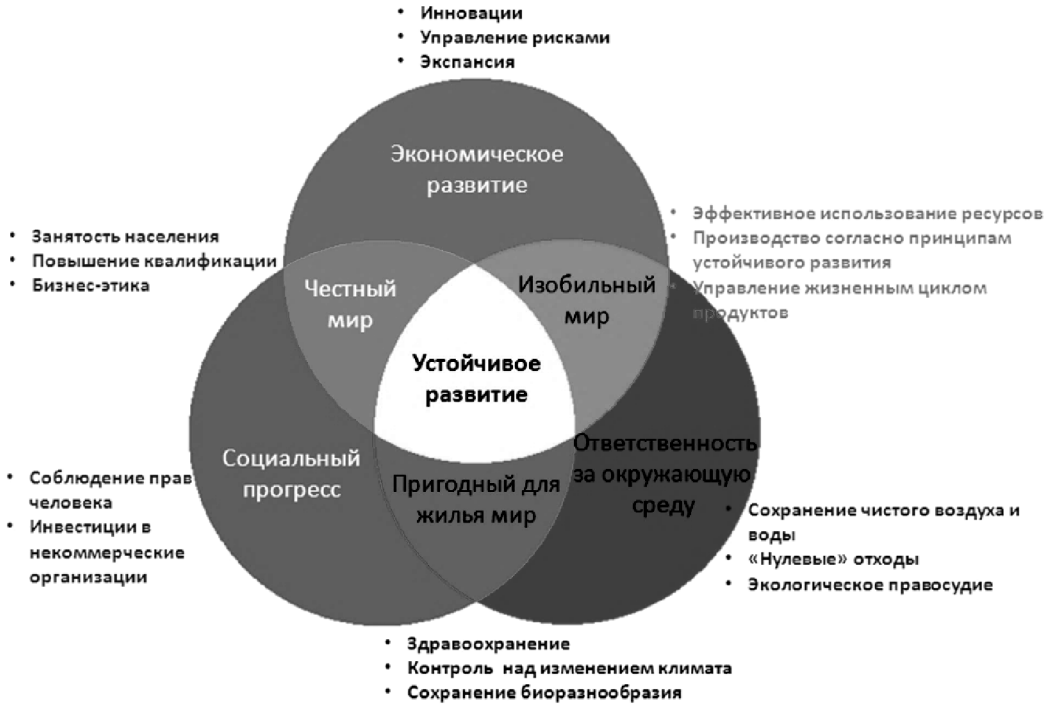


Рис. Баланс устойчивого развития [2]

Разберем более детально содействие устойчивому управлению ресурсами на примере созданной нами концепции преобразования набережной города Выборга.

Широкий спектр норм, институтов и субъектов влияет на решения, касающиеся природных ресурсов, поэтому мы говорим об управлении природными ресурсами города Выборга. Множество национальных законодательств, межправительственных соглашений, региональных организаций, механизмов сертификации, корпоративных кодексов поведения и многосторонних партнерств создают сложную сеть правил, влияющих на то, как используются природные ресурсы и распределяются их выгоды.

Мы считаем, что граждане Выборга также имеют право сами распоряжаться использованием природных ресурсов: через избранных представителей в правительстве, через активную деятельность, а также через собственный выбор потребления и транспорта.

Исходя их данных официального портала муниципального образования «Выборгский район» Ленинградской области, территория набережной зонируется на следующие части.

- рекреационная зона (ТР-2) – зона скверов и парков;
- зона улично-дорожной сети города (ТУ);
- зона предпринимательской деятельности (ТД-3);
- зона общественно-деловой застройки (ТД-1) – Гостиница «Дружба».

В центре залива Салакка-Лахти находится фонтан, а также на набережной находятся различные декоративные объекты, которые способствуют лучшей визуализации единения человека и природы.

Проблема низкого уровня комфорта рекреационной зоны Выборга сказывается на экологической безопасности природообразующего кластера города.

Предложения по решению проблемы, разработанные совместно с триединой концепцией устойчивого развития территорий таковы.

1. Обеспечить доступ к воде – прямой контакт или различные активности, связанные с ней (деревянные мосты и причалы, где горожане и туристы смогут сидеть, лежать, есть, читать, общаться). Данные решения продиктованы потребностью местных жителей и жителей соседних городов и районов. На наш взгляд, это поможет усовершенствовать урбанизированную зону.

2. Создание умиротворяющей атмосферы – организовывать и поддерживать тихие участки вдоль набережной (зеленые насаждения, беседки с возможностью проведения пикников).

3. Создание условий для единения человека и природы – размещение открытой коворкинг-зоны для занятия йогой, танцами, спортом, фитнесом.

Ресурсный потенциал города Выборга позволяет реализовать предложенные нами вариации по преобразованию набережной города Выборга. На данный момент мы видим актуальность проблемы освоения прибрежных зон.

В городах России проводятся массовые экологические фестивали: («Эко-Фест» в г. Ульяновске – 2021 г.), позволяющие на примере различных городов, расположенных на берегах рек, лучше раскрыть данную проблему природопользования.

Чтобы лучше сбалансировать три аспекта устойчивого управления ресурсами – социальную справедливость, здоровье окружающей среды и экономическое развитие, – мы должны переосмыслить наши экономические, социальные, политические и технологические системы, которые в настоящее время позволяют наносить вред производственным методам и расточительному потреблению ресурсов. Возможны и другие способы жизни: от того, как мы структурируем наше общество и экономику, отношения, которые мы формируем друг с другом и с нашими экосистемами, до обеспечения того, чтобы приоритеты наших лидеров совпадали с интересами многих, а не немногих.

Чтобы реализовать эти сдвиги, на наш взгляд, принятие решений должно быть инклюзивным и учитывать потребности, права и знания сообществ и групп. Структуры управления должны признавать и поддерживать ранее существовавшие устойчивые практики на местном и региональном уровнях, а также способствовать появлению более устойчивых моделей использования и управления ресурсами. Это потребует усиления прав владения и перераспределения полномочий на всех этапах принятия решений.

1. Вылегжанин, А. Н. Стокгольмская декларация 16 июня 1972 года / А. Н. Вылегжанин, В. К. Зиланов // Международно-правовые основы управления морскими живыми ресурсами. – Москва, 2000. – Текст : непосредственный.

2. Antonov, Danil Устойчивое развитие. – Текст : электронный // Wikimedia: [сайт]. – 2021. – URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons.png (дата обращения: 19.10.2021).

3. Неотъемлемый суверенитет над естественными ресурсами. Резолюция 1803 (XVII) Генеральной Ассамблеи ООН от 14 декабря 1962 года / Международные акты о правах человека : сборник документов. – Москва : НОРМА-ИНФРА-М, 1998. – Текст : непосредственный.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ФЕРМЫ КРС ЗАО ПЛЕМЗАВОД «ЗАРЯ» (Д. ЗИМНЯК) ГРЯЗОВЕЦКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Ю. Цыкина
Научный руководитель ***С.М. Хамитова****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящей статье рассматриваются вопросы химического загрязнения фермы КРС ЗАО Племзавод «Заря» (д. Зимняк) Грязовецкого района Вологодской области, а также мероприятия по защите населения от воздействия выбросов вредных химических примесей в атмосферный воздух.

Животноводческие фермы, так же как и промышленные предприятия, загрязняют окружающую среду [1]. Источниками выбросов фермы КРС являются выбросы от трех коровников, а также стоянки для разгрузочно-погрузочных работ и проезды к ним.

Основными загрязняющими веществами, попадающими в атмосферный воздух, являются: аммиак, дигидросульфид, метан, метанол, гидроксиметилбензол, этилформиат, пропаналь, гексановая кислота, диметилсульфид, этантиол, метиламин, углерод диоксида, пыль меховая.

Основными загрязняющими веществами, попадающими в атмосферный воздух при движении обслуживающего автотранспорта по проездам к зданиям фермы КРС и при заезде и выезде на площадки стоянки, являются: диоксид азота и серы, оксид азота и углеводы, сажа, углеводороды (при неполном сгорании топлива в ДВС), присутствующие в выхлопных газах работающих двигателей автомобилей.

Расчеты выбросов выполнялись для следующих вредных веществ, которые поступают в атмосферу с отработанными газами автотехники: углеводороды, оксид углерода, диоксид серы, окислы азота, керосин, углерод (сажа).

Расчет валовых выбросов производился по формуле:

$$M_i = \mathrm{S}((\mathrm{M}' + \mathrm{M}'') \times D_{\text{фк}} \times 10^{-6},$$

где M’ – выброс вещества в сутки при выезде (г);

M" – выброс вещества в сутки при въезде (г);

$$\mathrm{M}' = \mathrm{M}_{\text{п}} \times T_{\text{п}} + \mathrm{M}_{\text{пр}} \times \mathrm{T}_{\text{пр}} + \mathrm{M}_{\text{дв}} \times \mathrm{T}_{\text{дв1}} + \mathrm{M}_{\text{хх}} \times \mathrm{T}_{\text{хх}};$$

$$M'' = M_{\text{дв}} \times T_{\text{дв2}} + M_{\text{хх}} \times T_{\text{хх}};$$

где $\mathrm{D}_{\text{фк}} = \mathrm{D}_{\text{р}} \times \mathrm{N}_{\text{к}}$ – суммарное количество дней работы в расчетном периоде;

$\mathrm{N}_{\text{к}}$ – количество ДМ данной группы, ежедневно выходящих на линию;

$\mathrm{D}_{\text{р}}$ – количество рабочих дней в расчетном периоде.

Расчет максимально разовых выбросов производился по формуле:

$$\mathrm{G}_i = (\mathrm{M}_{\text{п}} \times \mathrm{T}_{\text{п}} + \mathrm{M}_{\text{пр}} \times \mathrm{T}_{\text{пр}} + \mathrm{M}_{\text{дв}} \times \mathrm{T}_{\text{дв1}} + \mathrm{M}_{\text{хх}} \times \mathrm{T}_{\text{хх}}) \cdot \mathrm{N}' \div \mathrm{T}_{\text{ср}} \text{ г/с (*)}.$$

С учетом синхронности работы: $G_{max} = S(G_i)$,

где $M_п$ – удельный выброс пускового двигателя (г/мин);

$T_п$ – время работы пускового двигателя (мин.);

$M_{пр}$ – удельный выброс при прогреве двигателя (г/мин);

$T_{пр}$ – время прогрева двигателя (мин.);

$M_{дв}=M_l$ – пробеговый удельный выброс (г/мин);

$T_{дв1} = 60 \times L_1 \div V_{дв} = 0.450$ мин – среднее время движения при выезде со стоянки;

$T_{дв2} = 60 \times L_2 \div V_{дв} = 0.450$ мин – среднее время движения при въезде на стоянку;

$L_1 = (L_{1б} + L_{1д}) \div 2 = 0.075$ км – средний пробег при выезде со стоянки;

$L_2 = (L_{2б} + L_{2д}) \div 2 = 0.075$ км – средний пробег при въезде на стоянку;

$V_{дв}$ – средняя скорость движения по территории стоянки (км/ч);

$M_{хх}$ – удельный выброс техники на холостом ходу (г/мин.);

N’ – наибольшее количество техники, выезжающей со стоянки в течение времени $T_{ср}$, характеризующегося максимальной интенсивностью выезда [2].

(*)В соответствии с методическим пособием по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, СПб, 2012 г.

$T_{ср}$=1800 сек. – среднее время выезда всей техники со стоянки.

Расчет выбросов был проведен на наихудшие условия. Результаты расчетов по предприятию представлены в таблице.

Таблица

Результаты расчетов выбросов по предприятию

Общее количество выбросов по предприятию		г/с	т/г
Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0040867	0,003010
0303	Аммиак	0,0013594	0,10892
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0006641	0,000489
0328	Углерод (Сажа)	0,0006117	0,000444
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,0007542	0.000508
0333	Дигидросульфид (Сероводород)	0,0000001	0.001754
0337	Углерод оксид	1,4902945	1.637366
0410	Метан	0,0245797	0.527127
1052	Метанол (Метиловый спирт)	0,0001893	0.004061
1069	Трикрезол	0,0001355	0.000486
1314	Пропаналь	0,0003864	0.002072
1531	Гексановая кислота (Кислота капроновая)	0,0001144	0.002905
1728	Этантиол (Этилмеркаптан)	0,0000004	0.000009
2732	Керосин	0,0021875	0.001440
2920	Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	0,0113282	0.024294
Итого по выбросам		1.5366921	2,314885

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере был выполнен по унифицированной программе расчета приземных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе «Эколог» – версия 4.50, которая реализует положения приказа Минприроды России от 6 июня 2017 г. № 273 [3].

Источники выбросов в расчете рассеивания рассматривались как неорганизованные источники. В расчете рассеивания принята правая система координат. Ось ОУ основной системы координат направлена на север, ОХ – на восток.

Для расчетного участка было принято следующее: начало координат помещается на угол участка, угол поворота оси ОХ относительно ОУ составляет 90º. Высота источников выбросов над уровнем земли принята 5,0 м.

Ширина источников ДВС была взята равной ширине проезжей части расчетного участка проезда, ширине стоянки. Расчет произведен на площадке с шагом сетки по осям ОХ и ОУ – 100 м.

На расчетном участке были выделены 18 контрольных точек по границам жилой застройки, расположенной вблизи фермы и по границе ее земельного участка.

Расчетные размеры санитарного разрыва предприятия определяются по загрязняющим веществам, концентрации которых после расчетов рассеивания превышают 1 ПДК.

В рассматриваемом проекте превышения по загрязняющим веществам выше 1ПДК не наблюдается.

Максимальное значение выбросов на границе земельного участка жилого дома на земельном участке 35:28:0301003:18 по адресу Вологодская область, Грязовецкий район, д. Зимняк (расчетная точка № 2) и на границе земельного участка фермы КРС (расчетная точка № 10).

В результате расчета были определены вещества, которые требуется контролировать: метан, азота диоксид, аммиак, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, группа суммации 6204, пыль меховую. Замеры необходимо проводить аттестованной лабораторией с периодичностью 1 раз в квартал. Метод определения для диоксида азота и для оксида углерода – фотометрический.

На настоящий период времени по веществам проведены измерения в расчетной точке № 2, о чем есть протокол лабораторных исследований. Представленные протоколы лабораторных исследований атмосферного воздуха показали отсутствие превышений ПДК по исследованным веществам.

Расчеты рассеивания выбросов вредных веществ в приземном слое атмосферы с учетом фоновых загрязнений и учетом выбросов показали, что концентрации загрязняющих веществ меньше 0,68ПДК в жилой зоне и границе участка для всех веществ.

Таким образом, по показателям химического загрязнения атмосферного воздуха на прилегающую территорию, выполненным расчетам ферма КРС

ЗАО Племзавод «Заря» (д. Зимняк) Грязовецкого района Вологодской области не оказывает значительного негативного воздействия на окружающую среду.

В границах участка фермы планируются мероприятия по снижению вредного воздействия на окружающую среду: проведение дополнительного озеленения площадки проектируемого благоустройства со стороны расположения жилой застройки (посадка древесно-кустарниковой растительности).

1. Кулагина, Т. А. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие / Т. А. Кулагина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2003. – 332 с. – Текст: непосредственный.

2. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – Санкт-Петербург : НИИ Атмосфера, 2012. – 222 с. – Текст: непосредственный.

3. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 6 июня 2017 года № 273. – Москва, 2017. – Текст : непосредственный.

АНТРОПОГЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ИЗОНИХА»

И.Р. Чеплинските
Научный руководитель ***Е.А. Иванищева****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В 2021 году рамках учебной полевой практики по ландшафтоведению были проведены исследования на территории заказника «Изониха». Государственный природный ландшафтный заказник «Изониха» расположен на территории Тотемского района Вологодской области. Заказник был образован 30 июня 1987 г. для сохранения долинных и островных природных комплексов Средне-Сухонского ландшафтного района, редких видов растений и животных [1]. Для оценки современного состояния охраняемых природных комплексов и планирования охранных мероприятий актуальным является изучение антропогенных воздействий и нарушений на таких территориях.

Цель настоящего исследования – выявление антропогенных нарушений в границах заказника «Изониха». Изучение антропогенных нарушений на местности проводилось маршрутным методом – по мере продвижения по территории заказника фиксировались виды антропогенных нарушений с указанием их примерной площади и местоположения. Всего было выявлено девятнадцать

видов антропогенных нарушений. Виды нарушений были объединены в четыре группы в зависимости от степени нарушенности природных компонентов.

К первой группе отнесены слабые нарушения биотических компонентов. Это относительно легко (быстро) обратимые нарушения. Они представлены в границах заказника сенокосами на месте лесных фитоценозов, а также территориями с рекреационными дигрессиями I–III стадий (тропинки, территории сбора ягод и грибов). Ко второй группе отнесены глубокие нарушения биотических компонентов, относительно сложно (продолжительно) обратимые. На территории заказника это места незаконных рубок и рубок на ветровалах. В третью группу входят слабые нарушения геоматических компонентов: необратимые и относительно обратимые нарушения. Такие нарушения в заказнике представлены заброшенными пашнями, территориями с рекреационными дигрессиями IV–V стадии (туристские стоянки и кострища), свалками бытовых отходов, а также крупными ямами антропогенного происхождения. К последней, четвертой группе отнесены коренные, необратимые нарушения геоматических компонентов. На территории заказника данная группа антропогенных нарушений представлена карьерными выемками, насыпями, окопами, селитебной застройкой, насыпными дорогами, линиями коммуникаций, мелиоративными каналами, пожарозащитными полосами, остатками промышленных сооружений, а также свалками промышленных отходов в виде опилок.

По результатам полевых исследований была составлена карта антропогенных нарушений территории заказника «Изониха», которая представлена на рисунке.

Рис. Антропогенные нарушения на ООПТ «Изониха»

Каждый вид антропогенного нарушения был обозначен на карте определенным значком, линейным или площадным знаком. Принадлежность к той или иной группе нарушений отображена цветом: чем больше степень нарушенности, тем темнее окраска.

Группы антропогенных нарушений занимают на территории заказника разную площадь. Наибольшую площадь занимает группа глубоких нарушений биотических компонентов. Наиболее широко в данной группе представлены такие виды антропогенных нарушений, как незаконные рубки и рубки на месте ветровалов. Группа данных нарушений распространена повсеместно по территории заказника, однако чаще такие нарушения встречаются в северной части особо охраняемой природной территории.

Большое распространение в границах заказника имеют коренные нарушения геоматических компонентов. Достаточно большие ареалы занимают селитебные участки, свалки опилок и линии связи. В большей степени нарушения, относящиеся к четвертой группе, встречаются в южной части заказника. Кроме того, по территории всего заказника проходит достаточно широкая насыпная дорога.

Значительную площадь занимают слабые нарушения геоматических компонентов. На территории заказника они представлены главным образом заброшенными пашнями, туристскими дигрессиями, то есть стоянками и кострищами, а также свалками бытовых отходов. Встречаются нарушения данной группы в большей степени в южной части заказника.

Наименьшую площадь занимают нарушения первой группы, представленные сенокосами в долине р. Сухоны, а также небольшими тропинками на территории всего заказника.

Таким образом, на территории комплексного ландшафтного заказника «Изониха» выявлены разные виды антропогенных нарушений, которые относятся к четырем группам по степени нарушенности компонентов природы. Наиболее широко представлены относительно сложно обратимые и необратимые нарушения. Причиной возникновения здесь данных групп нарушений является близкое расположение населенных пунктов, а также рекреационное использование территории как местными жителями, так и отдыхающими. Современное состояние охраняемого природного комплекса в целом можно оценить как удовлетворительное.

1. ООПТ России : сайт, 2010-2021. – URL: http://oopt.aari.ru/oopt/ (дата обращения: 18.10.2021). – Текст : электронный.

Секция «БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

ПРОБЛЕМА БИОТЕХНОЛОГИЙ КАК СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ШКОЛЬНОГО КУРСА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

С.Ю. Арашин
Научный руководитель ***Н.Л. Болотова****, д-р биол. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Технологизация современного мира, сопровождающаяся достижениями и рисками применения технологий, требует внедрения новых форм технонаучного знания. Особое значение придается развитию биотехнологий [3], которые охватывают различные сферы жизни человека, позволяют решать экологические проблемы, меняют здравоохранение, повышают эффективность работы сельского хозяйства и промышленности [4, 5]. Биотехнологии – один из сегментов мировой экономики с самыми быстрыми темпами роста, соответственно они признаны одним из приоритетов развития нашей страны, в том числе и Вологодской области, что отражено в разработке регионального стратегического проекта «Вологодская область – Биорегион». Это формирует социальный заказ на подготовку кадров в данной отрасли и привлечение внимания к данному профориентационному профилю в школьном образовании. Тем более, что повышение биологической грамотности учащихся с учетом новейших достижений науки обозначено в федеральном компоненте государственного стандарта общего образования.

Исходя из вышеизложенного целью исследования является определение соответствия между содержанием школьного курса общей биологии, касающегося представлений о биотехнологиях и формирующимся социальным запросом на знания в данной области.

Для достижения поставленной цели был осуществлен анализ содержания школьных учебников за период с 1986 по 2020 год разных авторских коллективов. Для выявления изменений содержательного компонента по теме «Биотехнология» в школьных учебниках по общей биологии для 10–11 классов были выбраны учебные пособия следующих авторов:

- ✓ Полянский, Ю.П. Общая биология. – Москва : Просвещение. – 1986;
- ✓ Каменский, А.А. Общая биология. – Москва : Дрофа. – 2005;
- ✓ Захаров, В.Б. Общая биология. – Москва : Дрофа. – 2011;
- ✓ Сарычева, Н.Ю. Биология. – Москва : Вентана-Граф. – 2019;
- ✓ Пономарева, И.Н. Общая биология. – Москва : Вентана-Граф. – 2020.

При анализе вышеперечисленных учебников учитывались такие параметры, как глубина содержания темы, информационное качество материала (понятийно-терминологический аппарат), иллюстрированный материал и аппарат организации усвоения (система вопросов и задания).

Анализ содержания рассматриваемых школьных учебных пособий показал, что изменения коснулись всех структурных компонентов. Во-первых, увеличился объем учебного материала, представленного для изучения данной темы. Если в учебном пособии 1986 г. биотехнологии не выделялись в отдельный раздел, а являлись одним из смысловых блоков в составе параграфа, посвященному селекции растений, животных и микроорганизмов, то начиная с 2011 года данная тема превращается в самостоятельный блок. Представляемый в учебнике материал расширялся до двух параграфов.

Во-вторых, произошли качественные и количественные изменения в структуре понятийно-терминологического аппарата. Это очень важный момент, свидетельствующий о развитии биотехнологии как научного знания, поскольку любая наука выражает свое содержание именно в системе научных понятий. Выявлена следующая тенденция: в период 1986 по 2020 год количество понятий из области биотехнологий увеличилось в 4 раза (рис.).

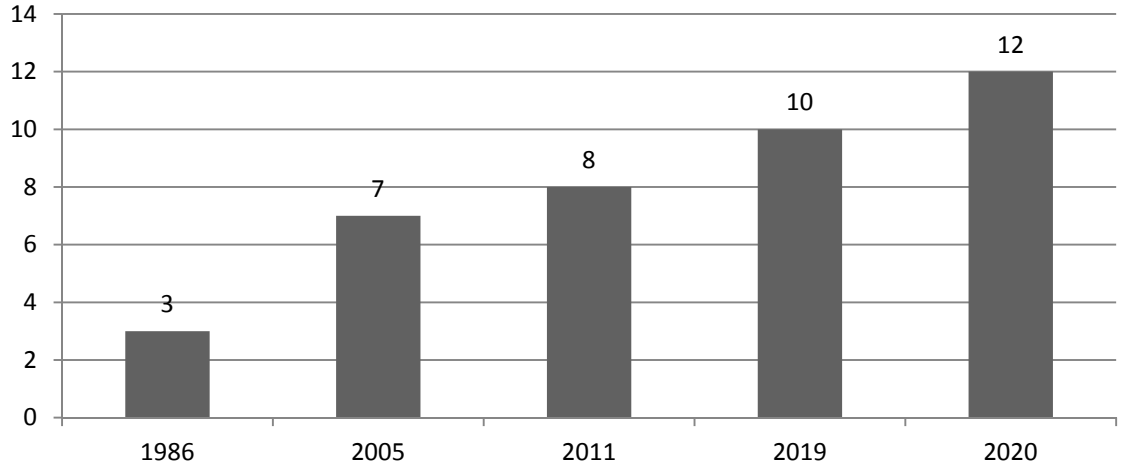


Рис. Количество биотехнологических понятий в учебных пособиях по общей биологии

Качественные изменения терминологического аппарата связаны с реализацией принципа вариативности, регламентируемого ФГОС. В текстовом компоненте школьных учебников появляются главные и второстепенные понятия. Главные понятия параграфа или темы относятся к категории «обязательных для запоминания», поскольку на них строится логика обсуждения и раскрытия темы [1]. К их числу относятся само понятие «биотехнологии», а также «гибридизация», «гетерозис», «генная и клеточная инженерия» и «генно-модифици-рованные организмы». Второстепенные – это понятия, которые необязательны для запоминания и могут быть усвоены на уровне «знакомства» или по желанию ученика. Например, «гибридомы», «плазмиды», «полиплоидность», «клонирование» и др.

К числу положительных тенденцией школьного курса биологии можно отнести появление метапредметных понятий, которые подразумевают дополнительное содержание, чаще всего воспитательного характера: экологического, социального, природоохранного или этического. Например, при изучении вопросов, связанных с клонированием, учащиеся знакомятся с таким понятием, как «биоэтика» [1]. Это направленно на формирование у школьников этических норм, ответственности за научные достижения. Данный пример иллюстрирует тенденцию гуманизации биологии. Авторы всех учебных пособий акцентируют внимание школьников на нарастающую опасность негативного воздействия трансгенных организмов на экологические процессы в природе. Однако только в учебном пособии И.Н. Пономаревой (2020) дается определение «биобезопасность». Использование новых технологий, в том числе биотехнологий, теоретически может стать источником новой опасности для окружающей среды. Из этого следует, что формирование данного понятия следует осуществлять как на глобальном, так и на национальном уровне.

Особенностью курса школьной биологии является разнообразие иллюстрированного материала, который способствуют повышению познавательной активности учащихся и текстового потенциала. В соответствии с этим требованием для вышеперечисленных пособий характерен рост иллюстрированной насыщенности. Следует также подчеркнуть все большее преобладание иллюстраций, выполняющих функцию дополнения содержания, а не сопровождения текста.

Отметим, что в отношении аппарата организации усвоения информации характерны незначительные изменения. В большинстве учебных пособий система вопросов и заданий, представленных после параграфа, осуществляет лишь функцию контроля знаний. Недостаточно заданий с проблемным характером, что можно рассматривать как методологический пробел, учитывая противоречивость внедрения современных биотехнологий, обладающих не только огромными перспективами, но и существенными рисками. Необходимо акцентировать внимание на необходимости правового регулирования, создания системы оценки безопасности и контроля в области биотехнологических исследований [2].

Анализ школьных учебников показал, что современные достижения науки и техники в области биотехнологий проектируются на содержание школьного биологического образования. Однако ФГОС предусматривает изучение биотехнологий лишь на ознакомительном уровне, с чем связано недостаточное внимание к рассмотрению их проблемного характера как содержательного компонента преподавания биологии. Мероприятия, направленные на повышение биотехнологической грамотности, необходимы не только для профориентации школьников и подготовки кадров в бурно развивающейся отрасли, но и для будущей жизни учащихся в современном технологичном мире. Таким образом, все вышеперечисленное демонстрирует проблему несоответствия меж-

ду содержательной частью школьного образования, касающегося преподавания общей биологии в старших классах, и социальным заказом современного общества на адекватное знание о биотехнологиях подрастающим поколением.

1. Пономарева, И. Н. Биология, 5–9 классы : методические рекомендации / И. Н. Пономарева, В.В. Кучеменко, О. А. Корнилова. – Москва : Вентана-Граф, 2018. – 143 с.

2. Болотова, Н. Л. Биотехнологии: основные направления, факторы развития, взаимосвязь с юриспруденцией / Н. Л. Болотова : Материалы I Вологодского регионального форума с международным участием «Право и экономика. Стратегии регионального развития». – Вологда, 2021. – С. 160–169.

3. Волова, Т. Г. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск : Издательство Сибирского отделения Российской Академии наук, 2000. – 252 с.

4. Тенденции развития промышленного применения биотехнологий в Российской Федерации / Учреждение Российской академии наук Институт Биохимии им. А. Н. Баха РАН (ИНБИ РАН). – Москва. – 2011. – 323 с.

5. Шевердин, А. В. Создание и использование биотехнологий: история вопроса / А. В. Шевердин // Журнал российского права. – 2012. – № 6. – С. 118–126.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО БИОЛОГИИ ЧЕРЕЗ ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД

Е.А. Ветюков

Научный руководитель ***М.В. Бутакова****, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Образовательная практика сегодня переживает период внедрения инноваций, в связи с чем идет неизбежный процесс трансформации образовательной парадигмы: использование традиционного подхода, основанного в основном на репродуктивной деятельности, перестает себя оправдывать. Обществу сегодня требуется конкурентоспособная, умеющая работать в режиме многозадачности и полифункциональности личность. Именно это требование позволяет обозначить, что современная образовательная система нацелена на формирование компетенций обучающихся.

В этой связи следует отметить, что роль педагога в образовательном процессе неизбежно трансформируется из «педагога-энциклопедиста», который является носителем, хранителем и транслятором знаний, в «педагога-организатора», осуществляющего консультативные функции в совместной деятельности с обучающимися. Каждый педагогический работник современной обра-

зовательной организации сегодня знает о принципах научной организации труда. Анализ научной и научно-педагогической литературы позволяет заключить, что на всех этапах развития общества труд, который организован должным образом, при условии должной технологической оснащенности обеспечивал достижение более высоких результатов деятельности. Изучение принципов научной организации труда позволяет обозначить наряду с научностью, плановостью, эффективностью также принцип оптимизации.

Роль принципа оптимизации в образовательной практике обозначали многие ученые, такие как В.П. Беспалько, Т.А. Ильина, Н.Ф. Талызина, А.М. Матюшкин, И.Т. Огородников, Ю.К. Бабанский.

Так, автор концепции оптимизации обучения, академик Ю.К. Бабанский выделяет следующие критерии оптимизации: достижение каждым учеником реально возможного для него в данный период уровня успеваемости, воспитанности и развитости, но не ниже удовлетворительного, в соответствии с принятыми нормами оценок; соблюдение учеником и учителем установленных для них норм времени на урочную и внеурочную работу; минимально необходимые усилия, затрачиваемые педагогом и учеником для достижения поставленных учебно-воспитательных целей [1]. Ю.К. Бабанский, проводя анализ различных определений оптимизации процесса обучения, резюмирует, что общими чертами у них является «определение оптимизации процесса обучения как управления, которое организуется на основе всестороннего учета закономерностей и принципов, современных форм и методов обучения, а также особенностей данной системы, ее внутренних и внешних условий с целью достижения наиболее эффективного (в пределе оптимального) функционирования процесса с точки зрения заданных критериев» [2]. Рассматривая различные характеристики оптимальности, их роль в организации образовательного процесса автор неоднократно указывает на то, что «оптимальный – это не наилучший вообще, т.е. не идеальный процесс обучения. …Оптимальный – это наилучший для имеющихся сегодня условий, для реальных возможностей учеников и учителя в данный момент, с точки зрения определенных критериев» [1].

Анализ данных положений позволяет сделать вывод о том, что эффективным средством оптимизации образовательного процесса, среди прочего, может выступать внедрение интегративных процессов в педагогическую деятельность, использование интеграции как инструмента оптимизации образовательного процесса. Внедрение в образовательную практику интегративного подхода выступает одним из способов построения новой образовательной системы обучения биологии. В учебно-воспитательном процессе интеграция может осуществляться на любом этапе. Например, при осуществлении педагогического целеполагания, педагог, внедряющий интеграционные технологии, будет ориентироваться на такие интегральные свойства и характеристики личности, как активность, самостоятельность, креативность. При отборе со-

держания с целью внедрения интеграции вполне уместно введение в образовательную практику интегрированных программ и курсов.

Современная образовательная практика обладает большим арсеналом средств и форм организации деятельности обучающихся, большинство из которых также несут определенный потенциал в части интегрирования знаний: интегрированные уроки, организация проектной деятельности, экскурсий, предметных и метапредметных конференций – все это те инструменты, которые при правильной организации несут огромный образовательный потенциал. Следует также отметить, что перед современным педагогом открыт широкий спектр вариаций интегративных форм и методов педагогического воздействия.

Анализ рабочей программы по разделу «Биология» учебной дисциплины «Естествознание», составленной преподавателем БПОУ ВО «Великоустюгский медицинский колледж имени Н.П. Бычихина», позволяет показать, что данный курс имеет большие возможности в части внедрения интегративных технологий как во внутрипредметной, так и метапредметной составляющей [3]. Сделан вывод о том, что каждая тема дает возможность для интеграции материала. Например, в теме «Обмен веществ и превращение энергии» возможна как внутрипредметная интеграция через изучение вопросов строения и функционирования клетки, закономерностей наследственности, структуры экологических систем, учения В.И. Вернадского о биосфере, так и метапредметная через знакомство с достижениями современной науки через изучение основ микробиологии и иммунологии, основ медицинской генетики.

Сделан вывод, что рабочая программа в должной мере иллюстрирует возможности интеграции содержания учебной дисциплины. В этой связи следует отметить, что использование опорного материала иных естественнонаучных дисциплин при проведении отдельных уроков биологии выступает значимым средством формирования у обучающихся целостной естественнонаучной картины мира.

Помимо основных занятий большой образовательный потенциал несет и внеурочная деятельность по дисциплине, которая, в свою очередь, также имеет немаловажное значение в обеспечении реализации интегрированного подхода к обучению биологии. Так, на занятиях факультатива «Химико-биологический калейдоскоп» обучающиеся имеют возможность комплексной углубленной проработки материала по тем вопросам, которые отдельные курсы биологии и химии рассматривают разрозненно.

Примером может служить занятие по теме «Эти разные белки», где обучающиеся изучают физические и химические свойства белков, их аминокислотный состав. Выясняют биологическую роль белков в обеспечении оптимальной жизнедеятельности живых организмов, решая кейс «Знаете ли вы, что: все ферменты – белки, но не все белки – ферменты?». Такое занятие, помимо межпредметной интеграции знаний, позволяет создать полное и системное представление о белках.

При организации занятия обучающимся важно показать, что знания о белках можно успешно трансформировать в изучение физической культуры, раскрывая вопросы их роли в обеспечении двигательной активности человека. В медицинском колледже занятия интегрированного факультатива содействуют профессиональному самоопределению через рассмотрение, например, вопросов патологии белкового обмена, вопросов роли белков в обеспечении иммунной защиты организма.

Можно предположить, что такая работа будет способствовать сокращению бюджета времени на изучение нового материала, так как отдельные знания по теме обучающиеся уже будут иметь. Освободившееся время, можно будет использовать, например, на этапе закрепления нового материала. Подводя итог, можно заключить, что интеграция предметов естественнонаучного цикла может выступать одним из средств оптимизации образовательного процесса при обучении биологии, но эффективность такого средства зависит от педагогически обоснованного, верного выбора форм и методов обучения.

1. Бабанский, Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса [Текст] : методические основы / Ю. К. Бабанский. – Москва : Просвещение, 1982. – 192 с.

2. Бабанский, Ю. К. Избранные педагогические труды / Ю. К. Бабанский ; составитель М. Ю. Бабанский. – Москва : Педагогика, 1989. – 560 с.

3. Рабочая программа учебной дисциплины «Естествознание». – Текст : электронный // Официальный сайт БПОУ ВО «Великоустюгский медицинский колледж имени Н.П. Бычихина». – URL: https://vumk.net/docs/2020_11_04/SeaaKAY2zQKr4A9F7Z.pdf (дата обращения: 24.10.2021).

СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ, ВЫРАЩЕННОЙ МЕТОДОМ ГИДРОПОНИКИ

Л.В. Диаб
Научный руководитель ***А.А. Стародубцева****, канд. биол. наук*
Петрозаводский государственный университет
г. Петрозаводск

В настоящее время наиболее востребованной ягодной культурой является земляника садовая (*Fragaria x ananassa* Duch.), ежегодно в мире выращивается более 4,3 млн т этой ягоды. В России земляника культивируется около 200 лет и в последние годы ее производства в нашей стране возрастает [1, 2] выращивание клубники методом гидропоники, позволяющее получать урожай круглогодично [3]. Содержание хлорофиллов один из определяющих параметров чистой продуктивности фотосинтеза у растений [4]. При выращивании

земляники садовой содержание фотосинтетических пигментов является важным показателем, так как растения характеризуются сравнительно небольшим числом формируемых листьев, которые обеспечивают формирование плодов [2]. Цель исследования – выявить динамику содержания фотосинтетических пигментов в листьях земляники садовой разных сортов при выращивании ее методом гидропоники.

Крупноплодная земляника, или земляника садовая (*Fragaria × ananassa Duch.)* ,представляет собой межвидовой гибрид между видами *Fragaria chiloensis* и *Fragaria virginiana*, возникший спонтанно более 250 лет назад в Европе при совместном выращивании двух видов, благодаря чему вид земляники садовой отличается полиморфизмом признаков [5]. Земляника садовая широко культивируется. В научно-популярной литературе вид часто называют клубникой или викторией [6].

В условиях гидропоники выращивали три ремонтантных сорта земляники садовой: Зенга Зенгана, Елизавета Вторая, Вима Рина. Зенга Зенгана – распространенный сорт немецкой селекции, отличается крупными плодами с плотной кожицей, хорошей зимостойкостью, довольно положительно переносит избыток в почве. Сорт Елизавета 2 выведен в 2001 г. в «Донском питомнике». Адаптирован к климату средней полосы. Сорт обладает повышенным иммунитетом к болезням. Сорт голландской селекции Вима Рина отличается высокой урожайностью [8].

Растения выращивали методом гидропоники на установках периодического затопления. В качестве субстрата использовали керамзит и вермикулит. Для каждого субстрата был подобран свой режим полива. Для полива использовали растворы Terra Aquatica (TriPart). Освещение 16 часов в сутки, освещенность 11 кЛк.

Определение содержания пигментов проводили не инвазивным методом помощью портативного хлорофиллометра atLEAF+ (США). Прибор оценивает содержание пигментов в относительных единицах – хлорофилльный индекс (ХИ). Измерения проводили еженедельно в течении 5–10 месяцев, измеряли два зрелых листа на каждом растении (Зенга Зенгана (8 шт. вермикулит + 6 шт. керамзит), Вима Рина (3 шт. вермикулит + 3 шт. керамзит), Елизавета Вторая (3 шт. вермикулит + 3 шт. керамзит)). Также было проведено спектофотометрическое определение содержания пигментов в листьях растений сорта Зенга Зенгана для соотнесения реального содержания пигментов в листьях и ХИ. Определение проводили на приборе СФ спектр 2001 (Россия) в спиртовой вытяжке (96 %-й спирт,), расчет проводили по формулам: Ca = 13,95 E665 – 6,88 E649; Cb = 24,96 E649 – 7,32 E665; Скар = (1000 E470 – 2,05 Ca – 114,8 Cb) / 245 (Lichtenthaler, Wellburn, 1983), где E470, E646 и E663 – оптическая плотность вытяжки при 470, 646 и 663 нм соответственно; C – концентрация пигмента в вытяжке (мг/л). Содержание пигментов в исследуемом материале рассчитывали с учетом навески и объема вытяжки [10].

Значения ХИ в листьях сорта Зенга Зенгана на протяжении 10 месяцев варьировало от 33,4 до 68,5 для растений на вермикулите и от 32,9 до 69,8 на керамзите. За первый месяц ХИ в листьях клубники достиг значений, которые далее значительно не изменялись. Среднее значение ХИ за все время наблюдений у растений на керамзите и вермикулите не отличалось и составило 54,7±6,3 и 54,7±6,9 соответственно. Снижение значений ХИ на 10 % отмечено при заражении растений паутинным клещом.

У растений сорта Вима Рина среднее значение ХИ за 4 месяца наблюдений в среднем составило 47,6±6,1 для растений, произрастающих на вермикулите, и 46,1±5,8 для растений, произрастающих на керамзите. Диапазон значение ХИ 34,2–69,6 и 30,5–71,1 соответственно.

Для растений сорта Елизавета Вторая значения ХИ на вермикулите составили 52,1±5,9 (33,9–68,8), в то время как на керамзите 53,2±7,3 (30,4–78,3).

Таким образом на обоих субстратах при разных режимах полива питательным раствором, растения формируют одинаковый ХИ. Значения ХИ различалось у растений разных сортов.

В конце эксперимента по выращиванию растений сорта Зенга Зенгана, через 10 месяцев после посадки, ХИ в листьях растений, выращенных на керамзите, составил 66,4±5,5, на вермикулите – 61,6±2,9. Содержание пигментов, определенное в этих же листьях спектрофотометрически, представлено в таблице. Таким образом, содержание пигментов не отличалось при выращивании растений земляники на разных субстратах.

При расчете содержания пигментов на сухую массу в листьях сорта Зенга Зенгана оказалось, что содержание хлорофиллов a и b несколько выше у растений, выращенных на керамзите (табл.).

Полученные значения в расчете на сырую и сухую массу согласуются с литературными данными. Содержание суммы хлорофиллов в листьях земляники варьируется в широком диапазоне от 0,5 до 3,5 мг/г сыр. массы и может зависеть как от условий освещения, так и от сорта [11, 12, 2]. Полученное нами содержание каротиноидов (0,4 мг/г сыр. массы), чуть выше содержания каротиноидов в листьях регенерантов земляники садовой (0,22–0,30 мг/г сыр. массы) [1].

Таблица

Содержание фотосинтетических пигментов листьях земляники садовой сорта Зенга Зенгана, выращенной на разных субстратах

Субстрат	Содержание пигмента, M±SD, мг/г сыр. массы			
	Хлорофилл a	Хлорофилл b	Каротиноиды	Хлорофиллы a+b
керамзит	1,8±0,2	1,2±0,2	0,4±0,02	3,0±0,4
вермикулит	1,8±0,1	1,1±0,1	0,4±0,05	2,8±0,3
	Содержание пигмента M±SD, мг/г сух. массы			
керамзит	5,6±0,8	3,6±0,8	1,1±0,1	9,2±1,6
вермикулит	4,9±0,3	2,9±0,2	1,0±0,1	7,8±0,5

Для листьев земляники сорта Зенга Зенгана диапазон ХИ 55,4–77,4 соответствует содержанию хлорофилла a 1,5–2,0 мг/г сыр. массы (4,5–6,7 мг/г сух. массы), хлорофилла b 0,7–1,4 мг/г сыр. массы (2,2–4,6 мг/г сух. массы), суммы хлорофиллов 2,2–3,4 мг/г сыр. массы (6,7–11,2 мг/г сух. массы). Однако для составления калибровочных уравнений для пересчета значений atLEAF+ в абсолютные значения содержания хлорофилла необходимы дополнительные исследования в более широком диапазоне значений содержания фотосинтетических пигментов. Для других видов растений была показана сильная зависимость между значениями atLEAF+ и содержанием хлорофиллов a и b, такие зависимости видоспецифичны, поэтому для каждого вида растений необходимо создавать пересчетное уравнение [13].

В ходе исследования отмечено увеличение ХИ после пересадки саженцев всех трех исследованных сортов в гидропонную установку. Некоторое снижение ХИ у растений сорта Зенга Зенгана наблюдалось при поражении их паутинными клещами. Значения ХИ у растений сортов Зенга Зенгана и Елизавета Вторая были выше, чем у растений сорта Вима Рина. Для растений земляники садовой значения ХИ могут быть сортоспецифичны, а также могут являться индикатором заражения паутинным клещом.

Исследования проведены в рамках проекта «Разработка технологии выращивания ремонтантных сортов клубники в условиях защищенного грунта на гидропонике» по программе УМНИК.

1. Адаптивный ответ регенерантов *Fragaria ananassa* Duch. под действием механокомпозита на основе аморфного диоксида кремния и флавоноидов зеленого чая в условиях in vitro / Е. В. Амброс, О. В. Коцупий, Е. А. Карпова [и др.]. – DOI 10.25750/1995-4301-2019-4-116-122 // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 4. – С. 116–122.

2. Характеристика сортов земляники садовой Клери и Азия в сравнительном аспекте / А. В. Хачатрян, Д. А. Кузнецов, А. М. Пешкова, В. В. Иванищев. – DOI 10.24412/2071-6176-2021-1-38-45 // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2021. – № 1. – С. 38–45.

3. Выращивание клубники на гибропонике, 2020 (Выращивание клубники на гидропонике самый эффективный метод. Ягода получается вкусной, а выращивать можно круглый год даже в квартире.) – URL: https://gidronom.ru/vyrashchivaem/jagody/941-vyraschivanie-klubniki-na-gidroponike.html (дата обращения: 29.10.2021). – Текст : электронный.

4. Галиулина, А. А. Восстановительная способность и фотосинтетическая активность листьев сортов земляники садовой в условиях северо-западной части Башкортостана / А. А. Галиулина // Вестник ОГУ. – 2009. – № 4. – С. 104–106.

5. Говорова, Г. Ф. Земляника / Говорова Г. Ф., Говоров Д. Н. – Москва : МСП, 2003. – 160 с.

6. Цвелев, Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Н. Н. Цвелев. – Санкт-Петербург : СПХВА, 2000. – 781 с.

7. Кравченко, А. В. Конспект флоры Карелии : монография / А. В. Кравченко ; Институт леса КарНЦ РАН. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2007. – 403 с.

8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений (официальное издание). – Москва : ФГБНУ Росинформагротех, 2021. – 719 с.

9. HARTMUT K. LICHTENTHALER, ALAN R. WELLBURN; Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem Soc Trans 1 October 1983; 11 (5): 591–592.

10. Марковская, Е. Ф. и др. Физиолого-биохимические методы исследования растений и лишайников [Электронный ресурс] : учебное электронное пособие для обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры «Биология», «Экология и природопользование» / [Е. Ф. Марковская и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозавод. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2018. – 107 с.

11. Яковцева, М. Н. Технология выращивания растений земляники садовой Fragaria ananassa duch. На основе использования узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации / Яковцева М. Н., Тараканов И. Г. – Текст : электронный // МНИЖ. – 2014. – № 2–1 (21). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vyraschivaniya-rasteniy-zemlyaniki-sadovoy-fragaria-ananassa-duch-na-osnove-ispolzovaniya-uzkopolosnogo-spektra (дата обращения: 29.10.2021).

12. Яковцева, М. Н. Фотоморфогенетическая регуляция роста и развития земляники садовой (Fragaria xananassa Duch.) в условиях светокультуры : специальность 03.01.05 "Физиология и биохимия растений" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Яковцева Мария Николаевна. – Москва, 2017. – 22 с.

13. Use of the atLEAF+ chlorophyll meter for a nondestructive estimate of chlorophyll content / E. V. Novichonok [et al.] // Photosynthetica. – 2016. – Vol. 54. – P. 130–137.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО ДИОКСИДА СЕРЫ

М.А. Зеленова-Гюльалиева
Научные руководители: ***К.В. Аксенчик****, канд. техн. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец,
В.В. Игин*, канд. техн. наук*
Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам
имени профессора Я.В. Самойлова
г. Москва

Жидкий диоксид серы имеет широкие области применения:

1. Целлюлозно-бумажные производства.
2. Винодельческая промышленность.
3. Производства хлорсульфированного полиэтилена.

На данный момент в России существуют всего несколько заводов по производству жидкого диоксида серы. Однако наибольшие производственные мощности диоксида серы, которые удовлетворяют потребности РФ, сконцентрированы за границей, в китайских компаниях «Wuhan Newradar Trade Company Limited» и «Chengdu Taiyu Industrial Gases Company Limited», а также на финских предприятиях. Используемые технологии и физико-химические данные процессов засекречены и отсутствуют в открытом доступе.

Актуальность данной тематики связана с освобождением от экспорта данного продукта ввиду постоянно увеличивающейся цены и разработкой наиболее совершенной и ресурсосберегающей технологии производства жидкого диоксида серы.

Целью работы является исследование и разработка усовершенствованной технологии производства жидкого диоксида серы на основе серы и кислорода.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Анализ существующих и поиск новых методов производства жидкого диоксида серы на основе серы и кислорода.

2. Разработка перспективной технологии производства жидкого диоксида серы.

3. Монтаж лабораторной установки жидкого диоксида серы с целью отработки процессов.

4. Сбор полученных экспериментальных данных.

В ходе исследования были рассмотрены и изучены основные известные способы производства жидкого диоксида серы с целью выявления «узких мест».

К основным недостаткам, требующим доработки, были отнесены следующие «узкие места»: сложность аппаратурного оформления, неустойчивость по-

глотительных растворов, необходимость предварительного охлаждения обжигового газа, большие капитальные и энергетические затраты, привязка к сернокислотному производству и ограничения концентрации до 14 об. %. [1].

На основе изученных способов производства в АО «НИУИФ» была разработана инновационная технологическая схема получения жидкого диоксида серы на основе [2–5]. Основным сырьем данной технологии является гранулированная сера и кислород в недостатке. Данный способ защищен патентом №2711642 от 17.01.2020.

Схема установки представлена на рисунке 1. Кислород подается в серную печь, совмещенную с конденсатором паров серы (17), заполненную слоем кипящей жидкой серы, где происходит ее горение с недостатком кислорода. После серной печи, газообразный диоксид серы и пары серы поступают в конденсатор паров серы, являющимся ее продолжением. Охлаждение газовой смеси и конденсация паров серы в конденсаторе осуществляются кипящей котловой водой при избыточном давлении ~ 150 кПа при температуре от 120 °С до 125 °С. После конденсатора жидкий конденсат серы под действием силы тяжести возвращается в серную печь, в которую осуществляется дозировка жидкой серы. После конденсатора паров серы газообразный диоксид серы доохлаждается в холодильной установке (10) и поступает в конденсатор диоксида серы (9), где происходит его конденсация. Из конденсатора транспортировка жидкого сернистого ангидрида осуществляется насосом (12) через теплообменник (15). Незначительное количество газообразного сернистого ангидрида, содержащегося в сдувках инертных газов из конденсатора диоксида серы, улавливается в санитарной башне (19).

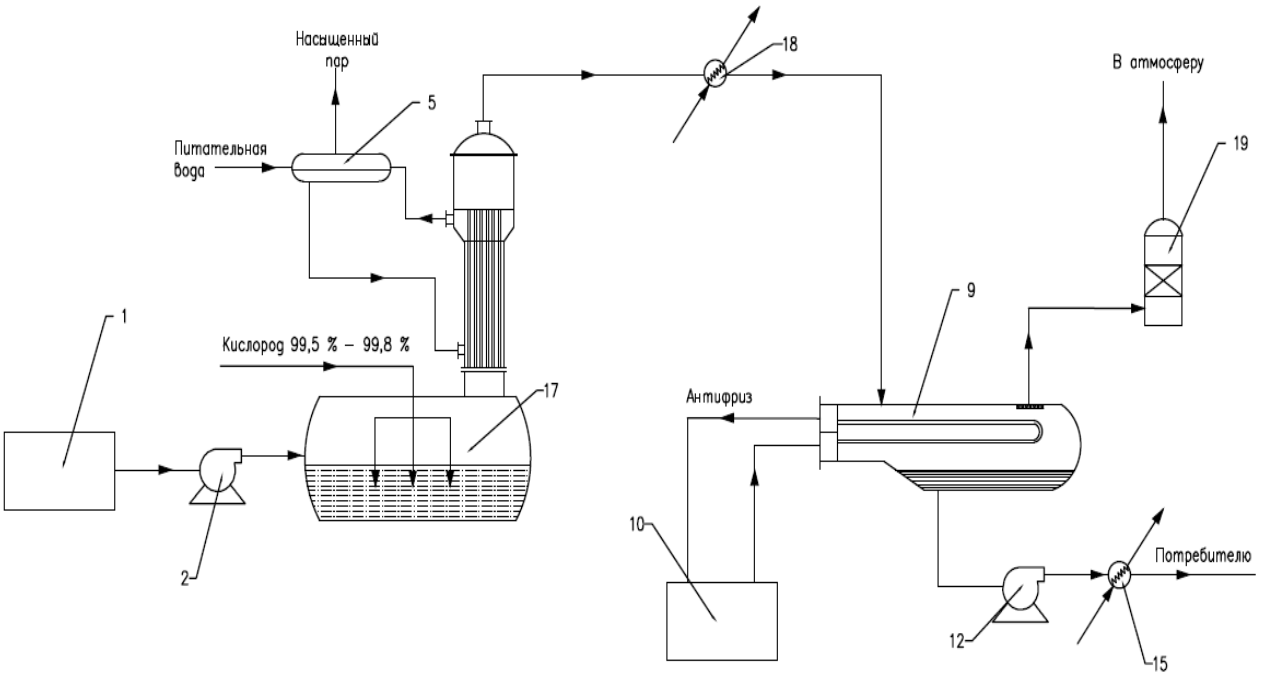


Рис. 1. Установка производства жидкого диоксида серы на основе серы и кислорода

Самыми важными преимуществами данной технологии является:

– использование технического кислорода вместо воздушного дутья;

– использование в аппаратурной схеме серной печи и конденсатора паров серы, совмещенных в одном корпусе;

– простота аппаратурного оформления;

– энерготехнологичность. В технологической схеме установки на производство 1 тонны жидкого сернистого ангидрида требуются существенно меньшие энергозатраты, чем в существующих технологиях, так как не требуется применение компрессора и энергозатратной холодильной установки;

– отсутствие привязки к сернокислотному производству;

– отсутствие кристаллизации серы;

– минимальное количество отходов. Отходом производства является кек, образующийся при чистках плавилки и реактора серного кека, вывозимого в отвал. Установка является экологически чистой, так как газообразный диоксид серы, содержащийся в сдувках инертного газа из конденсатора диоксида серы, улавливается в санитарной башне.

Для наладки режима работы и накопления физико-химических данных процесса получения жидкого диоксида серы в АО «НИУИФ» была разработана и смонтирована лабораторная установка. Схема лабораторной установки представлена на рисунке 2.

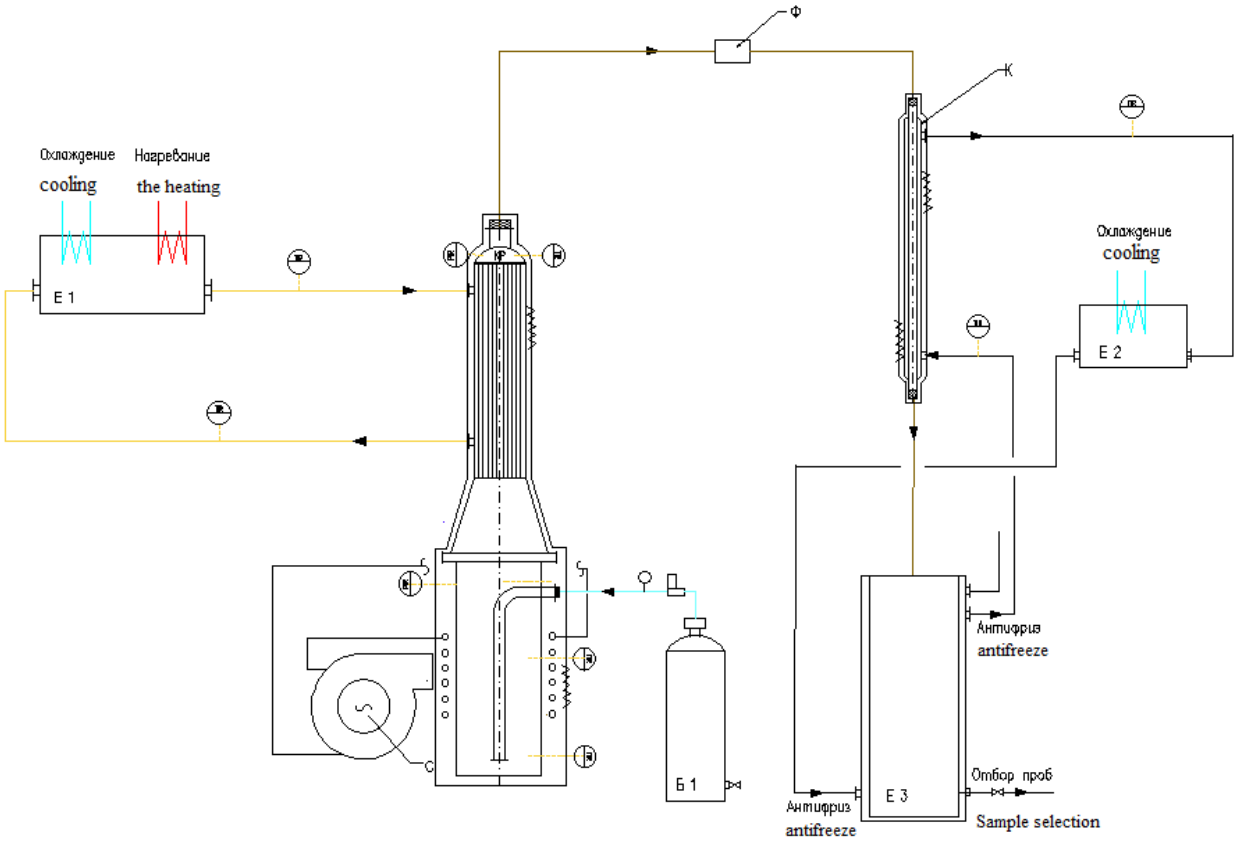


Рис. 1. Схема лабораторной установки получения жидкого диоксида серы на основе серы и кислорода

На данной установке уже проведены первые испытания и получен готовый продукт.

План работ на ближайшее будущее:

1. Дооснащение опытной лабораторной установки с целью установки более производительного теплообменника.

2. Проведение исследований по получению жидкого диоксида серы на лабораторной установке при варьировании параметров работы оборудования (температуры, давления, расходов компонентов).

3. Исследование чистоты получаемого жидкого диоксида серы на соответствие требованиям ГОСТа и отработка условий повышения его качества.

В данной статье была рассмотрена современная установка по производству жидкого дикосида серы на основе серы и кислорода. Разработанная технология является ресурсоберегающей и исключает все «узкие места» применяемых ранее технологий. Также в статье приведена схема лабораторной установки в намечен план будущих работ.

1. Verri M., Baldelli A. Integrated production of liquid sulphur dioxide and sulphuric acid via a low temperature cryogenic process. Sulphur 2018+Sulphuric Acid. 2018. – P. 267–269.

2. Зеленова-Гюльалиева, М. А. Инновационная установка по производству жидкого сернистого ангидрида / Зеленова-Гюльалиева М. А., Игин В. В., Аксенчик К. В. // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сборник трудов XI международной научной конференции. – Казань : Конверт, 2020. – С. 117–120.

3. Игин, В. В. Технология производства жидкого сернистого ангидрида на основе серы и кислорода / Игин, В. В., Зеленова, М. А., Грабун, Е. М. – DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.1.106-112 // Сборник трудов Кольского научного центра: Химия и материаловедение. – 2019. – Вып. 3. – С. 106–113.

4. Игин, В. В. Перспективные разработки в области производства жидкого сернистого ангидрида на основе серы и кислорода / Игин, В. В., Зеленова-Гюльалиева, М. А. // 100 лет развития науки и производства : сборник трудов. – Череповец. 2020. – С. 172–179.

5. Игин, В. В. Промыш-ленная и лабораторная установки по производству жидкого сернистого ангидрида на основе серы и кислорода / Игин, В. В., Зеленова-Гюльалиева, М. А., Аксенчик, К. В. – – DOI: 10.37614/2307-5252.2020.3.4.014 // Сборник трудов Кольского научного центра: Химия и материаловедение. – 2020. – Т. 11. – № 3–4. – С. 68–72.

МОЛЛЮСКИ КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ

Н.Г. Кагачева
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Моллюски в школьном курсе биологии изучаются в 7 классе в разделе «Зоология», а также при изучении общей биологии или экологии в старших классах, где на примере моллюсков могут быть показаны некоторые экологические и общебиологические закономерности.

Цель работы – проанализировать изучение типа моллюсков в школьном курсе биологии.

Задачи: сравнить содержание школьных учебников по теме «Тип Моллюски»; рассмотреть в каком контексте освещаются моллюски и какие упоминаются виды; выявить, в каких типовых заданиях ВПР, ОГЭ и ЕГЭ фигурируют моллюски.

Были проанализированы учебники по биологии для 7 и 10–11 классов. Для 7 класса 9 учебников, из которых 3 (В.В. Латюшина (2019), В.М, Константинова (2008), В.В. Пасечника (2014)) утверждены Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 20.05.2020 № 254. «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность» (Зарегистрирован 14.09.2020 № 59808). Для 10–11 классов проанализирован 1 учебник – Сивоглазов В.И. и др. (2010). Также нами были проанализированы задания ВПР для 5– 8 и 11 классов и типовые задания в рамках тренировочных вариантов ОГЭ и ЕГЭ на Образовательном портале для подготовки к экзаменам «Сдам ГИА» [1].

В учебниках для 7 класса, где рассматривается тема «Тип Моллюски», повествование схожее. Во всех учебниках дано описание особенностей экологии, внешнего и внутреннего строения моллюсков, называются представители тех или иных классов моллюсков, описывается значение моллюсков в природе и для человека. От учебника к учебнику разнится подробность рассмотрения темы. Наиболее подробное описание моллюсков встречается в учебниках биологии В.М. Константинова (2008), В.В. Латюшина (2019), А.И. Никишова (2012), В.Б. Захарова (2011) и В.И. Соболя (2015).

На страницах учебников 7 класса, посвященных моллюскам, имеется иллюстративный материал с изображением внешнего вида наиболее известных видов, а также схематические рисунки внутреннего строения моллюсков.

Наиболее информативный, полный и красочный иллюстративный аппарат представлен в учебниках В.И. Соболя (2015) и Л.Н. Сухоруковой (2014). Самое же скромное иллюстративное сопровождение в учебнике А.И. Никишова (2012). В учебнике В.И. Сивоглазова (2010) для 10–11 класса моллюски рассматриваются в теме «Эволюционное развитие органического мира», где показано место данной группы в эволюции.

Лабораторные работы по теме «Тип Моллюски» встречаются в 3 учебниках биологии. В учебнике В.М. Константинова (2008) лабораторная работа «Внешнее строение раковин пресноводных и морских моллюсков». Цель работы: сравнить строение раковин моллюсков. Довольно схожая лабораторная работа «Строение раковины брюхоногих и двустворчатых моллюсков» представлена в учебнике В.И. Соболя (2015). В учебнике В.В. Латюшина (2019) предлагается лабораторная работа «Особенности строения и жизни моллюсков». Учащимся нужно рассмотреть внешнее строение моллюсков, определить, к какому классу животные относятся, понаблюдать за поведенческими аспектами в различных условиях. Кроме того, в учебнике Д.И. Трайтака (2012) представлена практическая работа по теме «Определение возраста двустворчатых моллюсков по их раковинам», в ходе которой учащимся необходимо определить по годичным дугам раковины примерный возраст моллюска.

Проверочные работы по теме представлены во всех проанализированных учебниках. Сравнение проверочного материала представлено в таблице 1. В большинстве учебников применяется форма открытых вопросов. Вопросы направлены на знание особенностей экологии, внешнего строения, развития, а также значении моллюсков в природе и хозяйственной деятельности человека.

Таблица 1

Сравнение проверочных заданий в анализируемых учебниках

Автор учебника, год	Форма проверочных заданий	Количество заданий, штук
Константинов В.М. и др., 2008	Открытые вопросы	7
	Выбрать верное утверждение	6
Захаров В.Б., Сонин Н.И., 2011	Открытые вопросы	13
Никишов А.И., Шарова И.Х., 2012	Открытые вопросы	18
	Таблица «Тип Моллюски»	
Трайтак Д.И., Суматохитн С.В., 2012	Открытые вопросы	13
Под ред. Пасечника В.В., 2014	Открытые вопросы	10
Сухорукова Л.Н., Кумченко, В.С., Колесникова И.Я., 2014	Открытые вопросы	3
Вахрушев А.А. и др., 2015	Открытые вопросы	8
	Работа в паре	
Соболь В.И., 2015	Открытые вопросы	12
Латюшин В.В., Шапкин В.А., 2019	Открытые вопросы	8

В учебнике В.И. Соболя (2015), помимо открытых вопросов, представлена довольно интересная самостоятельная работа с определительными карточками, по которым учащимся предлагается определить, к какому виду принадлежит моллюск.

Нами были рассмотрены тренировочные варианты по ОГЭ и ЕГЭ. В 15 тренировочных вариантах ОГЭ, включающих в себя 435 типовых заданий, моллюски фигурируют в 13. В заданиях встречаются вопросы о морфологических, экологических особенностях, образе жизни моллюсков, знании типовых представителей классов панцирных моллюсков и занимаемом моллюсками месте на эволюционной ступени. Помимо этого, присутствуют задания в которых требуется определить критерии, по которым животных можно отнести к типу Моллюски.

В 15 тренировочных вариантах ЕГЭ, включающих в себя 420 типовых заданий, моллюски фигурируют в 56. Типовые тестовые задания, представленные в тренировочных вариантах, включаются в себя вопросы об особенностях внешнего и внутреннего строения, развития, экологии, об эволюционных аспектах развития моллюсков, а также задания на соответствия между видами моллюсков и их экологическими или эволюционными группами. Кроме того, моллюски встречаются в заданиях, где нужно найти ошибки в отрывке текста. Сравнив задания ОГЭ и ЕГЭ, можно сделать вывод, что задания ЕГЭ более высокого уровня сложности, поскольку требуют более детальных знаний о моллюсках.

Сравнение заданий ВПР представлено в таблице 2. Наибольшее количество вопросов, связанных с моллюсками, были встречены в тренировочных вариантах ВПР для 8 и 7 классов.

Таблица 2

Анализ заданий ВПР

Класс	Количество заданий в варианте	Общее количество заданий	Количество заданий, где упомянуты моллюски
5	20	300	8
6	21	315	7
7	16	240	12
8	22	330	17
11	22	330	7

Задания для 5–8 классов схожи, направленны на определение таксономического положения моллюсков, а также на знание особенностей внешнего и внутреннего строения, экологии и умение определить, какой вид изображен на рисунке или к какому классу принадлежит вид. В типовых заданиях ВПР для 11 класса задания отличаются. Большинство заданий, где встречаются моллюски, направлены на определение по изображению, в какой эре и периоде исторического развития органического мира обитал данный моллюск. Встречаются вопросы, в которых спрашивается, какие органические элементы аккуму-

лируют моллюски, а также вопросы, где следует установить место моллюсков в пищевой цепи.

Несмотря на то, что в большинстве учебников моллюски рассматриваются разносторонне и довольно подробно, данного материала будет недостаточно, чтобы успешно выполнить некоторые задания ВПР, ОГЭ и ЕГЭ. Поэтому требуется просмотреть дополнительный материал по эволюции моллюсков, роли данной группы в пищевых цепях, а также ознакомится с большим видовым разнообразием моллюсков.

Выводы:

1. Животные из типа Моллюски в школьном курсе биологии рассматриваются по следующему плану: разнообразие, классификация, особенности экологии, внешнего и внутреннего строения, а также роль моллюсков в экосистемах и хозяйственной деятельности человека.

2. Исходя из анализа учебной литературы для 7 классов по биологии, наиболее подробное описание моллюсков было приведено в учебниках В.М. Константинова, В.В. Латюшина, А.И. Никишова, В.Б. Захарова и В.И. Соболя.

3. В просмотренных типовых заданиях ВПР, ОГЭ и ЕГЭ были выявлены задания, в которых присутствовали моллюски. Всего ВПР для 5–8 и 11 классов включает в себя 1515 типовых заданий, в 51 из которых фигурируют моллюски. Из 435 типовых заданий ОГЭ, 13 включали в себя вопросы про моллюсков,
а из 420 заданий ЕГЭ – 56 были про моллюсков. Представленный в учебниках материал недостаточен, чтобы успешно выполнить некоторые задания ВПР, ОГЭ и ЕГЭ.

1. Образовательный портал подготовки к экзаменам: Сдам ГИА. – URL: https://sdamgia.ru/ (дата обращения: 20.11.2021).

2. Захаров, В. Б. Биология. Многообразие живых организмов. 7 класс : учебник для общеобразовательных учреждений / В. Б. Захаров, Н. И. Сонин. – Москва : Дрофа, 2011. – 255 с.

3. Константинов, В. М. Биология: 7 класс : учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / В. М. Константинов, В. Г. Бабенко, В.С. Кумченко. – Москва : Вентана-Граф, 2008. – 304 с.

4. Латюшин, В. В. Биология. Животные. 7 класс : учебник / В. В. Латюшин, В. А. Шапкин. – Москва : Дрофа, 2019. – 304 с.

5. Никишов, А. И. Биология. Животные : учебник для учащихся 7 классов общеобразовательных учебных заведений / А. И. Никишов, И. Х. Шарова. – Москва : Владос, 2012. – 255 с.

6. Соболь, В. И. Биология : учебник для 7 класса общеобразовательных учебных заведений с обучением на рус. яз. / В. И. Соболь. – Каменец-Подольский : Абетка, 2015. – 288 с.

ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА СИНЮХИ ГОЛУБОЙ

К.А. Каплюшина
Научный руководитель ***Н.А. Зейслер***
Вологодский государственный университет
г. Вологда

На сегодняшний день очень большое внимание уделяется физико-химическим исследованиям лекарственных растений, которые используются в медицине. Препараты на основе растительного сырья имеют широкий спектр действия, обладают высокой биодоступностью. Лекарственное растение синюха голубая является источником биологически активных веществ, в частности такой группы вторичных метаболитов как фенольные соединения.

Они принимают участие в процессах фотосинтеза и дыхания, метаболизма ауксинов, симбиотических взаимоотношениях, передачи сигналов, защиты клеток от разнообразных стрессовых воздействий. Этот аспект привлекает большое внимание исследователей в связи с возможностью использования этих веществ вторичного метаболизма растительного происхождения в качестве лечебных препаратов с антиоксидантами [1].

В медицине корневища с корнями синюхи применяются при заболеваниях дыхательных путей. Это растение на порядок превосходит по силе действия валериану лекарственную. Чаще всего у синюхи голубой используют подземные органы. При заготовке официального сырья побеги являются отходами. Они имеют ограниченное употребление и практически не реализуются через аптечную сеть.

Исходя из недостаточной изученности комплекса действующих веществ, отсутствия на фармацевтическом рынке лекарственных форм, а также перспективы безотходного использования растения, исследование химического состава синюхи голубой является актуальным [2].

Целью данной работы было определение содержания фенольных соединений в различных органах синюхи голубой.

Исследования проводили на высушенных и измельченных вегетативных и генеративных органах синюхи. Для этого собранный биоматериал просушивали, измельчали и проводили ряд опытов по определению наиболее ценных групп фенольных соединений методом спектрофотометрии: дубильных веществ, растворимых фенольных соединений, флаванов и флаванолов. Данные вещества определяли в этанольных и водных экстрактах с помощью спектрофотометра СФ 2000 при рекомендованных длинах волн.

Расчет содержания фенольных соединений проводили по формуле:

$$C = \frac{E * P * V * K}{m},$$

где Е – оптическая плотность при соответствующей длине волны; Р – разведение; V – общий объем экстракта, мл; К – коэффициент: $К_1$ (сумма фенольных соединений) – 100, $К_2$ (дубильные вещества) – 1650,66; m – масса сырья, мг [3, 4].

В ходе изучения был проведен анализ содержания в различных органах синюхи голубой некоторых групп фенольных соединений (рис.).

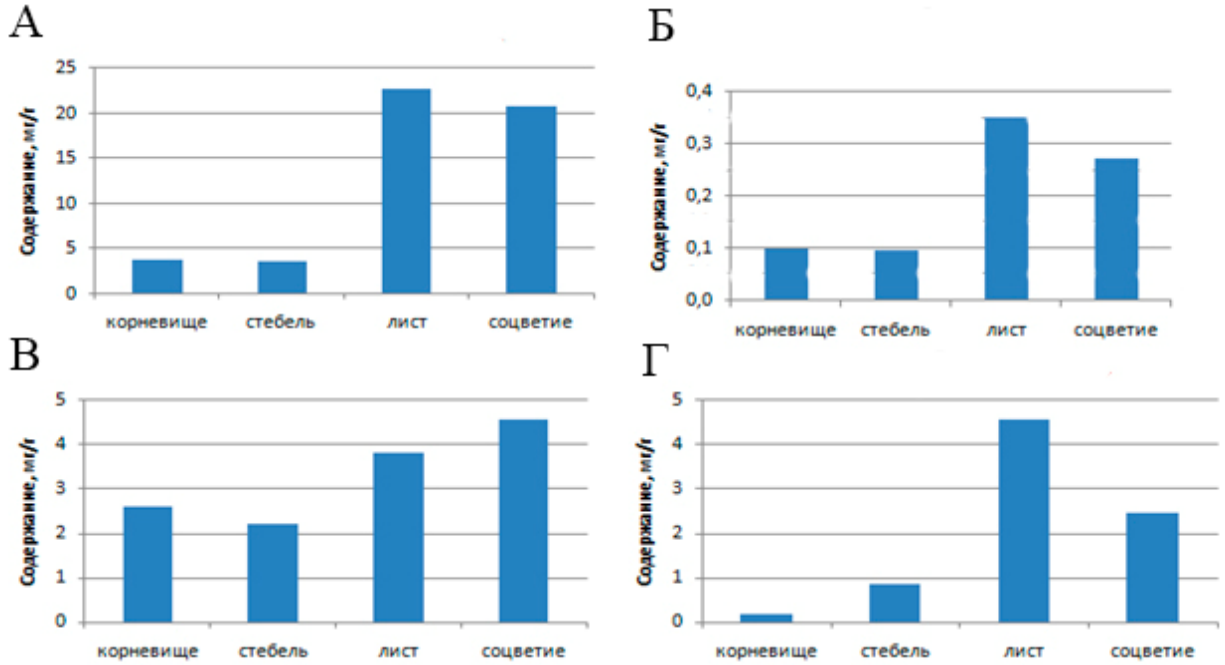


Рис. Содержание фенольных соединений в органах синюхи голубой: А – дубильных веществ; Б – растворимых фенольных соединений; В – флаванов; Г – флаванолов

В результате анализа полученных данных было установлено, что преобладающей группой среди фенольных веществ являются дубильные вещества, количество которых варьируется от 3,5 мг/г до 23 мг/г.

В наименьшей степени в органах синюхи представлены растворимые фенольные соединения (0,1–0,4 мг/г). При этом наибольшее количество данных веществ накапливается в листьях и соцветиях по сравнению с корнями и стеблями. Это может быть связано с локализацией их синтеза в листовых пластинках, а также с активным участием данных органов в процессе фотосинтеза.

Наибольшее количество флаванов находится в соцветиях (до 4,5 мг/г), а флаванолов – в листьях. Содержание флаванов и флаванолов в стеблях достигает 2 мг/г. Такая разница в содержании может быть связана с ролью данных веществ: флаваны участвуют в синтезе дубильных веществ, а часть флаванолов является пигментами. Это обуславливает накопление данных групп соединений в листьях и соцветиях.

Важно отметить, что флаванов в корневищах синюхи содержится больше, чем в стеблях. Это может быть связано с их оттоком в корневую систему.

Преобладающей группой фенольных соединений в сырье синюхи голубой являются дубильные вещества, количество которых варьируется от

3,5 мг/г до 23 мг/г. При сравнении содержания фенольных соединений в надземной и подземной частях растения отмечено их накопление в побегах синюхи. Следовательно, надземные органы являются ценным источником биологически-активных веществ.

1. Бойко, Е. В. Действие мелатонина на содержание антоцианов в стареющих листьях *Lychnis chalcedonica* / Е. В. Бойко, А. Н. Видершпан, И. Ф. Головацкая // Фенольные соединения: функциональная роль в растениях : сборник научных статей по материалам X Международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты». – Москва, 2018. – С. 53–55.

2. Башилов, А. В. Биохимическая оценка практического использования *Polemonium caeruleum* L. в фармакологии / А. В. Башилов // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 59–62.

3. Запрометов, М. Н. Основы биохимии фенольных соединений : учебное пособие / М. Н. Запрометов. – Москва : Высшая школа, 1974. – 214 с.

4. Кабишев, К. Э. Определение экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье при различной технологии получения экстрактов / К. Э. Кабишев // Растительные ресурсы. – 2002. – № 38. – С. 113–120.

ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОТИАЗИНА КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ФОТОКОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТАКРИЛАТОВ

Н.А. Князева
Научный руководитель ***И.Д. Гришин****, д-р хим. наук*
Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского
г. Нижний Новгород

Актуальным и перспективным направлением развития современной синтетической химии полимеров является разработка методов контролируемого синтеза макромолекул, позволяющих получать образцы с заданными значениями молекулярных масс и узким молекулярно-массовым распределением. Одним из таких методов, активно разрабатываемым в настоящее время, является полимеризация по механизму с переносом атома, известная в иностранной литературе как Atom Transfer Radical Polymerization (ATRP), основанная на использовании комплексов переходных металлов в качестве катализаторов (рис. 1) [1]. Несмотря на высокую эффективность данного метода, его основным недостатком является загрязнение полимеров остатками металлсодержащего катализатора, что ограничивает их применение в электронике и медицине.

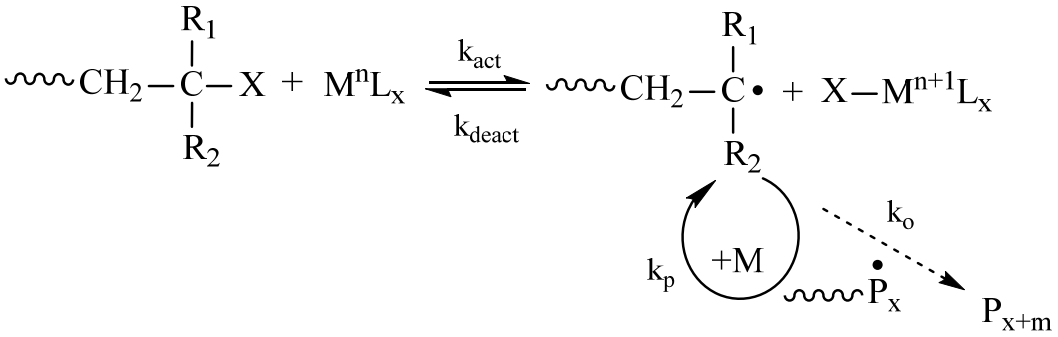


Рис. 1. Схема протекания полимеризации по механизму ATRP

Перспективным решением этой проблемы является проведение процесса в присутствии органических катализаторов в условиях фотокатализа. Данное направление получило название Metal – Free ATRP. В основе этого метода два столпа «зеленой» химии: отказ от использования тяжелых металлов в пользу органических катализаторов и фотохимическая активация, характеризующаяся высокой энергоэффективностью. Процесс основан на способности катализатора в возбужденном состоянии обратимо активировать связь углерод-галоген, приводя к появлению в системе активных радикалов, запускающих процесс контролируемой полимеризации в соответствии с рисунком 2.

Эффективными катализаторами данного типа превращений являются арильные производные фенотиазина [2–5]. Данная работа посвящена изучению процессов полимеризации метилметакрилата в присутствии 10-фенилфенотиазина (PTH) в качестве органического катализатора.

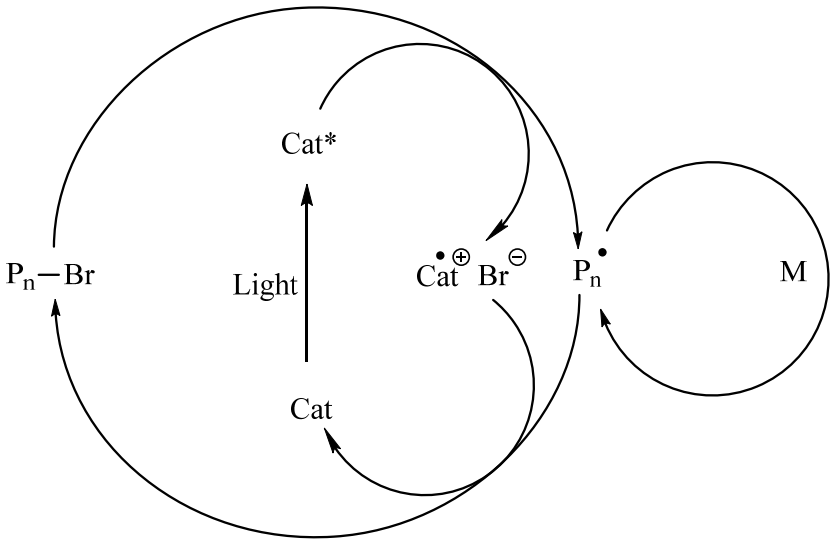


Рис. 2. Механизм процесса Metal – Free ATRP

Для синтеза данного катализатора была проведена реакция арилирования фенотиазина йодбензолом в среде N,N-диметилформамида (ДМФА) в присутствии соединений палладия в качестве катализаторов (рис. 3). Процесс протекал при 130 ºС в течение 30 часов с выходом целевого продукта 67 %.

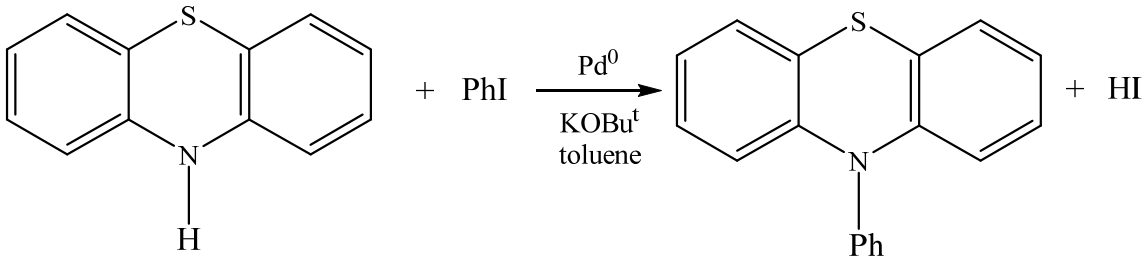


Рис. 3. Схема синтеза 10-фенилфенотиазина (PTH)

Полимеризацию метилметакрилата (ММА) проводили в дегазированных ампулах в течение 3–12 часов при комнатной температуре под действием источника УФ-излучения с длиной волны ~ 360 нм. С целью выбора оптимального растворителя процесс проводили в среде в N,N-диметилформамида (ДМФА) и диметилсульфоксида (ДМСО) с использованием в качестве инициатора этил-2-бромоизобутирата (EBiB). Логарифмическая зависимость отношения начальной концентрации мономера к текущей носит линейный характер как в ДМФА, так и ДМСО, что говорит о постоянстве числа активных центров в течение всего процесса (рис. 4). В то же время полимеризация в ДМСО протекает с большей скоростью по сравнению с использованием ДМФА.

При использовании ДМСО зависимость среднечисловой молекулярной массы от конверсии отличается от линейной, наблюдается отклонение молекулярных масс полученных образцов от теоретически рассчитанных значений. В то же время при использовании ДМФА наблюдался линейный рост молекулярной массы полиметилметакрилата (ПММА) с увеличением конверсии, что характерно для процессов контролируемой полимеризации (рис. 5).

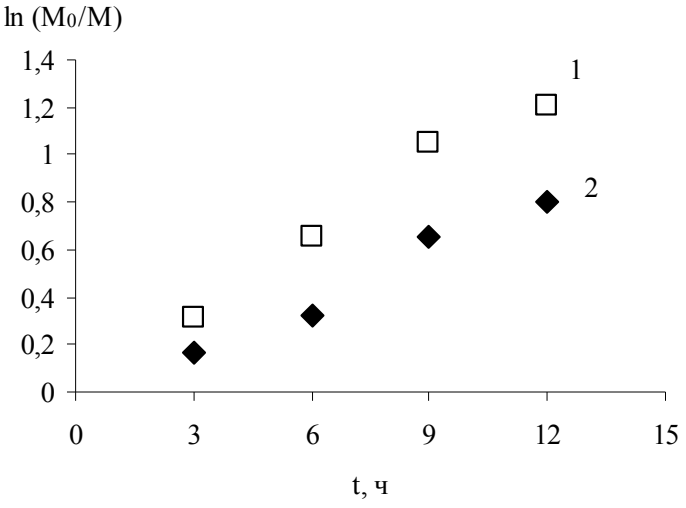
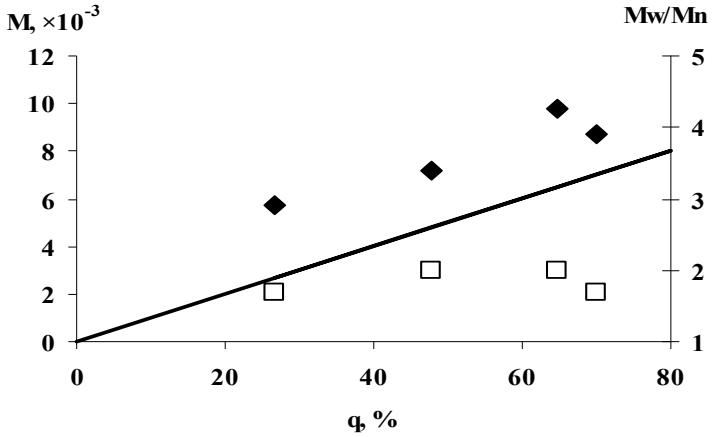
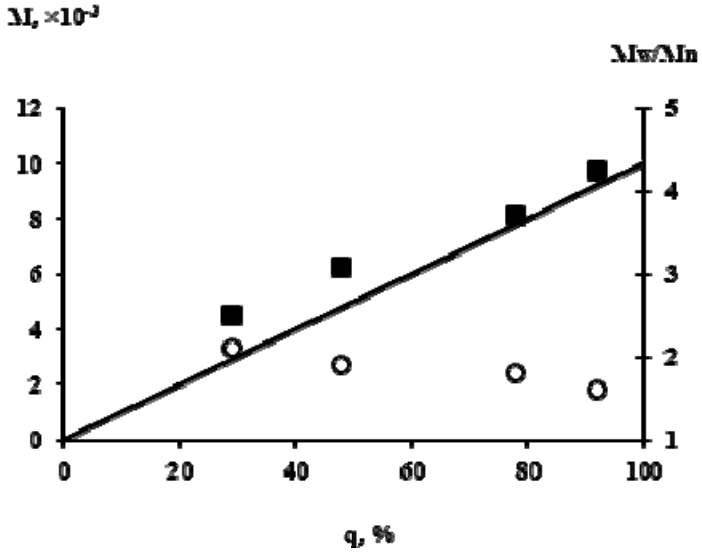


Рис. 4. Зависимость ln (M_0/M) от времени протекания полимеризации метилметакрилата в ДМСО (1) и ДМФА (2)



а)



б)

Рис. 5. Зависимости экспериментально полученной (1) и теоретически рассчитанной (2) среднечисловой молекулярной массы и коэффициента полидисперсности (3) ПММА от конверсии мономера в ДМСО (а) и ДМФА (б); [ММА] : [EBiB] : [PTH] = 100 : 1 : 0,1

Большинство работ в области Metal-Free ATRP посвящено синтезу высокомолекулярных соединений с небольшой молекулярной массой – порядка 10 кДа. С целью увеличения молекулярной массы получаемых полимеров была исследована возможность проведения полимеризации под действием бифункционального инициатора: этилен-бис(2-бромоизобутирата) (2F-BiB), содержащего два активных центра.

Использование 2F-BiB позволяет получать в контролируемом режиме образцы ПММА со значением молекулярной массы до 160 кДа. Протекание полимеризации сопровождается увеличением молекулярной массы полимера с ростом конверсии. Наблюдается хорошее соответствие молекулярных масс

образцов теоретически рассчитанным значениям, что говорит об эффективном инициировании. При этом полимеры характеризуются относительно небольшими коэффициентами полидисперсности.

Протекание процесса в соответствии с механизмом Metal – Free ATRP во всех случаях приводит к образованию полимеров, содержащих на концах цепи атомов галогена, способных к реинициированию, что подтверждено методом времяпролетной МАЛДИ масс-спектрометрии.

Наиболее предпочтительным с точки зрения достижения высокой степени контроля над процессом полимеризации является использование бромсодержащих инициаторов. Применение четыреххлористого углерода приводит к низкой эффективности инициирования, что выражается в несоответствии практически полученных и теоретически рассчитанных молекулярных масс.

Использование PTH в качестве фотокатализатора и EBiB в качестве инициатора позволяет проводить полимеризацию и других метакриловых мономеров, например глицидилметакрилата. Молекулярные массы полученных образцов возрастают с ростом конверсии. Несмотря на то, что в целом молекулярно-массовое распределение образцов является шире, чем для полиметилметакрилата, полученного в аналогичных условиях, наблюдается его сужение по ходу процесса, характерное для контролируемой радикальной полимеризации.

1. Pintauer, T. Atom transfer radical addition and polymerization reactions catalyzed by ppm amounts of copper complexes / T. Pintauer, K. Matyjaszewski // Chem. Soc. Rev. – 2008. – Vol. 37. – P. 1087–1097.

2. Treat, N. J. Metal-Free Atom Transfer Radical Polymerization / N. J. Treat, H. Sprafke, J. W. Kramer, P. G. Clark, B. E. Barton, J. Read de Alaniz, B. P. Fors, C. J. Hawker // J. Am. Chem. Soc. – 2014. – Vol. 136, № 45. – P. 16096–16101.

3. Controlled Radical Polymerization of Acrylates Regulated by Visible Light / N. J. Treat, B. P. Fors, J. W. Kramer [et al.] // ACS Macro Lett. – 2014. – P. 580–720.

4. Fors, B. P. Metal-Free ATRP / B. P. Fors, C. J. Hawker // Angew. Chem. Int. Ed. – 2012. – P. 51–53.

5. Trotta, T. Organic Catalysts for Photocontrolled Polymerizations / J. T. Trotta, B. P. Fors // Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York. – 2016. – P. 27–31.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПРИБРЕЖНЫХ СООБЩЕСТВ РЕКИ ВОЛОГДЫ

И.А. Мастаков
Научный руководитель ***И.А. Мухин****, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В любой водной экосистеме очень велико значение прибрежно-водных растений. Они являются пищей и местом обитания для большого количества видов рыб, а также водных и наземных птиц и животных, имеют сложную структуру и большое разнообразие, являются высокопродуктивными экосистемами. При этом большую роль играет пространственная организация этих систем [1]. Прибрежные сообщества представляют собой фазовую границу между водой и различными твердыми объектами – погруженной растительностью, склонами берега и различными объектами, в том числе размещенными человеком. Известно, что в водной среде наибольшая концентрация живых организмов наблюдается именно на твердых поверхностях, поэтому количество и качество погруженных в воду объектов может определять и продуктивность водной экосистемы, и ее способность к самоочищению [2].

Речная система Вологда является одной из наиболее важных рек для сохранения биоразнообразия прибрежных растений Вологодской области, но ей угрожает антропогенная деятельность. Одной из форм антропогенного влияния на реку Вологду является субстратное загрязнение, внесение в водный объект новых, не типичных для него объектов.

Исходя из сказанного выше большую важность имеет изучение пространственной структуры прибрежных сообществ реки Вологды. Мы поставили перед собой задачу не только оценить разнообразие микробиотопов прибрежной части, которые могут населять организмы перифитона, но и выявить степень ее трансформации в результате деятельности человека.

Для выявления пространственной гетерогенности была использована аэрофотосъемка с дистанционно управляемого летательного аппарата DJI Phantom 3 Professional. Для исследования выбран модельный участок реки в черте города от створа улицы Набережная 6 Армии, 41, 800 м, до улицы Набережная 6 Армии, 1. В результате получена видеозапись в разрешении UHD: 4096×2160p.

Полученную видеозапись нарезали на отдельные изображения получая фотографии участков длинной около 20 м. Данные изображения дешифровали, выделяя основные типы субстратов: заросли различных видов растительности, открытый берег, бытовой мусор, мертвая древесина и сооружения из дерева, ивняк.

Границы распространения субстратов (микробиотопы) наносились на карты с использованием ПО Autodesk. В базу данных ГИС вносилась площадь каждого участка, а также длина их проекции на береговую линию. Для анализа гетерогенности пространственной структуры использовали индекс гетерогенности и индекс гамма-разнообразия Уиттекера.

Для расчета индекса гетерогенности определяли контуры микробиотопов вдоль каждого из берегов. Через полученные фигуры параллельно берегу проводили линию и считали число пересечений с границами контуров, полученное число относили к одному метру длинны линии. Полученная величина имеет размерность $м^{-1}$. Для обработки полученных изображений и построения карт были использованы программы Autodesk.

Всего выделили 7 типов субстратов: дерево, ивняк, илистое дно с крупными камнями, кубышка, осока, ластиковый мусор, деревянные сооружения. Наиболее широко распространены заросли кубышки – они отмечаются на всех участках и по правому, и по левому берегу реки. Для зарослей характерно высокое проективное покрытие глади реки – в среднем 18,0 % по правому берегу и 9,5 % по левому берегу, что связано с относительно крупным размером листьев, расположенных к тому же в одной плоскости. Покрытие кубышки достигает 2789,22 $м^2$ на 13 участке, и проективное покрытием в 39,85 %. Наименьшую площадь (712,76 $м^2$) заросли занимают на участке 6 и покрывают 10,18 % от площади зеркала воды.

На втором месте по распространению – пластиковый мусор, он встречается на 82 % участков, однако в 90 % случаев – на левом берегу. Среднее проективное покрытие мусора составляет 1,42 % от общей площади глади воды на участке по левому берегу и 0,09 % по правому берегу. На отдельных участках покрытие прибрежья пластиковым мусором достигает 2,5 %,.

Ивняк встречается на 53 % исследуемых участков, среднее проективное покрытие по правому берегу 7,73 %, по левому берегу 4,04 %.

Осока встречается в 71 % на левом берегу и в 65 % на правом берегу реки. Среднее покрытие 4,91 % на левом берегу, на правом всего 0,59 %. Но среднее проективное покрытие на правом берегу больше 7,73 %, на левом 4,04 %.

Встречаемость мертвой древесины различается по берегам более чем в 2 раза, на левом берегу встречаемость 18 %, на правом берегу – 41 %. Илистое дно с крупными камнями встречается только на 7 участке, на левом берегу, его проективная площадь составляет 20 $м^2$.

Зарастание берегов высшей водной растительностью неравномерно (рис.). Зарастание правого берега в среднем всегда выше, чем левого. Максимально зарастание в 39 % наблюдается на 3 участке для правого берега, максимальное же зарастание левого берега было на 4 участке и составляло 27 %. Такая существенная разница в степени зарастания может быть обусловлена различной степенью антропогенной освоенности берегов. Как было отмечено ранее левый берег реки более освоен человеком и большое количество мусора

тому подтверждение. Очевидным является то, что мусорное загрязнение левого берега препятствует зарастанию берега высшей водной растительностью.

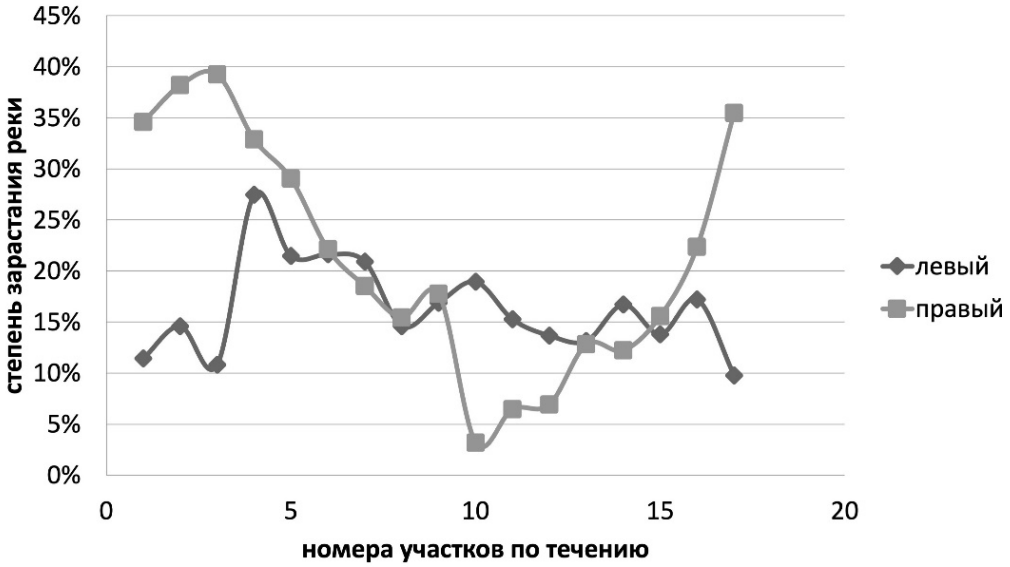


Рис. Степень зарастания реки на различных участках

Кубышка встречается на всех участках и правого, и левого берега и обладает максимальным проективным покрытием на обоих берегах – 18,14 % на правом и 9,47 % на левом. Дальше преобладание субстратов по берегам различается. На втором месте на левом берегу распространена осока 4,91 %, на правом берегу на втором месте ивняк 7,73 %, среднее проективное покрытие.

Мозаичность сообществ определяется по числу биотопов на метр длинны трансекты, постепенно повышается вниз по течению на обоих берегах, это связано, с одной стороны, с ростом фрагментированности растительных сообществ, которые рассекаются в том числе тропинками и подходами к берегу, вместе с тем чем выше по течению, тем более освоены берега, расположены места отдыха горожан, которые в свою очередь загрязнены мусором, все это повышает мозаичность. На 9–10 участках наблюдаются резкие колебания мозаичности на левом берегу реки: на 9 участке большое количество мусора и протоптанных людьми тропинок, а на 10 участке было немного мусора и не было тропинок.

Мы сравнили участки, на которых отмечался пластиковый мусор с участками, на которых пластика не было. Так как пластиковые фрагменты имеют небольшую площадь, мозаичность ожидаемо выше на таких участках. Интересная закономерность связана с тем, что на таких участках ниже степень зарастания. Видимо, мусор попадает на участки вместе с человеком, который своим присутствием нарушает и растительность.

С точки зрения пространственной гетерогенности берега реки Вологды неодинаковы. Мозаичность сообществ слабо связана со степенью зарастания. Под влиянием человека растет мозаичность субстратов и увеличивается их разнообразие. Влияние человека на мозаичность сообществ ощутимо на ис-

следованном участке реки. До 50 % мозаичности прибрежных субстратов р. Вологда создано человеком.

1. Мухин, И. А. Формирование перифитонных цилиосообществ на разнотипных субстратах / И. А. Мухин. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2020. – 159 с.

2. Факторы пространственной структуры популяции Asellus aquaticus (Crustacea, Isopoda) скальной литорали Ладожского озера / М. Д. Петухова, А. Д. Старухина, И. А. Мухин, Д. С. Дудакова // Водные ресурсы: изучение и управление (школа-практика) : Материалы VI Международной конференции молодых ученых, Петрозаводск, 01–05 сентября 2020 года. – Петрозаводск : Карельский Научный центр РАН, 2020. – С. 101–105.

ВЛИЯНИЕ ОКСИБАРОТЕРАПИИ НА РЕОЛОГИЮ И ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ КРОВИ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ КИШЕЧНИКА

А.Н. Поповичева

Научный руководитель ***А.К. Мартусевич****, д-р биол. наук, профессор*

Приволжский медицинский исследовательский университет

г. Нижний Новгород

Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) – одна из наиболее значимых проблем в современной гастроэнтерологии. Ее важность обусловлена неизвестной этиологией, «омоложением», хроническим рецидивирующим течением, необходимостью проведения дорогостоящей пожизненной терапии, ухудшением качества жизни пациентов [1]. Хроническому воспалению при ВЗК способствует микроциркуляторное русло посредством развития ишемии, гиперкоагуляции и ангиогенеза [2]. Нарушения реологических свойств крови, зависящие от агрегации и деформируемости эритроцитов, и изменения функциональных свойств тромбоцитов определяют перечисленные выше процессы, а также развитие окислительного стресса (ОС). Последний, наряду с иммунорегуляторными факторами, является одним из главных механизмов, вовлеченных в развитие ВЗК [3]. Поиск дополнительных методов борьбы с ОС и гипоксией крайне важен, особенно для пациентов детского возраста. Одним из таких способов является гипербарическая оксигенация (ГБО, оксибаротерапия), которая также способствует значительному улучшению микроциркуляции и гемостаза крови.

Целью работы является изучение агрегационных свойств тромбоцитов, эритроцитов крови и ее окислительного метаболизма у детей с ВЗК до и после курса ГБО.

В работе использовали кровь 27 пациентов обоих полов в возрасте от 6 до 17 лет, страдающих ВЗК и лечившихся в 1-ом педиатрическом отделении с медицинской реабилитацией Института педиатрии Университетской клиники ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. На проведение исследования было получено разрешение локально-этического комитета. В комплекс лечения больных была включена терапия ГБО, проводившаяся в одноместной воздушно-кислородной барокамере «БароОкс 1.0». Курс составлял 5–8 ежедневных сеансов в режиме 1,3–1,4 ата в течение 40 минут. Забор крови проводили перед началом курса и после его окончания. Результаты исследований сравнивали с аналогичными показателями 35 условно-здоровых детей обоих полов того же возраста, которые составили контрольную группу.

Забор крови для проведения исследования осуществляли путем венепункции локтевой вены в вакутайнеры, содержащие 3,8 % цитрат натрия. Плазму, обогащенную тромбоцитами, получали путем центрифугирования стабилизированной крови в течение 7 мин при 800 оборотов в минуту. После ее отделения оставшуюся кровь центрифугировали в течение 20 мин при 3000 оборотах в минуту, затем разделяли бестромбоцитарную плазму и эритроцитарную массу. Для исследования спонтанной агрегации тромбоцитов концентрацию клеток в обогащенной тромбоцитами плазме стандартизовали до $200\text{-}250\times10^9$/л. Для изучения агрегации эритроцитов бестромбоцитарную плазму и эритроцитарную массу смешивали в соотношении 2:1. Спонтанную (поток-индуцированную) агрегацию эритроцитов изучали на приборе, сконструированном по принципу [4] в модификации [5]. При оценке процессов агрегации эритроцитов использовали показатели степени агрегации (максимальная амплитуда агрегатограммы, мм) и ее скорости (амплитуда агрегатограммы через 40 секунд после начала процесса агрегации, мм). Спонтанную (поток-индуцированную) агрегацию тромбоцитов определяли в искусственном сдвиговом потоке в том же приборе, в котором измеряли агрегацию эритроцитов. Степень и скорость агрегации тромбоцитов определяли по количеству агрегатов (усл.ед.) через 400 и 160 секунд соответственно после начала процесса с помощью программы [6]. Содержание малонового диальдегида (МДА, нмоль/мл) в плазме крови и промытых физиологическим раствором эритроцитах оценивали по реакции с тиобарбитуровой кислотой [7]. Концентрацию ишемия-модифицированного альбумина (ИМА, ед. опт. пл.) в плазме крови определяли колориметрическим методом [8]. Данные представлены как выборочное среднее ± стандартная ошибка среднего (M ± m). Результаты исследования обработаны методами непараметрической статистики с применением критериев Манна-Уитни и парных сравнений Вилкоксона. Различия считались статистически значимыми при $p<0,05$ и $p<0,001$.

Проведенные исследования показали, что у пациентов детского возраста с ВЗК наблюдается существенное увеличение степени и скорости агрегации эритроцитов (в 1,2 раза). Спонтанная агрегация тромбоцитов при ВЗК усилена –

степень и скорость процесса агрегации достоверно возрастают (табл. 1). Также у этих пациентов отмечается развитие ОС. Так, концентрация МДА в плазме крови при ВЗК в среднем в 1,4 раза превышает значения контроля, а в эритроцитах – в 1,5 раза. Также у этих пациентов концентрация ИМА плазмы крови практически в 4 раза превышает значения контроля (табл. 2).

После курса ГБО у детей с ВЗК отмечается достоверное снижение (до значений контроля) степени и скорости спонтанной агрегации эритроцитов. Курс ГБО также способствовал улучшению функциональных свойств тромбоцитов (снижению их агрегации) (табл. 1). Применение ГБО вызывало существенное ослабление ОС – уровень МДА в плазме крови детей с ВЗК значительно снижался. После проведения ГБО у пациентов с ВЗК выявлена тенденция к снижению концентрации ИМА плазмы крови и внутриэритроцитарного МДА (табл. 2).

Применение ГБО у детей с ВЗК способствует значительному улучшению реологических и гемостазиологических свойств крови, а также снижению проявлений ОС.

Таблица 1

Спонтанная (поток-индуцированная) агрегация клеток крови у пациентов детского возраста с ВЗК после курса ГБО

Показатели		Степень	Скорость
эритроциты (мм)			
контроль (n=35)		75,64±1,34	52,51±1,70
ВЗК (n=27)	до ГБО	84,70±1,76 *	64,93±1,80 *
	после ГБО	73,92±2,54 ●	52,27±2,10 ●
тромбоциты (усл.ед.)			
контроль (n=35)		15,28±1,09	20,03±0,96
ВЗК (n=27)	до ГБО	18,96±1,33 *	24,63±1,34 *
	после ГБО	13,72±1,40 ●	20,85±1,92

** p<0,05 – сравнение с контролем, критерий Манна-Уитни;*

● p<0,05 – сравнение со значениями до проведения ГБО, критерий Вилкоксона

Таблица 2

Окислительный стресс у пациентов детского возраста с ВЗК после курса ГБО

Показатели		МДА (нмоль/мл)	ИМА (ед.опт.пл.)
эритроциты			
контроль (n=35)		5,65±0,34	–
ВЗК (n=27)	до ГБО	8,40±0,60 *	–
	после ГБО	7,40±0,47 *	–
плазма			
контроль (n=35)		1,02±0,05	0,0861±0,01
ВЗК (n=27)	до ГБО	1,45±0,08 **	0,3470±0,04 **
	после ГБО	1,14±0,08 ●	0,3283±0,03 **

** p<0,05, ** p<0,001 – сравнение с контролем, критерий Манна-Уитни;*

● p<0,05 – сравнение со значениями до проведения ГБО, критерий Вилкоксона

1. Патоморфоз воспалительных заболеваний кишечника / И. В. Маев, Ю. А. Шелыгин, М. И. Скалинская [и др.] // Вестник РАМН. – 2020. – Т. 75, № 1. – С. 27–35.

2. Alkim, C. Angiogenesis in Inflammatory Bowel Disease / C. Alkim, H. Alkim, A. R. Koksal, S. Boga, I. Sen // Int J Inflam. – 2015. – № 2015:970890.

3. Tian, T. Pathomechanisms of Oxidative Stress in Inflammatory Bowel Disease and Potential Antioxidant Therapies / T. Tian, Z. Wang, J. Zhang // Oxid Med Cell Longev. – 2017 – 2017:4535194.

4. Schmid-Schönbein, H. A counter-rotating «rheoscope chamber» for the study of the microrheology of blood cell aggregation by microscopic observation and microphotometry / H. Schmid-Schönbein, J. von Gosen, L. Heinich, H. J. Klose, E. Volger // Microvasc Res. – 1973 – Vol. 6. – № 3. – P. 366–376.

5. Патент РФ №2278381. Устройство для исследования агрегации тромбоцитов : опубл. 20.06.2006, бюл. № 17. / Г. Я. Левин, А. П. Модин, С. Ю. Кудрицкий, Л. Н. Соснина.

6. Алгоритмы компьютерного зрения в задаче обработки серии медицинских снимков, полученных при микроскопии / П. А. Шагалова, Э. С. Соколова, Г. Я. Левин [и др.] // Cloud of Science. – 2020. – Т. 7, № 1. – С. 180–188.

7. Авыторское свидетельство № 1807410. Способ определения малонового диальдегида в крови : опубл. 07.04.93, бюл. № 13. / В. Г. Сидоркин, И. А. Чулошникова.

8. **Bar-Or**, **D**. A novel assay for cobalt-albumin binding and its potential as a marker for myocardial ischemia-a preliminary report A novel assay for cobalt-albumin binding and its potential as a marker for myocardial ischemia — a preliminary report / D. Bar-Or, E. **Lau**, J. V. **Winkler** // J. Emerg. Med. – 2000. – Vol. 19. – № 4. – P. 311–315.

ИЗОТОПНАЯ ПОДПИСЬ В ВОЛОСАХ ЛЮДЕЙ КИРИЛЛОВСКОГО РАЙОНА

О.Ю. Румянцева, А.Е. Буева
Научный руководитель ***Е.С. Иванова****, канд. биол. наук*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Ртуть – высокотоксичный металл для всех живых организмов. Соединения ртути в основном попадают в рацион людей с пищей. На территории Вологодской области проведено исследование и установлено, что ртуть в волосах коррелирует с количеством потребляемой рыбы [1]. Таким образом, под-

твердить поступление той или иной пищи в организм мы можем за счет изотопного анализа волос.

Изотопный состав азота и углерода тканей позволяет оценить особенности пищевых ресурсов животных, в том числе и человека. Волосы людей, не употребляющих мясо в пищу, содержат значительно более низкий процент $\delta^{15}N$, чем волосы людей, которые едят преимущественно мясо [2].

Несмотря на то, что существует множество подходов к количественной оценке диетического выбора, было показано, что отношения стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}C$) и азота ($\delta^{15}N$) в волосах и крови кожи головы человека напрямую связаны с источниками пищевого белка человека [3].

Цель данного исследования состоит в оценке стабильных изотопов в волосах.

Задачи:

1. Определить соотношение стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}C$) и азота ($\delta^{15}N$) в волосах людей Кирилловского района.

2. Оценить взаимосвязь накопления ртути и изотопной подписи в волосах.

Научная новизна. Изотопный анализ – это современный метод анализа, позволяющий выявлять закономерности миграции различных веществ в экосистемах. На территории Вологодской области изотопный анализ волос населения Кирилловского района выполнен впервые.

Сбор материала для исследования (волосы с головы) производился с ноября 2017 года по май 2019 года на территории Кирилловского района Вологодской области. Соотношения изотопов углерода ($\delta^{13}C$) и азота ($\delta^{15}N$) в образцах волосах анализировали у жителей Кирилловского района старше 60 лет с известной концентрацией ртути.

Для изотопного анализа волосы перед анализом измельчали до состояния тонкого порошка и промывали раствором хлороформ-метанол (2:1). Материал для изотопного анализа углерода и азота взвешивали (весы Mettler Toledo MX5, точностью до 1 мкг) и заворачивали в оловянные капсулы. Масса навески образцов волос для изотопного анализа составляла от 50 до 500 мкг. Определение изотопного состава проводили на изотопном масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus и элементном анализаторе (Thermo Flash 1112).

В ходе изотопного анализа C и N в образцах волос жителей Кирилловского района установлено, что величина $\delta^{13}C$ в среднем составляет 21,85 ‰ (от -22,7 до -21,33 ‰) а для $\delta^{15}N$ в среднем -10,11 ‰ (от 9,02 до -10,91 ‰).

Зависимость между количеством металла и значением $\delta^{13}C$ в волосах участников исследования статистически не значима (рис. 1).

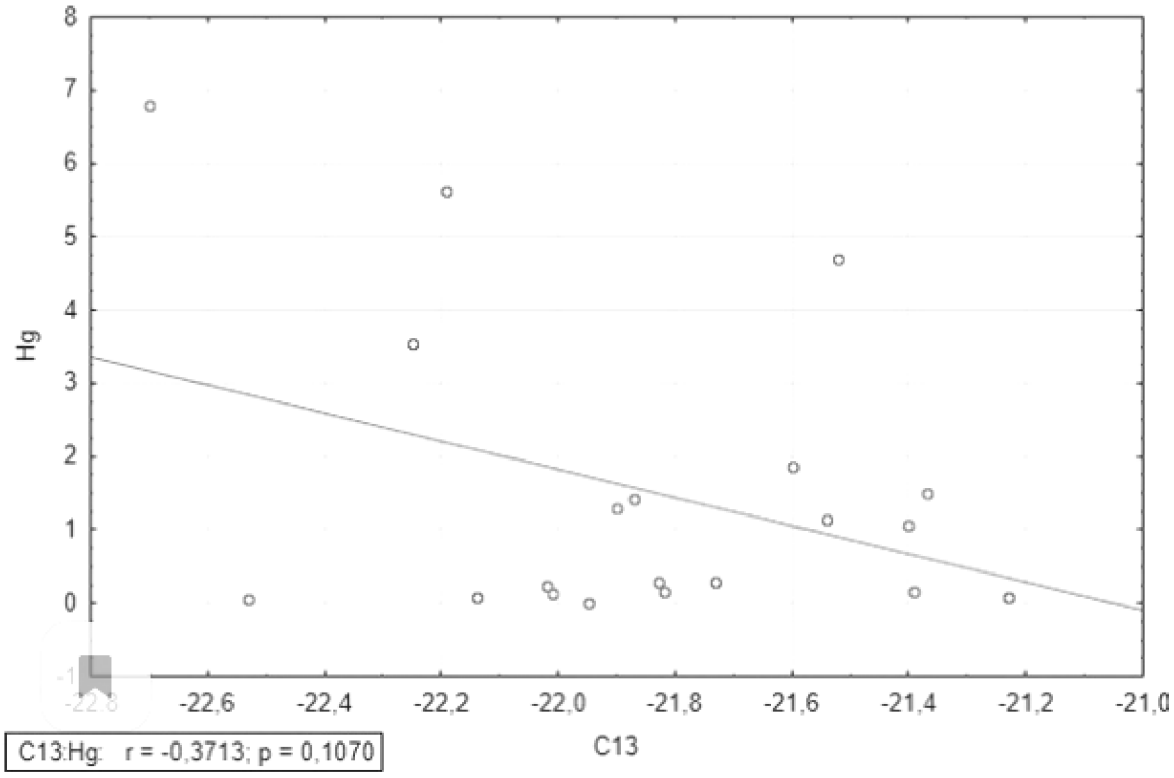


Рис. 1. Зависимость между количеством металла и значением $\delta^{13}C$ в волосах участников исследования

Достоверных различий между $\delta^{13}C$ между людьми с разным количеством ртути не установлено (табл.).

Таблица

Изотопный состав углерода и азота в образцах волос жителей Кирилловского района с разным содержанием ртути в организме

Содержание ртути в волосах, мг/кг	N	Mean	Min	Max	SE	U - Mann-Whitney
$\delta^{13}C$						
<0,3	0	-21,865	-22,530	-21,230	0,116	p= 0,821
>1	10	-21,834	-22,700	-21,370	0,137	
$\delta^{15}N$						
<0,3	10	9,778	9,020	10,340	0,147	p= 0,003
>1	0	10,426	10,030	10,910	0,101	

N – количество образцов волос, mean – среднее значение, median –медиана, min – минимальное значение, max – максимальное значение, Q25 – нижний квартиль, Q75 – верхний квартиль, SD – стандартное отклонение, SE – стандартная ошибка среднего, U-Mann-Whitney – критерий Манна-Уитни

При этом установлены достоверные различия между $\delta^{15}N$ у жителей Кирилловского района с разным количеством металла в волосах (рис. 2). У участников исследования со значениями ртути в волосах не более 0,3 мг/кг в среднем составляет $\delta^{15}N$ 9,778 ‰ (9,020–10,340 ‰), а у людей со значениями ртути выше >1 $\delta^{15}N$ – 10,426 ‰ (10,030–10,910 ‰).

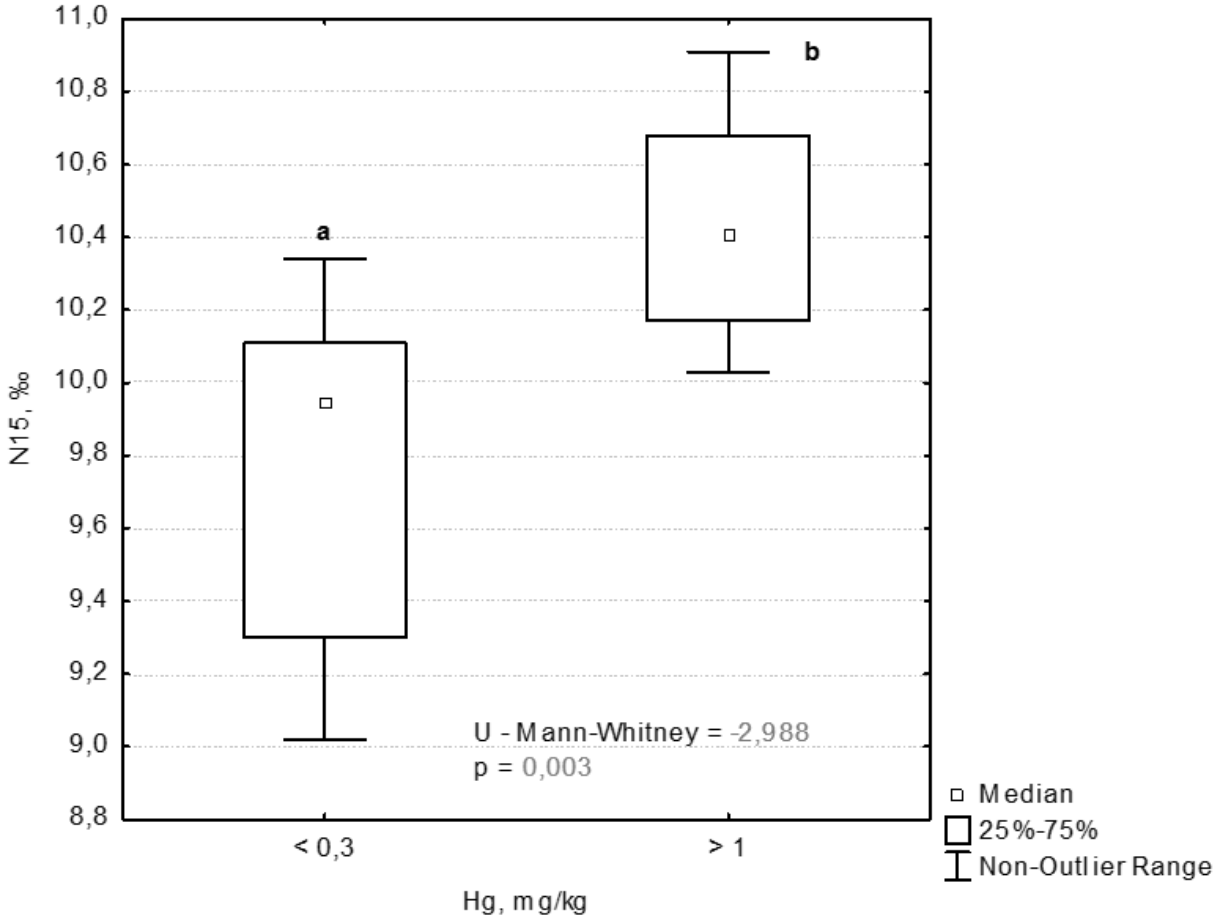


Рис. 2. Изотопная подпись $\delta^{15}N$ у жителей Кирилловского района с разным содержанием ртути в организме

Кроме того, установлена достоверная зависимость между количеством металла и значением $\delta^{15}N$ в волосах участников исследования Rs = 0,72, при p=0,000 (рис. 3).

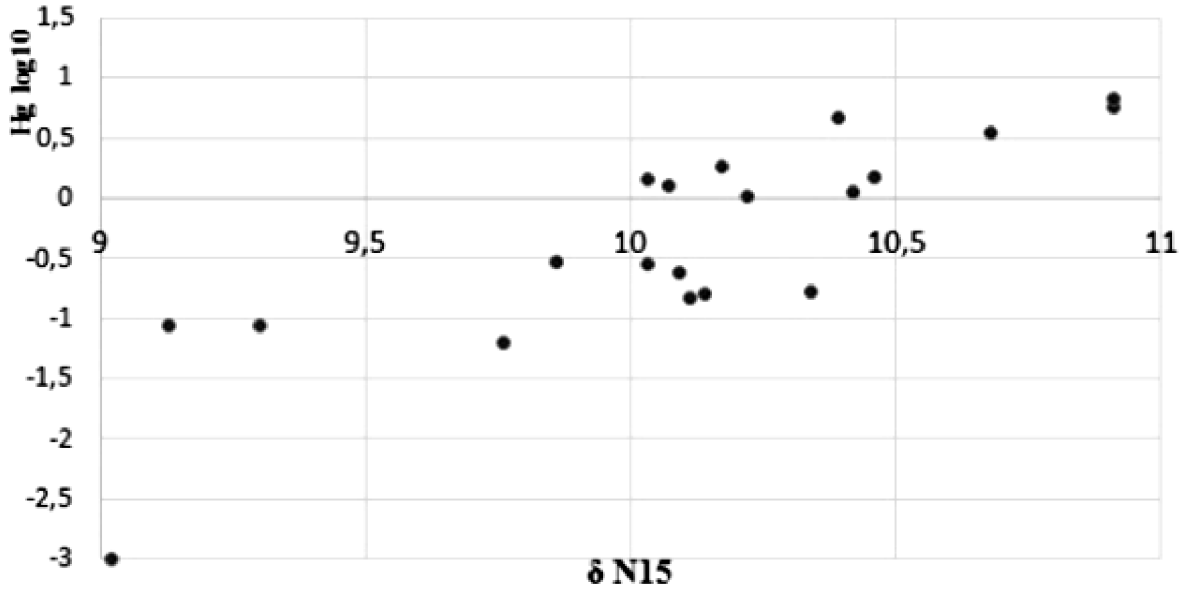


Рис. 3. Зависимость между количеством металла и значение $\delta^{15}N$ в волосах участников исследования

1. Rumiantseva, O. High variability of mercury contentin the hair of Russia North west population: the role of the environment and social factors / E. Ivanova, V. Komov – DOI 10.1007/s00420-021-01812-w. – Text : electronic // International Archives of Occupational and Environmental Health. – 2021. – Vol. 94. – Issue. 8. – URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s00420-021-01812-w (дата обращения: 20.11.2021).

2. Richardsa, M. P. Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans / M. P. Richards, E. Trinkaus – DOI 10.1073/pnas.0903821106**. -** Text: electronic // PNAS. – 2009. – Vol. 106. – № 38. – P. 16034–16039. – URL: https://www.pnas.org/content/106/38/16034 (дата обращения: 20.11.2021).

3. Petzke, K. J. Stable isotope ratio analysis in human hair / K. J. Petzke, B. T. Fuller – DOI 10.3920/978-90-8686-728-8_17. – Text : electronic // Handbook of Hair in Health and Disease. – 2012. – Vol. 1. – P. 332–351. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.3920/978-90-8686-728-8_17 (дата обращения: 20.11.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СЫРЬЕ БРУСНИКИ И ЧЕРНИКИ

Н.С. Субботина
Научный руководитель ***Н.А. Зейслер***
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Вересковые являются достаточно крупным семейством, которое насчитывает более 100 родов и свыше 3000 видов. Вересковые широко распространены по всему земному шару. Виды данного семейства не встречаются только в степях и пустынях, в тропических широтах растут преимущественно в высокогорьях.

Большинство представителей данного семейства относятся к кустарникам или кустарничкам, иногда травянистым формам, в том числе сапрофитам. Однако среди вересковых встречаются и крупные деревья.

Габитус этих растений относительно уникален, поэтому в биологии растений существует понятие «эрикоидный облик», который характерен и некоторым видам, не принадлежащим семейству вересковые. Эрикоидный облик включает одревесневающие побеги, покрытые мелкими кожистыми листьями. Чаще всего листья сохраняются на концах побегов, что особенно ярко проявляется у рододендронов. У ряда видов листья абсолютно голые с глянцевой поверхностью, у других несут разнообразное опушение, которое, как правило, развивается преимущественно на нижней поверхности листа, где также довольно часто располагаются устьица [1].

В основу данной работы был заложен эксперимент с целью изучения содержания вторичных метаболитов в *Vaccinium vitis-idaea* L. и *Vaccinium myrtillis* L.

В качестве объектов исследования использовали интактные органы растений двух видов семейства Эриковые: черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillis* L.) и брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.).

Исследование проводили в 2020–2021 годах. Для изучения фенольного метаболизма растений сбор растительного сырья проводили в августе.

Для биохимического анализа сырье подвергалось сушке в сушильном шкафу при температуре от 50 ºС до 100 ºС согласно предложенной в литературе методике [2]. Высушенное сырье измельчали, после чего получали спиртовой экстракт для определения различных групп фенольных соединений или водную вытяжку для определения дубильных веществ [3, 4].

Все результаты обработаны статистически, на графиках и в таблицах представлены средние арифметические значения и их стандартные отклонения. Для нахождения средних значений и стандартных отклонений использовали программу Excel.

В ходе исследования было выявлено, что у брусники в листьях содержится наибольшее количество растворимых фенольных соединений – 20,91 и флаванолов – 33,67 мг/г. В стебле наблюдается накопление флаванов – 33,75 мг/г. В целом, меньше всего растворимых фенольных соединений – 2,15 мг/г, флаванов – 7,49 мг/г и флаванолов – 0,6 мг/г было выявлено в плодах. При анализе химического состава корневой системы установлено, что фенольных соединений содержится мало 5,52 мг/г. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание суммы фенольных соединений в отдельных органах брусники обыкновенной за 2020 год

Часть растения	Растворимые фенольные соединения	Флаваны	Флаванолы
Плод	2,15	7,49	0,60
Лист	20,92	32,68	33,67
Стебель	12,91	33,75	23,98
Корень	5,52	30,79	0,95

По данным из таблицы 2 в чернике обыкновенной содержится больше всего флаванов, по сравнению с остальными фенольными соединениями. Причем отмечается накопление данной группы соединений в стебле – 31,47 мг/г, меньше всего их присутствует в плоде – 25,53 мг/г. В корневой системе было отмечено низкое содержание растворимых фенольных соединений – 4,5 мг/г и флаванолов – 0,77 мг/г. В листьях растворимые фенольные соединения преобладают (7,06 мг/г).

Таблица 2

Содержание суммы фенольных соединений в отдельных органах черники обыкновенной за 2020 год

Часть растения	Фенольные соединения	Флаваны	Флаванолы
Плод	5,27±10,55	25,53±3,17	9,62±1,31
Лист	7,06±0,83	11,22±2,18	7,46±2,11
Стебель	6,27±0,97	31,47±1,24	1,95±1,33
Корень	4,50±1,37	28,74±2,76	0,77±0,31

В дальнейшем проводили сравнение количества дубильных веществ. Так, наибольшее содержание данной группы веществ на этапе плодоношения выявлено в чернике, в листьях – 162,4 мг/г и в корнях – 100,6 мг/г. В стеблях их

значительно меньше и достигает всего 5,3 мг/г (табл. 3). В бруснике разницы в накоплении дубильных веществ между стеблями и корнями не выявлено (85,5 и 86,5 мг/г соответственно).

Таблица 3

Содержание дубильных веществ в отдельных органах брусники и черники обыкновенной за 2020 год

Часть растения	Брусника обыкновенная	Черника обыкновенная
Плод	55,6	70,1
Лист	21,0	162,4
Стебель	85,5	5,3
Корень	86,5	100,6

При сравнении двух близкородственных видов, отличающихся по экологическим характеристикам, было выявлено, что в сырье брусники, кроме указанных групп веществ, достаточно много флаванолов. Важно отметить, что веществ фенольной природы много накапливается в листьях и стеблях. Черника отличается небольшим количеством растворимых фенольных соединений и флаванолов. При этом фенольные соединения в основном накапливаются в плодах и стеблях, при этом в данных органах отмечается низкий уровень дубильных веществ. Такая разница обусловлена, скорее всего, особенностями метаболизма типичного вечнозеленого ксерофита брусники и летнезеленого мезофита черники.

1. Кожевников, Ю. П. Жизнь растений. Том 5. Часть 2. Цветковые растения. Двудольные: диллениды, розиды, астериды / Ю. П. Кожевников. – Москва, 1981. – 512 с.

2. Захаров, В. Л. Влияние режима сушки на биохимические показатели чая из ферментированного кипрея узколистного / В. Л. Захаров, Т. А. Солдатова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2017. – № 4. – С. 17–21.

3. Кабишев, К. Э. Определение экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье при различной технологии получения экстрактов / К. Э. Кабишев // Растительные ресурсы. – 2002. – № 38. – С. 113–120.

4. Запрометов, М. Н. Основы биохимии фенольных соединений / М. Н. Запрометов. – Москва : Высшая школа, 1974. – 214 с.

ОЦЕНКА РОСТА И РАЗВИТИЯ КНЯЖЕНИКИ *RUBUS ARCTICUS* L.

О.А. Теппоева
Научный руководитель ***А.А. Стародубцева****, канд. биол. наук*
Петрозаводский государственный университет
г. Петрозаводск

Княженика относится к категории редких растений в ряде республик и областей Российской Федерации, она внесена в Изумрудную книгу РФ [1] и в IUCN [2]. В последние годы все больше внимания уделяется культивации и промышленному выращиванию дикорастущих ягод, в том числе и княженики [3]. Однако многие вопросы агротехники и технологии культивирования княженики требуют дальнейшего изучения.

Княженика арктическая (*Rubus arcticus* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Розоцветные (*Rosaceae*). Высота побегов до 30 см, стебли простые, тупотрехгранные, имеющие при основании чешуйки. Корневище длинное, деревянистое, ползучее и располагается на глубине до 25 см. Листья черешковые, тройчатые, с крупными прилистниками. Княженика имеет один верхушечный шести-десяти членный цветок розового цвета. Растение преимущественно однодомное, но имеет и двудомные формы [4, 5]. Плод – сочная многокостянка, цвет варьируется от малинового до темно-пурпурного с сизоватым налетом. Ягодам свойственен кисло-сладкий вкус с характерным ананасовым ароматом [6].

Княженика распространена в тундровой зоне, лесотундре и горнолесном поясе северного полушария, исключая Западную Европу [7]. Произрастает в заболоченных лесах, на окраинах болот, по берегам рек и озер, реже на лугах и вырубках [8, 9].

Основная ценность этой культуры заключается в ягодах, которые употребляют в свежем и переработанном виде, а из листьев княженики изготавливают суррогат чая. Также княженику используют в качестве декоративной культуры для озеленения тенистых мест и для создания различных бордюров и дорожек [10].

В 2018 году на территории ботанического сада ПетрГУ в рамках работ по проекту «Плантационное выращивание дикоросов в условиях северо-западных лесов» были высажены растения княженики культурной, выращенные методом микроклонального размножения. Размножение растений было выполнено в Институте экологии, биологии и агротехнологий на кафедре зоотехнии, рыбоводства, агрономии и землеустройства по руководством доцента кафедры Л.А. Кузнецовой. Использование метода микроклонального размножения растений позволяет получать генетически однородный посадочный материал, избавленный от болезней и вирусов, что позволяет искоренить некоторые болезни на посадочных площадях. Использование этого метода вегета-

тивного размножения сокращает продолжительность селекционного процесса, растения быстрее переходят от ювенильной к репродуктивной фазе развития, а самое главное это – возможность выращивания культур в межсезонье с экономией посевных площадей, необходимых для выращивания культур [11, 12].

Это не первый опыт выращивания княженики в Ботаническом саду, в 2015 году были высажены растения княженики сорта финской селекции «Prima» [13]. Целью исследования было проведение фенологических наблюдений и оценка роста растений княженики, полученных микроклонально и высаженных в Ботаническом саду ПетрГУ в 2018 г.

Летом 2021 года были проведены наблюдения за растениями княженики, полученными микроклонально, они были высажены на территории Ботанического саде ПетрГУ в 2018 году. Случайным образом было выбрано 10 растений. Каждую неделю определяли фенологическую фазу, измеряли высоту растений, количество листьев и цветков. Наблюдения проводили с 4 июня по 10 сентября. Кроме того, было проведено определение хлорофилльного индекса (ХИ) листьев княженики обыкновенной. ХИ – это относительное содержание фотосинтетических пигментов в листе. ХИ измеряли на нескольких листьях каждого растения. Определение ХИ проводили с помощью портативного хлорофиллометра atLEAF+ (США). Принцип работы прибора основан на измерении поглощения хлорофиллом света при разных длинах волн [14].

Диапазон значений ХИ листьев княженики от 19,8 до 34,0, среднее значение у измеряемых растений составило 27,5±3,5. Хлорофилльный индекс листьев княженики соответствует средним значениям для лесных кустарничков варьируются от 21,5 до 34,2 [14].

В начале наблюдений 4 июня растения находились на стадии бутонизации, средняя высота растений составляла 10,2±2,1 см. Среднее количество листьев на побеге составляло 3,3±0,8 шт. Наибольшая высота растений отмечена 18 июня 11,5±1,6 см, при этом прирост за две недели составил от 0 до 4,4 см. Максимальная высота за все время наблюдений составила 14,2 см. Наибольшее количество листьев на побегах отмечено на первой неделе июля 7,9±4,5 шт. на побег, максимальное количество листьев составило 18 шт. на побег. Количество листьев за период с 4 июня по 4 июля увеличилось на 55,6%. В средине июня начинается ветвление побегов, наибольшее количество боковых побегов – 6. Образование боковых побегов привело к увеличению облиственности растений. На верхушках основного и боковых побегов формируются цветки, на наблюдаемых растениях было отмечено от 1 до 4 цветков. Цветение продолжалось с 12 июня по 29 июня. Растения не смогли перейти к фазе плодоношения, вероятно, это связанно с тем, что в период цветения погода была очень сухой, количество осадков за июль месяц составило 33 мм, а средняя температура – 20 ºС, при этом в первой половине июня температуры доходили до 31,4 ºС, что обычно не характерно для данной территории. К 24 августа все надземные побеги, за которыми вели наблюдения, от-

мерли. Однако к 10 сентября 2021 9 из 10 растений заложили почки возобновления, которые в будущем году дадут новые побеги.

Проведенные наблюдения показали, что рост и развитие растений княженики, полученных микроклональным методом, через три года после посадки на данном участке идет стандартно для этой культуры. В естественных местообитаниях княженика произрастает, как правило, на хорошо увлажненных местах. Недостаточное увлажнение и повышенные температуры летом 2021 привели к отсутствию плодоношения и раннему отмиранию надземных побегов.

1. Изумрудная книга Российской Федерации: территории особого природоохранного значения Европейской России. – Москва : Издательство В. А. Скороходова, 2011. – 310 с.

2. IUCN Red List Categories: Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switztrland and Cambridge,UK, 20193Дикоросы: будущее арктического АПК. – Text : Electronic // GoArctic. – URL: https://goarctic.ru/work/dikorosy-budushchee-arkticheskogo-apk/ (дата обращения: 30.10.2021).

3. Дикоросы: будущее арктического АПК. – Текст : электронный // GoArctic. – URL: https://goarctic.ru/work/dikorosy-budushchee-arkticheskogo-apk/ (дата обращения: 30.10.2021).

4. Пукинская, М. Ю. Атлас растений Центрально-Лесного государственного природного заповедника / М. Ю. Пукинская. – Тверь, 2017. – 306 с.

5. Раменская, М. Л. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии / М. Л. Раменская, В. Н. Андреева. – Ленинград : Наука, 1982. – 435 с.

6. Якубов, В. В. Растения Камчатки (Полевой атлас) / В. В. Якубов. – Москва : Путь, Истина и Жизнь, 2007.

7. Флора Мурманской области. – URL: https://www.murman.ru/flora/data/i000068.shtml (дата обращения: 05.10.2021). – Текст : электронный.

8. Иллюстрированный определитель растений Ленинградской области / Л. В. Аверьянов [и др.]. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 799 с.

9. Кравченко, А. В. Конспект флоры Карелии : монография / А. В. Кравченко / Институт леса КарНЦ РАН. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2007. – 403 с.

10. Княженика – арктическая ягода. – URL: https://travelask.ru/articles/knyazhenika-arkticheskaya-yagoda (дата обращения: 05.10.2021). – Текст : электронный.

11. Гончаров, Н. Д. Применение методов биотехнологии для селекции, создания, оздоровления и размножения картофеля / Н. Д. Гончаров, Н. С. Кожушко., В. Д. Рудь. – Харьков, 1987.

12. Демчук, В. Микроклональное размножение растений / В. Демчук, М. Черныш, Т. Дитченко, Е. Спиридонович, Д. Пржевальская, В. Падутов // Наука и инновации. – 2019. – № 6 (196) . – С. 4–11.

13. Кирилкина, Т. И. Экспозиции Ботанического сада ПетрГУ: «Круглый сад» / Т. И. Кирилкина // Hortus bot. 2015. Т. 10. – URL: http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4181 (дата обращения: 09.10.2021). – Текст : электронный.

14. Физиолого-биохимические методы исследования растений и лишайников : учебное электронное пособие для обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры «Биология», «Экология и природопользование» / Е. Ф. Марковская [и др.]. – Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2018. – 107 с.

РЕДКИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ВАЛДАЙСКИЙ»

О.С. Терентьева
Научный руководитель ***Е.Л. Рохлова****, канд. биол. наук*
Российский государственный гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург

Присутствие редких видов на особо охраняемых природных территориях создает дополнительную ответственность за их сохранение, давая возможность проведения ежегодного мониторинга популяций, а также привлекает большое внимание туристов. Ежегодный мониторинг позволяет проследить динамику численности популяций редких видов растений. При обнаружении ее сокращения принять меры необходимые для их охраны. Флористическое разнообразие Национального парка «Валдайский» (далее – НП «Валдайский») обусловлено, во-первых, его местоположением. Парк расположен в пределах Валдайской возвышенности, которая является основой Валдайской физико-географической провинции [1]. Во-вторых, особенностью геоморфологии, также влияющей на разнообразие флоры. Так, Валдайская возвышенность, на которой образован НП «Валдайский», относится к Московской синеклизе, а именно к северо-западному крылу, сложенному глиной и песками.

Цель данной работы заключается в описании биологического разнообразия редких видов растений на территории НП «Валдайский», встречаемых на постоянных пробных площадях (ППП) и исключенных из Красной книги Новгородской области (далее – КК Новгородской области). Из представленных редких видов в данной работе только Пальцекорник балтийский (*Dyctylorhiza baltica* (Klinge) Orlova) занесен в КК Новгородской области. Для достижения

данной цели были поставлены следующие задачи: проведение геоботанического мониторинга на ППП, инвентаризация редких видов растений, а также изучение аннотированного списка редких видов растений на территории НП «Валдайский» за прошлые годы исследований (2010, 2015 год). В ходе проведения мониторинга были обследованы 7 ППП, 6 из которых заложены в рекреационной зоне парка, а ППП 7 – в заповедной зоне.

В ходе проведения геоботанического мониторинга на территории НП «Валдайский» были определены виды, которые могут быть снова включены в Красную книгу Новгородской области.

На территории НП «Валдайский» при проведения геоботанического мониторинга на ППП было выявлено 9 редко встречающихся видов растений из 3 классов. Также один вид сосудистого растения, занесенного в КК Новгородской области [2] и Российской Федерации.

Двурядник, или плаун сплюснутый (*Lycopodium complanatum* L.), единственный представитель своего семейства Плауновые (*Lycopodiaceae*) [3], был обнаружен при обследовании территорий ППП в начале полевого сезона 2021 года. Представлен на ППП 4, ППП 6 небольшой ценопопуляцией. На ППП 4 обилие вида по шкале Друде составило – Cop 1 (вид обилен, 30–40 %). Обилие по шкале Друде на ППП 6 – Sol (вид растет рассеянно). Чаще всего для данного вида характерны следующие особенности произрастания: светлые сосновые леса, хорошо дренированные участки. Так, ППП 6 была заложена в сосновом лесе с хорошей освещенностью на участке с повышенной рекреационной нагрузкой, что позволяет ежегодно наблюдать за данным видом.

Пальцекорник балтийский (*Dyctylorhiza baltica* (Klinge) Orlova) – представитель семейства Орхидных или Яртышниковых (*Orchidaceae*). Занесен в КК Новгородской области. Категория статуса, согласно КК Новгородской области, NT (3) – вид, находящийся в состоянии, близком к угрожающему [2]. Также данный вид занесен в КК Российской Федерации – категория статуса редкости 3. Основными местами обитания для Пальцекорника балтийского являются влажные и сырые луга, а также обочины дорог. Большая ценопопуляция была обнаружена на ППП 2, также один экземпляр был найден около ППП 1. Обилие по шкале Друде на ППП 1 – Un (вид встречается один раз), а на ППП 2 – Cop 1.

Пальцекорник Фукса (*Dyctylorhiza fuchsii* (Druce) Soo) [3] встречается практически по всей территории лесной зоны Европейской России. Однако на территории НП «Валдайский» небольшое количество экземпляров было найдено только на одной площадке, заложенной в рекреационной зоне (ППП 2), а единичный экземпляр найден на ППП 3. Обилие по шкале Друде: ППП 2 – Sol; ППП 3 – Un. На данных площадках вид произрастает на открытой территории с достаточным освещением и увлажнением типа сухолесолугового. Впервые вид на ППП 2 был обнаружен в 2019 году.

Пальцекорник пятнистый (*Dyctylorhiza maculata* (L.) Soo) [3] был обнаружен при ежегодном геоботаническом обследовании территории в заповедной зоне НП «Валдайский» в 2016 году. В 2021 году ценопопуляция Пальцекорника пятнистого была обнаружена по обочине дороги, которая проходит рядом с ППП 7. Таким образом, можно предположить, что данный вид будет практически всегда встречаться в заповедной зоне благодаря минимальной антропогенной нагрузке на участок. Также Пальцекорник пятнистый был обнаружен на ППП 3 на месте сильного ветровала. Обилие по шкале Друде около ППП 7 – Un, на ППП 3 – Sol.

Гудайера ползучая (*Goodyera repens* (L.) R. Br.) [3] – представитель рода Гудайера (*Goodyera*), семейства Орхидных (*Orchidaceae*). На территории парка произрастает в сосновых или елово-сосновых лесах. Наибольшее обилие вида было отмечено на ППП 4 по шкале Друде (Sp – Вид обилен, но сплошного покрова не образует, 10–20 %). На ППП 5 гудайера ползучая была найдена в двух экземплярах в пределе тенистого участка леса. Обилие по шкале Друде – Un.

Мякотница однолистная (*Malaxis monophylos* (L.) Swartz) [3] – представитель рода Мякотница (*Malaxis),* семейства Орхидных (*Orchidaceae*). Распространение данного вида небольшое. Несколько экземпляров было обнаружено на ППП 2. Обилие вида по шкале Друде – Un.

Любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.) [3] – представитель рода Любка (*Platanthera*), семейства Орхидных (*Orchidaceae*). Также как и мякотница однолистная, была обнаружена в минимальном количестве на территории ППП 2. Обилие по шкале Друде – Un. Во многих областях Российской Федерации данный вид входит в региональные Красные книги.

Грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.) [3] – представитель рода Грушанка (*Pyrola*), семейства Грушанковые (*Pyrolaceae*). Единственный представитель описанных редких растений, произрастающих на территориях ППП с максимальной встречаемостью. Так, грушанка круглолистная была встречена на трех из семи ППП. Обилие вида по шкале Друде на ППП 6 и 7 – Sp. На ППП 2 встречена единичными экземплярами, произрастание рассеянное по всей территории площадки. Обилие по шкале Друде – Sol.

Зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L.) Barton) [3] – представитель рода Зимолюбка (*Chimaphila),* семейства Грушанковые (*Pyrolaceae*). Единственное местонахождение отмечено на ППП 6, заложенной в рекреационной зоне около оз. Разлив. Обилие по шкале Друде – Un.

Для определения встречаемости каждого вида в пределах ППП был рассчитан показатель встречаемость вида, выраженный в процентах. Результаты представлены в таблице, как и оценка обилия по шкале Друде.

Таблица

Список редких растений на постоянных пробных площадях

Вид	№ ППП, на которой встречается вид	Обилие по Друде	Встречаемость вида, %
Двурядник сплюснутый (*Lycopodium complanatum*)	4; 6	Cop 1; Sol	29
Пальцекорник балтийский (*Dyctylorhiza baltica*)	1; 2	Un; Cop 1	29
Пальцекорник Фукса (*Dyctylorhiza fuchsii*)	2; 3	Sol; Un	29
Пальцекорник пятнистый (*Dyctylorhiza maculata*)	3; 7	Sol; Un	29
Гудайера ползучая (*Goodyera repens*)	4; 5	Sp; Un	29
Мякотница однолистная (*Malaxis monophylos*)	2	Un	14
Любка двулистная (*Platanthera bifolia*)	2	Un	14
Грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*)	2; 6; 7	Sol; Sp; Sp	43
Зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata*)	6	Un	14

Un – вид встречается один раз (среднее проективное покрытие менее 1 %); Sol – вид растет рассеянно (среднее проективное покрытие 3–5 %); Sp – вид обилен, но сплошного покрова не образует (среднее проективное покрытие 10–20 %); Cop 1 – вид обилен (среднее проективное покрытие 30–40 %).

Таким образом, из редких видов чаще всего встречается на территории НП «Валдайский» грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.). Наименее встречаемыми видами оказались мякотница однолистная (*Malaxis monophylos* (L) Sw), любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L) Rich), зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L) Barton). Данные виды были встречены в районе высокой антропогенной нагрузки. Исключение из Красной книги Новгородской области и сильное антропогенное воздействие может привести к исчезновению данных видов на территории НП «Валдайский». Поэтому, если при проведении ежегодного геоботанического мониторинга ППП в будущем обнаружится исчезновение данных видов с найденных местообитаний, необходимо рассмотреть возможность об обратном включении их в КК Новгородской области. Поиски сотрудниками научного отдела НП «Валдайский» в период полевого сезона новых мест обитаний популяций путем заложения крупной сети ППП, желательно без антропогенного воздействия, позволят видам сохранить свою популяцию на территории парка.

1. Колосова, Л. В. Флора Валдайской возвышенности: специальность 03.00.05 «Ботаника» : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Колосова Людмила Викторовна ; Российская академия наук Главный ботанический сад. – Москва, 2007. – 291 с.

2. Красная книга Новгородской области / ответственный редактор Ю. Е. Веткин, Д. В. Гельтман, Е. М. Литвинова [и др.]. – Санкт-Петербург : ДИТОН, 2015. – 480 с.

3. Морозова, О. В. Сосудистые растения национального парка «Валдайский» (аннотированный список видов): аннотированный список видов / О. В. Морозова, Н. Г. Царевская, Е. А. Белоновская ; под редакцией В. С. Новикова ; Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия ; ИПЭЭ РАН. – Москва : Издательство Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия, 2010. – 95 с.

ПРИРОДНОЕ И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА *OPHRYS INSECTIFERA* L. В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Фокина
Научный руководитель ***Е.В. Кармазина****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В природе все растительные организмы подвергаются воздействию разнообразных экологических факторов. *Ophrys insectifera* L. (офрис насекомоносная) относится к семейству Orchidaceae (Орхидные). Семейство широко распространено в тропической зоне, но является редким для северных широт. Практически все виды семейства Orchidaceae, произрастающие на территории Вологодской области, являются редкими или охраняемыми. В настоящее время в Вологодской области *O. insectifera* присвоен статус 1/CR [1].

O. insectifera имеет европейско-малоазиатский ареал распространения и в условиях области находится на северо-восточной границе своего ареала [2]. Поэтому вид более уязвим к любым воздействиям, оказываемым на него в местообитаниях. Изучение экологических факторов, влияющих на популяции вида, позволяет выявить основные воздействия на *O. insectifera* в пределах области, а также последствия этих воздействий для вида. Это может послужить материалом для разработок рекомендаций по уменьшению негативного воздействия факторов, что поспособствует сохранению вида в области.

На 2021 г. в области известно 2 местонахождения *O. insectifera* – в окр. с. Горицы у южного подножия г. Мауры (территория национального парка «Русский Север») и в окр. с. Чарозеро. Обе точки находятся в Кирилловском районе в условиях низинных болот. Первая ценопопуляция (далее ЦП 1) рас-

положена в рогозово-пушицево-осоково-гипновой ассоциации. В окр. с. Чарозеро произрастает несколько ценопопуляций, на данный момент изучается одна из них (далее ЦП 2) – в сосново-пушицево-гипновой ассоциации. Численность ЦП 1, фиксируемая с 1997 г., за время наблюдений постепенно снижается. В первый год наблюдений в местообитании отмечено 69 экз., в 2021 г. – лишь один генеративный экз. Плотность ЦП 1 уменьшается с 7,3 особей на м^2 (1997 г.) до 0,1 особей на м^2 (2021 г.). Численность ЦП 2 отмечается с 2020 г. (обнаружено 78 экз.), в 2021 г. численность снижается до 19 экз. Плотность ЦП 2 уменьшается с 10,4 особей на м^2 (2020 г.) до 2,5 особей на м^2 (2021 г.).

Появление ценопопуляций вида в обнаруженных местообитаниях, а также колебания их численности и плотности объясняются действием на вид экологических факторов. В статье анализируются влияющие на произрастание *O. insectifera* экологические факторы, выделяемые по типу воздействующего объекта (абиотические и биотические, включая антропогенные). В каждой группе рассматриваются факторы, действие которых на *O. insectifera* отмечено в ходе мониторинга ценопопуляций.

Среди абиотических выделены следующие факторы:

1. Температура.

Вид относится к растениям умеренного (умеренно теплого) климата. Предполагается, что уменьшение числа особей в 2021 г. в ЦП 2 вызвано резкими перепадами температуры в апреле-мае этого года (теплые и жаркие дни сменялись холодными ночами, иногда с заморозками). В конце апреля в с. Чарозеро температура днем менялась от +15 ºС (23.04) до +3 ºС на следующие сутки, ночью в конце апреля-начале мая температура опускалась до -1 ºС. Начало мая было холодным, к середине месяца наступила жаркая погода (18.05 днем +31 ºС), затем к концу мая вновь похолодало до +9 ºС днем и +3 ºС ночью (30–31.05)). Это могло спровоцировать наступление периода покоя у *O. insectifera*. В два предыдущих года по данным дневников погоды на gismeteo.ru таких резких колебаний температур в апреле-мае не наблюдалось.

2. Освещенность.

Согласно шкале Э. Ландольта [3] вид относится к растениям, нуждающимся в высокой степени освещенности (произрастает часто на полном свету, но иногда при некотором затенении, поэтому его можно отнести к факультативным гелиофитам). В местообитании ЦП 1 сомкнутость крон ранее была равна 0,1 (2003 г.), в последние годы – 0,3 (2021 г.). В местообитании ЦП 2 сомкнутость крон равна 0. Поскольку освещенность выше в ЦП 2, там наблюдается значительно большее количество экземпляров вида, выше плотность ЦП, что согласуется с нуждаемостью вида в большом количестве света.

3. Влажность.

Вид можно отнести к мезогигрофитам, т.к. по шкале Э. Ландольта [3] он произрастает на почвах от среднеувлажненных до пропитанных водой. В исследуемых местообитаниях вида почвы как правило пропитаны водой, она

выделяется при ходьбе. Исследователями, проводящими мониторинг ЦП 1, отмечается, что в последние годы это местообитание стало чуть более сухим.

4. Кислотность и богатство почвы питательными веществами.

Согласно шкале Э. Ландольта [3] вид предпочитает щелочные почвы (pH 5,5–8,0) В 2021 г. в местообитании в окр. с. Чарозеро были взяты образцы торфяной почвы, анализ которых показал, что вид в этой точке произрастает на торфе со слабощелочной реакцией (pH=7,1–7,3). К богатству почв вид не требователен, является мезотрофом, а согласно шкале может произрастать на очень бедных почвах.

Среди биотических факторов выделяются:

1. Фитогенные (воздействие растений).

В последние годы отмечается зарастание болота с ЦП 1 древесными и кустарниковыми формами (*Picea abies, Betula pendula, Frangula alnus, Viburnum opulus* и др.). Их кроны вызывают затенение травяно-кустарничкового яруса, что отрицательно сказывается на численности и плотности ЦП 1. Также это увеличивает конкуренцию за влагу и элементы минерального питания. Исследуемый вид относится к тубероидным орхидеям, которые имеют низкую сопротивляемость конкуренции.

При этом исследователями A. Popatanasov и A. Asenov в Болгарии отмечается, что затенение не всегда отрицательно сказывается на распространении вида. Для популяций вида в этой стране менее открытые участки (с индексом открытости полога менее 70 %) более благоприятны (вид лучше чувствует себя в полутени и частично в тенистых условиях). При этом сами авторы отмечают, что их результаты отличаются от таковых в Северной Европе [4].

2. Зоогенные (воздействие животных).

Наблюдается на обеих точках произрастания вида. В 2021 г. в местообитании ЦП 1 обнаружены небольшие порои кабанов, что может отрицательно сказываться на численности и плотности ЦП 1. В ЦП 2 обнаружен генеративный экз. вида, у которого было отгрызено соцветие во второй половине июня-начале июля. Кем именно был поврежден экз., не известно. Поскольку воздействие подобного характера было отмечено лишь единично, это не наносит значительного урона ЦП 2.

В литературе указывается, что экземпляры *O. insectifera* могут повреждаться такими беспозвоночными животными, как трипсы (например, *Taeniotrips picip*), ворсистые улитки *Trichia hispida*, гусеницы бабочек *Taenocampa gothica* [1]. На данный момент повреждений перечисленными беспозвоночными в ценопопуляциях не наблюдалось.

3. Антропогенные (воздействие человека):

А. Постройки недалеко от местообитания ЦП 1.

Болото расположено в пойме р. Шексны, поэтому место является привлекательным для людей. В непосредственной близости от болота ведется активная застройка. Также под дорогой, ведущей к постройкам, проложена труба

для оттока вод. Предполагается, что это приводит к изменению гидрологического режима местообитания, что в свою очередь вызывает его зарастание и затенение.

Б. Автомобильная дорога в окр. с. Чарозеро (ЦП 2).

Дорога разделила болото на 2 части и увеличила количество ценопопуляций, разграничив их. Была создана песчаная насыпь, что сформировало особые условия для ЦП, произрастающей на откосе этой дороги.

В. Линия электропередач (ЛЭП) в окр. с. Чарозеро (ЦП 2).

Проложена вдоль автомобильной дороги. Во время ее проведения оказался расчищенным участок болота вдоль северо-западной стороны дороги. Значительно увеличилась освещенность местообитания, уменьшилась конкуренция среди растений, сменилась ассоциация. Это способствовало увеличению плотности ЦП 2 на этом участке.

Таким образом, за время многолетнего мониторинга ценопопуляций *O. insectifera* в Вологодской области отмечено воздействие как природных (абиотических и биотических), так и антропогенных факторов (постройки сооружений, проложение дороги и ЛЭП). Среди абиотических факторов, которые могут влиять на численность популяции *O. insectifera*, отмечены весенние перепады температуры, степень освещенности, влажность и кислотность почв. Среди биотических факторов выделено затенение кронами растений древесного и кустарникового ярусов, порои кабанов, повреждение соцветий. Наибольшее влияние оказывают антропогенные факторы, находящиеся в прямой связи с изменениями условий среды (это заметно проявляется на степени освещенности и гидрологическом режиме ЦП 1).

Для уменьшения негативного влияния на *O. insectifera* в ЦП 1 можно провести выборочную рубку для увеличения освещенности местообитания. При более сильных пороях кабанов в следующие годы возможно применение средств, отпугивающих животных (например, химические или ультразвуковые отпугиватели). ЦП 2 на данный момент находится в оптимальных условиях и не нуждается в принятии особых мер по сохранению. Общей рекомендацией для обеих ценопопуляций является бережное отношение к виду, сохранение в целости местообитаний *O. insectifera*, недопущение увеличения на них антропогенной нагрузки.

1. Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области : постановление Правительства Вологодской области от 24 февраля 2015 г. № 125. – Текст : электронный // Официальный портал Правительства Вологодской области : [сайт]. – URL: https://vologda-oblast.ru/dokumenty/zakony_i_postanovleniya/393552/ (дата обращения: 24.10.2021).

2. Вахрамеева, М. Г. Орхидные России (биология, экология и охрана) / М. Г. Вахрамеева, Т. И. Варлыгина, И. В. Татаренко. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 437 с.

3. Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen / E. Landolt, B. Bäumler, A. Erhardt et al. – Haupt Verlag : Bern, 2010. – 378 S.

4. Popatanasov, A. Canopy effects on the distribution of *Ophrys insectifera* L. (Orchidaceae) – preliminary results from hemispherical imaging analysis / A. Popatanasov, A. Asenov // J. BioSci. Biotech. – 2020. – № 9 (2). – P. 55–59.

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ *ESCHERICHIA COLI* КАК ОБЪЕКТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 20-66-47012) в партнерстве с Иркутским государственным университетом

Н.А. Чечкова
Научный руководитель ***О.В. Мамонтова****, канд. биол. наук, доцент*
Петрозаводский государственный университет
г. Петрозаводск

Интенсификация промышленного рыборазведения напрямую связана с ростом инфекционных заболеваний среди объектов аквакультуры, что можно контролировать за счет рационального применения лечебных и профилактических антибактериальных препаратов [1–4]. Так, в случаях возникновения аэромонозов, псевдомонозов и миксобактриозов используются хлорамфеникол, синтомицин, террамицин, биомицин, эритроцицин, группа цефалоспоринов и ряд других препаратов, к которым чувствительны представители родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flexibacter*, *Cytophaga*, *Sporocytophaga* [5]. Многие из видов бактерий, принадлежащих к перечисленным таксонам, обладают природными механизмами формирования множественной лекарственной устойчивости, что определяет актуальность исследований по изучению спектра антибиотикорезистености возбудителей инфекций к противомикробным препаратам в аквакультуре. Отчасти это связано и с отсутствием современных стандартов микробиологического и эпизоотического мониторинга на рыбохозяйственных водоемах, и большим объемом информации, когда при экспериментальном исследовании профиля полирезистентности оценивается большое количество штаммов одного или нескольких видов с последующей статистической обработкой полученных данных и изучением распространения устой-

чивых микроорганизмов к антибактериальным препаратам, их рациональным выбором и ротацией.

К одному из наиболее биологически пластичных видов, способных длительно циркулировать в водной среде и колонизировать широкий круг хозяев, относится *Escherichia coli* – представитель типа *Proteobacteria*, класса *γ- Proteobacteria*, порядка *Enterobacterales*, семейства *Enterobacteriaceae*, рода *Escherichia* [6]. Благодаря наличию специфических факторов персистенции данный вид энтеробактерий способен не только выживать, но и накапливаться в различных объектах внешней среды. У водных штаммов *E. coli* обнаружены адгезивная и гемолитическая активность, ферменты инвазии, протеиназы [7]. В литературе имеются данные об антибиотикорезистентности *E. coli* в составе микрофлоры воды открытых водоемов [7–9].

Цель нашей работы заключалась в определении антибиотикорезистентности штаммов *E. coli,* выделенных в чистую культуру из микрофлоры некоторых водоемов Карелии, имеющих рыбохозяйственное значение. Фенотипический полиморфизм изолированных штаммов *E. coli* к антибиотикам оценивали согласно Методическим указаниям МУК 4.2.1890-04 с использованием коммерческой питательной среды АГВ (Гивенталя – Ведьминой) производства ТД-БИОДИАГНОСТИКА. Результаты интерпретировали в соответствии с рекомендациями CLSI (Clinical nad Laboratory Standards Institute) и с использованием международной компьютерной программы «WHONET» (http://www.whonet.org**,** разработчик World Health Organization), разработанной для мониторинга антибиотикорезистентности. Программа «WHONET» позволяет создать компьютерную базу данных, в которой хранится информация об объекте исследования, дате получения данных, выделенном микроорганизме и его чувствительности к исследованным антимикробным препаратам.

В результате выполненной работы нами проанализирована чувствительность 42 штаммов *E. coli* к 16 антибиотикам, отличающихся механизмом действия, химическим строением и спектром действия. Обнаружено, что 47 % выделенных штаммов *E. coli* являются резистентными к пенициллинам. Доля устойчивых штаммов к цефалоспоринам достигала 25 %. Резистентность к тетрациклинам, хлорамфениколу и аминогликазидам составила 47 %, 19 % и 58 % соответственно. К полимиксинам доля резистентных штаммов находилась в пределах 62 %; к антибиотикам из группы нитрофуранов доля резистоваров доходила до 83 %; к антибиотикам из групп фторхинолонов – до 29 %. С помощью программы «WHONET» выполнен построчный анализ (Line-Listing) для получения сводной таблицы изолятов *Escherichia coli*, в которой данные сгруппированы по видам отобранных проб микрофлоры воды; проанализировано распределение *E. coli* по % R (резистентные), % I (умеренно чувствительные), % S (чувствительные) к исследованным антибиотикам; построены %R%I%S гистограммы для анализа одного антибиотика, представленные на рисунке.

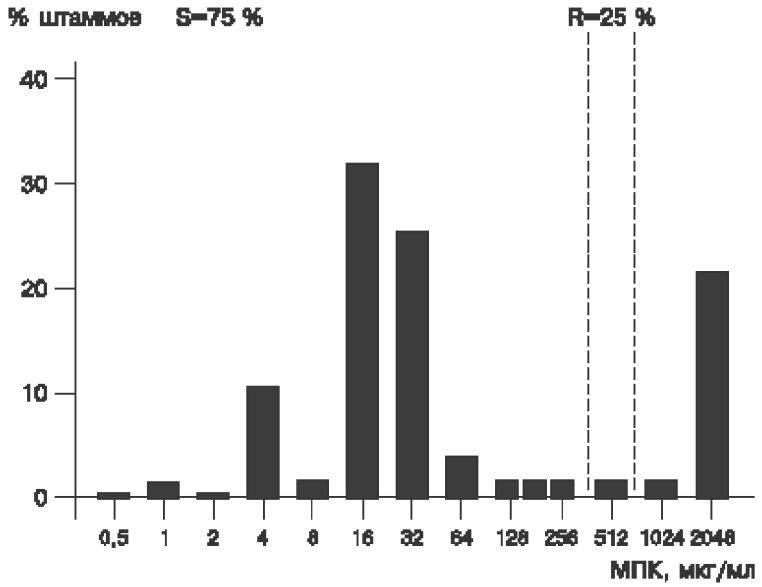


Рис. Распределение значений минимальной подавляющей концентрации (МПК) цефалоспорина

Подробный анализ полученных данных по антибиотикорезистентности *E. coli* в формате гистограмм позволил установить наличие среди выделенных изолятов полирезистентных к антибиотикам культур. Дальнейшее изучение обнаруженных субпопуляций позволит более системно подойти к оценке механизмов развития резистентности среди возбудителей инфекционных заболеваний для объектов аквакультуры и существенно оптимизировать контроль эпизоотической ситуации на водоемах. Результаты проведенных исследований также свидетельствуют, что использование компьютерной программы «WHONET» позволяет не только быстро и качественно выполнить анализ чувствительности выделенных микроорганизмов к антибиотикам, но и правильно подобрать препараты для рациональной антибиотикотерапии в каждом конкретном случае возникновения инфекционного заболевания у рыб, для профилактики распространения инфекции, а также для предупреждения развития эпизоотии на водоеме.

1. Alderman, D. J. Chemotherapy in Aquaculture today / D. J. Alderman, C. Michel // Symposium «Chemotherapy in Aquaculture - From theory to reality». – France, Paris, 1992. – P. 3–22.

2. Юхименко, Л. Н. Химиотерапия бактериальных болезней рыб, достоинства и недостатки / Л. Н. Юхименко, К. В. Гаврилин, Л. И. Бычкова // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Москва : Россельхозакадемия, 2003. – С. 142–143.

3. Шульгина, Л. В. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологическая значимость. Обзор / Л. В. Шульгина, Е. В. Якуш, В. В. Шульгин,

В. В. Шендерюк, Н. Н. Чукалова, Л. П. Бахолдина // Известия ТИНРО, 2015. – Т. 181. – С. 216–230.

4. Brito, B. G. Antimicrobials and resistant bacteria in global fish farming and the possible risk for public health / B. G. Brito, L. E. S. Gazal, R. K. T. Kobayashi, G. Nakazato, L. S. Cavalli, L. K. Otutumi // Arq. Inst. Biol., 2019. – Vol.87. – P.1–11.

5. Furones, M. D. Antimicrobial agents in aquaculture: practice, needs and is uses / M. D. Furones, C. J. Rodgers, B. Basurco // The use of veterinary drugs and vaccines in Mediterranean aquaculture: Serie A. Seminers Mediterranean's. – 2009. – № 86. – P. 41–59.

6. Определитель бактерий Берджи : в 2 томах / под редакцией Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита [и др.]. – Москва : Мир, 1997. – Т. 1. – 432 с., Т. 2 – 400 с.

7. Сидорова, Н. А. Фенотипические особенности природных изолятов *Escherichia coli* и их прикладное значение / Н. А. Сидорова. – Петрозаводск : Издательствово ПетрГУ, 2016. – 139 с.

8. Зацаринная, Е. А. Некоторые особенности сапрофитической фазы *Escherichia coli* в водоемах Рязанской области / Е. А. Зацаринная, А. П. Круглова // Стратегия взаимодействия микроорганизмов и растений с окружающей средой. – Саратов, 2012. – С. 31.

9. Журавлев, П. В. Антибиотикорезистеность бактерий, выделенных из воды открытых водоемов / П. В. Журавлев, О. П. Панасовец, В. В. Алешня, И. П. Казачок, Т. Н. Черногорова, Е. И. Деревякина // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 5 (266). – С. 24–26.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОИЗОЛЯТОРОВ ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Д.С. Шишелева
Научные руководители: ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент,*
А.А. Синицин*, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одной из актуальных проблем строительства является разработка новых видов теплоизоляционных материалов, использование которых позволит сократить расходы на поддержание оптимальной температуры в помещениях. К теплоизоляционным материалам предъявляются особые требования, которые зависят от технологии производства и особенностей исходного сырья. Они должны иметь низкий коэффициент теплопроводности, высокую стойкость к агрессивным факторам среды, к изменению температурного режима, огнестойкими, морозоустойчивыми, обладать высокой механической прочностью при малой удельной плотности и экологически безопасными. Существуют два

способа производства теплоизоляционных материалов: сухой и мокрый. При сухом способе предварительно исходное сырье высушивается, далее подвергается прессованию при высоком давлении. При данном способе получают торфяные теплоизоляционные плиты, которые имеют низкий коэффициент теплопроводности. Существенным недостатком этой технологии является получение ТИМов, обладающих малой механической прочностью, высокой гидроскопичностью и склонностью к загниванию. Второй способ – мокрый, предусматривает на первой стадии получать теплоизоляционную смесь, в которой содержание воды должно быть не менее 80 % от исходной массы. После замеса смесь выдерживается в течение суток при комнатной температуре, далее после формования и прессования подвергается термической обработке при температурах от 120 до 140 градусов. При этом получают теплоизоляционные плиты, имеющие высокую механическую прочность, низкий коэффициент теплопроводности, однако недостатками данной технологии являются большой расход воды и получение материалов со слаборазвитой пористой поверхностью, неоднородной по структуре. В качестве сырья для получения ТИМов используют природные материалы, которые выполняют роль теплоизоляторов, к ним относятся: торф, древесные отходы, солома, камыш.

Известно, что Вологодская область занимает 7 место по запасам торфа, который используют при производстве ТИМов. Существуют залежи торфа в восточных и западных районах. В восточных районах в большей степени сосредоточены залежи низинного торфа, в западных районах, в основном, присутствуют верховой и средний торф. Наибольшее применение при производстве ТИМов находит низинный торф, обладающий высокой стадией разложения, однако низинный торф находится в малодоступных местах и в Вологодской области он практически сосредоточен в болотистой местности, что затрудняет его добычу. В связи с этим встает проблема разработки новых технологий производства торфяных теплоизоляционных материалов на основе верхового торфа. Верховой торф обладает слабой степенью разложения, неоднородный по структуре и содержит большое количество примесей неразложившиеся растений, обладает высокой гидрофобностью и малой клеящей способностью. Следовательно, при производстве ТИМов к верховому торфу следует добавлять вещества, которые устраняют недостатки торфа и способствуют образованию однородной пористой структуры с низким коэффициентом теплопроводности.

Целью данной работы является разработка новой технологии получения торфяных теплоизоляционных материалов на основе верхового торфа с применением эпоксидной смолы, которая обладает высокими клеящими свойствами и способствует образованию однородной структуры с низким коэффициентом теплопроводности, высокой механической прочностью, морозостойкостью и огнестойкостью. Для достижения данной цели решаются следующие задачи: провести патентный поиск; изучить структуру верхового торфа и его

химический состав, который влияет на свойства ТИМов; подобрать технологические условия для получения нового вида теплоизоляционных материалов; получить опытные образцы и определить их характеристики (коэффициент теплопроводности, механическую прочность, влагопоглощение, плотность, огнестойкость и биостойкость).

Объектом исследования является состав теплоизоляционной смеси, содержащей эпоксидные смолы, и технологические условия его обработки.

Предмет исследования – влияние химического состава и условий обработки композиционной смеси на техноэкономические показатели ТИМов.

При выполнении эксперимента пользовались следующими методами анализа: скорость схватывания и механическую прочность определяли прибором Вика; огнестойкость определяли аппаратом ТВЗ; для определения температуры вспышки в закрытом тигле, токсичность полученных образцов определяется с помощью Биолата; коэффициент теплопроводности определяли прибором ИТС-1 и проводили на кафедре строительства.

На первом этапе исследования определяли основные характеристики верхового торфа. Образцы торфа использовались из месторождений «Маега» вологодского района. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Результаты свидетельствуют, что торф является слабо разложившимся, относится к сосново-кустарничковому виду, содержит неразложившиеся пористые остатки корневой системы растений, которые выполняют армирующую функцию при получении композита. Содержание органических веществ 88,17 %. Значение pH водной вытяжки – 6,12 (среда слабокислая), что необходимо учитывать при получении композита. В кислой среде увеличивается время схватывания негашеной извести. Зольность торфа (остаточное количество неорганических веществ после сжигания) –11,82 %, влажность – 12,89 %.

Таблица 1

Основные характеристики верхового торфа

№ образца	Месторождение	Тип торфа	Вид торфа	Влажность, %	Зольность, %	Содержание органических веществ, %	pH вытяжки
1	Маега	Верховой	Сосново-кустарничковый	12,82	11,78	88,22	6,1
2				12,92	11,79	88,21	6,2
3				12,94	11,86	88,14	6,1
4				12,88	11,87	88,13	6,1
Средние значения				12,89	11,82	88,17	6,12

Установлена зависимость между относительной влажностью и теплопроводностью. Чем выше влажность, тем больше коэффициент теплопроводности и снижается качество теплоизоляции. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

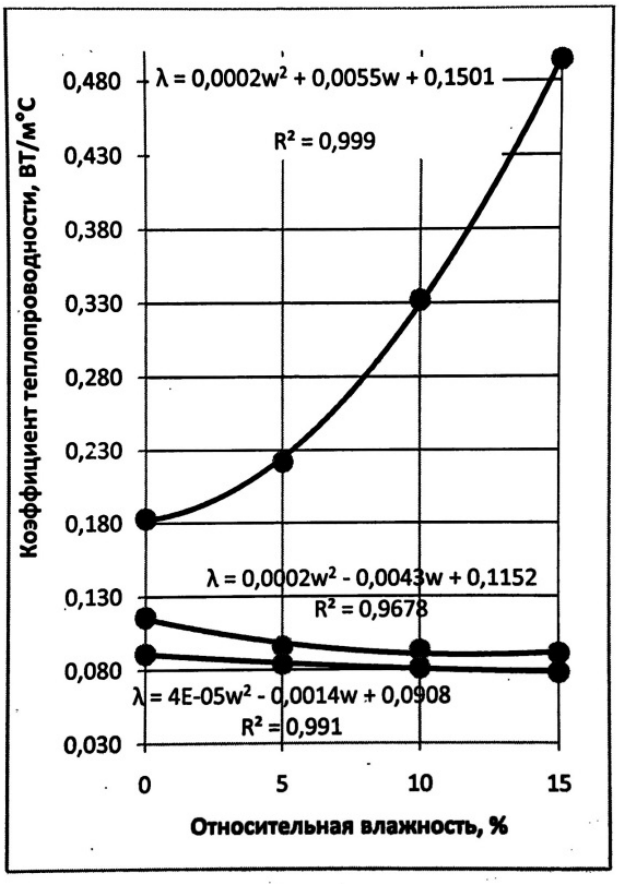


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности от относительной влажности

Так как торф имел неоднородную структуру и невысокую влажность, то для получения ТИМов торф выдерживали в воде в течение суток. Соотношение между массой торфа и воды составляет всего 15 %. Далее в торфяную смесь добавляют 5 % от массы торфа цемента, тщательно перемешивают и вводят 30 % от общей массы торфа воды и цемента эпоксидной смолы марки «КС 12». Эпоксидная смола не горит и является биостойкой к действию агрессивных факторов среды. После тщательного перемешивания формуют кубические образцы размерами 10×10×10 см, помещают в печь для термообработки, выдержав при температуре 120 градусов в течение 3 часов для удаления избыточной несвязанной воды. Получают образцы, которые далее исследуют на гостовские показатели. Результаты исследования представлены в таблице 2 [1–4].

Таблица 2

Гостовские показатели образцов

Характеристика	ГОСТ 4861-74	Патент 2307813	Патент 2409529	Геокар	ТССП	Югра	ВоГУ	
							1	2
Коэффициент теплопроводности, Вт/мºС	0,06	0,06	0,04–0,07	0,047–0,08	0,09	0,09–0,12	0,09–0,13	0,074-0,09
Плотность, кг/м^3	645	1300–1500	1000–1100	250–350	90–120	386	850–873	870-900
Влажность, %	Не более 15	Не более 15	Не более 15	15–20	20–30	Не более 15	Не более 15	

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что по сравнению с существующими технологиями, изготовленные образцы не полностью соответствуют заданным нормативным параметрам. Однако значения коэффициента теплопроводности выше, но результаты экспериментов по выявлению зависимости теплопроводности уменьшаются с увеличением относительной влажности, а у представленных образцов зависимость теплопроводности увеличивается с увеличением влажности. Значения плотности полученных образцов гораздо ниже, чем у представленных патентов.

1. Патент 90090 Российская Федерация, МПК Е 04В 1/76. Торфодревесное теплоизоляционное изделие : № 2009113737/22 : заявл. 13.04.2009 : опубл. 27.12.2009, бюл. № 36 / Н. О. Копаница, В. Н. Сафронов, М. А. Ковалева ; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «ТГАСУ».

2. Патент 2333173 Российская Федерация МПК С 04 В 26/00. Теплоизоляционная масса : № 2006129082/03 ; заявл. 10.08.2006 ; опубл. 10.09.2008, бюл. № 25 / В. И. Суворов, Н. Л. Соловьев, К. Л. Шахматов, заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тверской государственный технический университет».

3. ГОСТ 7076-99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме : введен 01.04.2000. – Москва : Издательство стандартов, 2000. – 27 с.

4. ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы исследований : введен 31.03.1996. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – 35с.

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ИКСОДОВЫМИ КЛЕЩАМИ, В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

И.И. Шухтина
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Вся территория Вологодской области является эндемичной по клещевому вирусному энцефалиту и иксодовому клещевому боррелиозу, которые характеризуются большим разнообразием клинических форм.

Среди природно-очаговых болезней на исследуемой территории клещевые инфекции занимают одно из лидирующих положений [1]. Территория области отнесена к энзоотичной в связи с присутствием возбудителей в организмах диких животных, а также выявлением заболеваний среди населения. Иммунизация на-селения является основной мерой специфической профилактики клещевого вирусного энцефалита и способна снизить риски распространения данного заболевания среди населения, однако специфическая профилактика иксодового клещевого боррелиоза не разработана. В связи с этим изучение и распространение информации о клещевых инфекциях остаются актуальными на сегодняшний день.

Кровососущие членистоногие являются объектом исследования при мониторинге очагов природно-очаговых заболеваний. В случае мониторинга клещевых инфекций объектом служат иксодовые клещи, которые являются долговременными хранителями возбудителей и обеспечивают их циркуляцию в природной среде.

В ходе мониторинга осуществляется учет сезонной динамики численности переносчиков инфекций и их сбор для лабораторного анализа с целью выявления возбудителей заболеваний.

Целью настоящей работы является анализ данных о численности иксодовых клещей и их инфицированности, полученных в ходе исследования природно-очаговых болезней на территории Вологодской области.

Многолетние исследования природных очагов инфекций на территории Вологодской области осуществляются силами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области». Исследования включают полевые работы и лабораторный анализ животных – природных источников и переносчиков инфекций для определения уровни их инфицированности. Полевые исследования ведутся на стационарных пунктах, которые расположены в 4 ландшафтно-эпидемиологических районах (ЛЭР): Центральном, Северо-Западном, Юго-Западном, Восточном, – с применением стандартными методов изучения природных очагов инфекций [2].

На луговых и лесных участках с высокой травянистой растительностью и кустарником сбор клещей осуществлялся на флаг из однотонной светлой ворсистой ткани (фланелевой). Методика заключалась в следующем: сборщик протаскивал развернутый флаг по растительности перед собой или сбоку, периодически проводя осмотр флага. Флаг при этом скользил по растительности большей частью своей поверхности. Суммарная протяженность маршрута при учете составляла не менее 1 км. В качестве единицы учета использовалось время движения по маршруту – 1 ч (показатель обилия – 1 фл/ч) с последующим пересчетом на 1 фл/км.

В лабораторных условиях были проведены исследования зараженности клещей инфекциями. Всего за 2021 год было исследовано 680 особей клещей из 17 муниципальных районов Вологодской области.

Личный вклад автора в выполнение исследования включает в себя инвентаризацию, классификацию и обобщение полевых материалов, полученных на стационарных пунктах наблюдений, а также результатов лабораторных анализов.

В связи с поздней весной и сохранением отрицательных температур до конца марта в 2021 году первые активные клещи появились на территории Вологодской области в начале апреля. Пик активности клещей сместился с третьей декады мая в 2020 году на вторую декаду мая в 2021 году.

На территории Вологодской области наблюдался рост попадаемости клещей на единицу учета в сравнении с аналогичным периодом прошлого года. Показатель обилия иксодовых клещей на стационарных пунктах наблюдений за сезон 2021 года составил 12 экземпляров на 1 фл/ч учета, что на 9,1 % выше показателя прошлого года (11 экз. на фл/ч учета) и соответствует среднемноголетнему значению (за 5 лет – 12 экз. на фл/ч учета). Подобная динамика численности связана с аномально высокими температурами летнего сезона, которые сначала способствовали активному выползанию клещей, а далее, в связи с недостаточным обилием осадков и влажности – скорому прекращению их активности.

Ландшафтное распределение иксодовых клещей по территории Вологодской области неравномерное. Наиболее высокие показатели численности клещей в текущем году отмечались в Северо-Западном ЛЭР – 21 экземпляр на фл/ч учета, что незначительно превышает показатель прошлого года (19 экз. на фл/ч).

В 2021 году по результатам лабораторных анализов клещей находки вируса клещевого энцефалита не отмечаются. Показатель зараженности клещей боррелиями в 2021 году колебался от 20 % в Вытегорском и Вологодском районах до 52,5 % в Шекснинском районе. В целом по Вологодской области доля находок боррелий в иксодовых клещах ниже среднемноголетнего показателя на 5,2 %. Снижение уровня зараженности может быть связано со значительным повышением температурных показателей в сезон 2021 года – воз-

будители клещевых инфекций способны длительно сохранять вирулентные свойства при низких температурах, но являются нестойкими к высоким температурам и ультрафиолетовому излучению [3].

В ходе анализа зараженности иксодовых клещей возбудителями иксодового клещевого боррелиоза за сезон 2021 года отмечается, что наиболее высокий показатель характерен для Центрального ЛЭР, что может быть связано с высокой степенью освоения человеком данной территории. Находки иксодового клещевого боррелиоза в клещах отмечаются во всех 17 исследуемых районах Вологодской области.

В 2021 году находок вируса клещевого энцефалита иксодовых в клещах в лабораторных условиях не выявлено, однако отмечается 13 случаев инфицирования населения в 8 административных районах Вологодской области. Также отмечается 94 случая заражения боррелиозом среди населения в 20 административных районах Вологодской области.

В ходе сравнительного анализа данных, полученных в 2021 году, и многолетних показателей обнаружено, что численность иксодовых клещей на территории Вологодской области в 2021 году незначительно превысила среднемноголетний показатель (в 1,1 раза). Инфицированность иксодовых клещей клещевым вирусным энцефалитом в 2021 году не выявлена впервые за последние 20 лет наблюдений. Инфицированность иксодовых клещей иксодовым клещевым боррелиозом ниже среднемноголетнего показателя на 5,2 %.

Таким образом, ситуация по природно-очаговым инфекциям, а конкретно – по инфекциям, связанным с иксодовыми клещами, на территории Вологодской области продолжает оставаться нестабильной и требует дальнейшего наблюдения.

1. Рыбакова, Н. А. Зооантропонозные болезни в условиях Европейского Севера России : специальность 16.00.03, 14.00.30 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Рыбакова Нина Алексеевна ; Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины. – Санкт-Петербург, 1996. – 48 с.

2. МУ 3.1.1029-01. Методические указания. Отлов, учет и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекций : утвержден и введен Главным государственным санитарным врачом РФ 06.04.2001. – Москва : ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2001. – 78 с.

3. Бусыгин, Ф. Ф. Принципы и критерии оценки эпидемической опасности эндемичных по клещевому энцефалиту территорий / Ф. Ф. Бусыгин, В. И. Пригородов // Природно-очаговые болезни человека. – Омск, 1985. – С. 19–28.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Абакумов Л.А., Казаркин Т.Д. Навигация агентов в симуляции с помощью глубокого обучения 3
Аносова Т.С. Моделирование бизнес-процессов спортивно-оздоровительных центров 7
Басов А.С. Анализ расчетных параметров для разработки программируемой модели пожара 11
Березина А.А. Интерактивный модуль представления знаний в интеллектуальных системах 14
Бутенко А.А., Кузеева А.Р. Обзор отечественного рынка устройств интернета вещей для ЖКХ 17
Викторова А.В. Информационно-аналитическая система для дошкольного образовательного учреждения 21
Гусева С.Р. Цифровые сервисы для контроля знаний 25
Денисова М.В. Перевод в дистанционный формат лабораторных работ по технологиям баз данных 27
Дианов Д.С. Агентная модель оптимального расположения фельдшерско-акушерских пунктов 29
Игумнова А.М. Видеоматериал на уроках информатики 33
Карачунов А.Г. О развитии модели увеличения комбинируемости химических составов стали 36
Круглов В.В. Эффективные системы прозрачных частиц в трехмерной графике 39
Кузнецов А.А. Исследование алгоритмов управления блокировками транзакций фреймворка Hibernate 43
Локтева А.С. Проектирование онлайн-курса по информатике 46
Лямчугина А.С. Использование ментальных карт на этапе контроля 50
Мальцев А.Н. Сравнение стандартной и собственной реализаций хеш-таблиц на языке C++ 53
Мальчиков М.А. Проблемы множественного создания приложений 56
Мамедова Н.А. Образовательный интернет-ресурс «ЯКласс» 60
Никулин С.В. Разработка структуры IP-телефонии на базе Asterisk 63
Ногтев Д.Н. Система распознавания видов пластика для обратного торгового аппарата 65
Перминов Д.Д. Создание спецэффектов на языке Javascript 68
Попова А.А. Сравнение архитектур сверточных нейронных сетей в распознавании изображений 71
Роднин А.В. Возможности использования системы Moodle для организации интерактивных семинаров 74

Соколова О.А. Понятие геоинформационных систем, их применение и классификация 76
Стародубцев Д.Е., Лукичев А.А., Зуев А.Н. Метод семантической стеганографии 80
Сытова А.А. Морфологические методы анализа при создании чат-ботов 82
Цепляев Д.М. Разработка мобильного гида для сферы туризма и гостеприимства города Вологды 86

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

Акулов А.А. Обзор существующих методик анализа эксплуатационных свойств масел 90
Арцыбашев А.К. Исследование вопросов обеспечения прочности узлов крепления контейнеров на автоплатформах 93
Ершов В.С. Исследование маслоемкости металлических поверхностей 98
Иванов А.С. Определение массы выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта на примере перекрестка г. Вологды 101
Иванов В.С. Анализ свойств, разработка упрочняющей технологии производства твердосплавных изделий 104
Михайлова Ю.С. Неразрушающий контроль печатных плат с помощью искусственного интеллекта 108
Мишкин Н.Е. Оценка массы отходов шин в Российской Федерации 111
Николаев П.А. Оценка распределения автомобилей по экологическим классам в г. Вологде 114
Удальцов М.А. Анализ структуры твердых сплавов для производства изделий 117
Федорова Д.В., Стенько Д.В., Бахаев Д.Д. Параметрическое проектирование центробежного смесителя зернистых сред с вторичным сырьем 121
Черник К.Н. К вопросу об устойчивости автомобиля, оборудованного лесным манипулятором 125

Секция «УПРАВЛЯЮЩИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ»

Буслаев М.Н. Реконструкция трансформаторной подстанции «Дорожково» 129
Веселов М.В. Повышение надежности автоматизированных систем освещения 132
Голуб Е.А. Исследование эффективного использования аналогово-цифровых преобразователей 135
Григорьев Д.А. Моделирование работы электропривода катера 139
Гришин А.Д. Автоматизация управляющего питания для умной теплицы ... 143

Кусков И.Ю. Исследование режимов работы Бабаево-Чагодощенского энергорайона 146
Макаровский М.А. Разработка SCADA-системы для котельного оборудования 149
Мартыненко С.В. Разработка оптимальных параметров ультразвуковой очистки изоляции электрических двигателей 153
Молчанов В.С. Система обеспечения единого времени распределительной трансформаторной подстанции 156
Молчанов Д.С. 3d-моделирование освещения в парке «Кремлевский сад» города Вологды 159
Наволочный М.А. Перспективы использования гибридных систем электроснабжения 163
Пекин С.Е. Интеллектуальная система организации дорожного движения в городе Вологде 165
Попова А.А. Методы и средства прогнозирования энергопотребления промышленных предприятий 168
Сенцов Е.В., Гладышев В.Е., Доценко В.В. Расширение диагностических функций систем управления электроприводов технологических агрегатов 172
Синицын А.Д. Использование микропроцессорной дифференциально-фазной защиты в цифровых подстанциях 175
Смирнов И.Н. Моделирование грозовых перенапряжений электрооборудования и способов защиты 179
Федченко В.А. Проблемы электроснабжения в зданиях ОАО «Российские железные дороги» 183

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОВОДОСНАБЖЕНИЯ, ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»

Батова А.В. Изучение эжектирующей способности стоков при входе в стояк 186
Бисерова К.А. Энергоэффективные инженерные системы гостинично-туристических комплексов 189
Вагина А.В. Об очистке приточного воздуха в инфекционных больницах ... 192
Ионова А.А. Изменение схемы заполнения пожарных емкостей для водосбережения Шекснинского ЛПУМГ 195
Куницкий В.А. Анализ результатов математического моделирования тепловой работы теплообменного аппарата 198
Лебедев И.Н. Использование теплоты, отводимой в системе охлаждения машин непрерывного литья заготовок 200
Лукинов М.М. Оценка эффективности переработки отходов при производстве электрической энергии 204

Мазунина Д.А. Применение гибридных систем теплоснабжения в городе Перми 207
Майоров А.В. Эффективность утилизации теплоты дымовых газов после коксовой батареи 210
Подольский А.А. Разработка системы воздушного отопления с тепловым насосом 212
Сидорин А.А. Разработка конструкции и расчет компактного косвенно-испарительного кондиционера 215
Силинский В.А. Обеззараживание смеси производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод природным реагентом 218
Смекалов И.О. Принципы построения энергоэффективных систем теплоснабжения на основе электроэнергии 222
Соболев Д.А. Разработка опытного устройства для определения осредненной толщины теплоизоляции 226
Соколов М.О. Способ получения торфяных теплоизоляционных композитов с применением этилсиликата 230
Соломонов А.Н. Сравнительный анализ различных видов систем отопления культивационных сооружений 234
Стеблева И.В. Влияние хозяйственного использования водосборной территории на качество воды 237
Трусов Д.В. Анализ программы развития газоснабжения и газификации 240
Чащин И.А. Изучение и оценка работы очистной станции канализации поселка Вологодской области 243
Чекмарева А.Н. Очистка поверхностного стока в условиях города Вологды 247

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

Заостровцева А.Р. Анализ дефектов и повреждений несущих конструкций культовых сооружений 251
Кучин О.Р. Анализ использования некоторых BIM-решений при реставрации и реконструкции зданий и сооружений 254
Павлова П.В. Формирование комфортной среды при реконструкции университетского колледжа в г. Вологде 258
Петровская Д.В. Оценка влияния расположения арматуры на несущую способность железобетонных балок 261
Плотников И.И. Эффективность встраиваемой трансформаторной подстанции в городской среде 264
Смирнова С.В. К вопросу о реконструкции общежитий № 4, 5 ВоГУ в г. Вологде 268
Станислав Я.В. Визуально-эстетическая оценка объектов озеленения общего пользования города Екатеринбурга 271

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

Баруздин Д.А. Усиление и устранение отклонения стен в здании-памятнике архитектуры в г. Вологде 275
Бушуева Н.Н. Особенности напряженного состояния шедовых оболочек 279
Драгунова А.Г. Применение резиновой крошки в дорожном строительстве 282
Капуш И.Р. Армирование хризотил-асбестом легкого бетона 285
Карюкин М.А. Расчет витковых клемм 288
Лузянин Д.О. Эффективный способ усиления стен Сретенской церкви 291
Отопков С.М. Перекрытия из перекрестных балок из тонкостенных профилей для жилых зданий 295
Чибрикин Д.А. Усиление натурных деревянных конструкций путем локального модифицирования 297
Шершнев М.В. Подбор модельных материалов по измерению угла откоса и плотности для модели 300

Секция «АРХИТЕКТУРА, СРЕДОВОЕ И ДОРОЖНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

Деменский Д.Е. Улучшение безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах 304
Кашина А.Д. Гибкое рабочее пространство: атмосфера, дизайн, нетворкинг ... 308
Кузнецова В.М. Получение и применение синтетических асфальтитов для дорожного строительства 312
Махмудова Л.Р. Применение «лечащей среды» в детском реабилитационном онкологическом центре 315
Остов А.С. Современный взгляд на уплотнение грунтов 318
Федосеева А.Ф. Перспективы развития археологического наследия на территории нижнего Поволжья 323

Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Антонова М.А. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного происхождения 326
Ахмединова К.К. Учет доверительных интервалов при оценке экологической ситуации в городе 330
Белова А.И. Рост лесных культур ели европейской из сеянцев с закрытой корневой системой 332
Гайворонская А.А. Онтогенетические спектры древесных эдификаторов как диагностический признак гомеостаза среды 337
Горюнова А.В., Царева В.С. Альтернативные источники топлива в России и за рубежом 341

Гусева М.А. Влияние ртути на почки людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями 345
Дурягина Ю.А. Определение содержания тяжелых металлов в почвах Вологодской области 348
Житова Н.А. Перспективы использования побочной продукции леса в условиях Вологодской области 352
Зайцева В.А. Флуктуирующая асимметрия как метод оценки санитарного состояния насаждений 355
Зяблицкая В.О., Шулепина Е.С. Историко-архитектурная среда городов и озеленение: проблемы взаимодействия 359
Климова А.С. Некоторые механизмы динамики популяции мышевидных грызунов в Костромской области 364
Кудревич А.Ю., Ворон О.В. Изучение благоустройства микрорайонов города Вологды 367
Лебедева М.А. Специфика развития возобновляемой энергетики в северном регионе 372
Платонова Ю.А. Оценка фотосинтетического аппарата елового подроста в национальном парке 375
Смелова В.А. Экологическая компонента устойчивого развития Вологодской области 379
Соболева О.А. Разработка алгоритма паспортизации родников Брянской области для экомониторинга 383
Соколов Д.В., Петухова М.Д. Представление населения об экологии как о мировоззренческой основе хозяйственной деятельности 388
Степырев М.В. Методы почвенных исследований при проектировании объектов строительства 392
Трапезникова А.А. Влияние заготовок древесины на естественное лесовосстановление 395
Федорова А.В. Проблемы устойчивого природопользования на примере концепции преобразования набережной Выборга 400
Цыкина М.Ю. Исследование химического загрязнения фермы КРС ЗАО племзавод «Заря» (д. Зимняк) Грязовецкого района Вологодской области 404
Чеплинските И.Р. Антропогенные нарушения на территории ландшафтного заказника «Изониха» 407

Секция «БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Арашин С.Ю. Проблема биотехнологий как содержательный компонент школьного курса общей биологии 410

Ветюков Е.А. Оптимизация образовательного процесса по биологии через интегративный подход 413
Диаб Л.В. Содержание пигментов в листьях земляники садовой, выращенной методом гидропоники 416
Зеленова-Гюльалиева М.А. Современная технология производства жидкого диоксида серы 421
Кагачева Н.Г. Моллюски как объект изучения в школьном курсе биологии 425
Каплюшина К.А. Особенности фенольного метаболизма синюхи голубой 429
Князева Н.А. Производные фенотиазина как эффективные катализаторы фотоконтролируемой полимеризации метакрилатов 431
Мастаков И.А. Пространственная гетерогенность прибрежных сообществ реки Вологды 436
Поповичева А.Н. Влияние оксибаротерапии на реологию и окислительный метаболизм крови при заболеваниях кишечника 439
Румянцева О.Ю., ***Буева А.Е.*** Изотопная подпись в волосах людей Кирилловского района 442
Субботина Н.С. Исследование содержания фенольных соединений в сырье брусники и черники 447
Теппоева О.А. Оценка роста и развития княженики *Rubus Arcticus L.* 450
Терентьева О.С. Редкие виды растений в национальном парке «Валдайский» 453
Фокина Е.А. Природное и антропогенное воздействие на *Ophrys Insectifera L.* в Вологодской области 457
Чечкова Н.А. Антибиотикорезистентность *Escherichia Coli* как объективный критерий эпизоотической ситуации на рыбохозяйственных водоемах 461
Шишелева Д.С. Зависимость эксплуатационных характеристик теплоизоляторов от химического состава 464
Шухтина И.И. Мониторинг природно-очаговых болезней, связанных с иксодовыми клещами, в Вологодской области 469

Научное издание

XV ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Материалы
Всероссийской научной конференции

(Вологда, 23 ноября 2021 г.)

Том I

Редактор А.П. Митракова

Оригинал-макет подготовлен Н.В. Подхомутовой

Подписано в печать 15.12.2021. Формат 60×90 $^{1}/_{16}$
Уч.-изд. л. 29,62. Усл. печ. л. 30,0
Тираж 300 экз. (1-й з-д 1–25). Заказ №

Отпечатано: ООО РА «Эпатаж»
160004, г. Вологда, ул. Ленинградская, 38
Тел.: (8172) 724-800, 70-25-77, e-mail: ra-epatazh@mail.ru