



Министерство образования
Республики Беларусь
Учреждение образования
«Брестский государственный
технический университет»
(БрГТУ)



Брестское областное отделение
ОО «Белорусское географическое общество»



Министерство образования
Республики Беларусь
Учреждение образования
«Брестский государственный
университет
имени А.С. Пушкина
(БрГУ имени А.С. Пушкина)



Министерство природных ресурсов
и охраны окружающей среды
Республики Беларусь
Брестский областной комитет
природных ресурсов и охраны
окружающей среды



Министерство культуры Республики Беларусь
Государственное учреждение культуры
«Историко-мемориальный музей «Усадьба Немцевичей»

«УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ»

Сборник тезисов докладов
XVII Международной научно-практической
конференции молодых учёных

в рамках Года благоустройства

Брест, 17–18 апреля 2025 года

УДК 911.2; 379.85
ББК 20.1Я431
С56

Рецензенты:

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой мелиорации и водного хозяйства УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (Горки, Беларусь)

Шведовский П. В., кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры геотехники и транспортных коммуникаций БрГТУ (Брест, Беларусь)

Редакционная коллегия:

Председатель Волчек А. А. – д. г. н., профессор, профессор
кафедры природообустройства БрГТУ (Брест, Беларусь).

Зам. председателя Мешик О. П. – к. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии БрГТУ (Брест, Беларусь).

Члены редакционной коллегии:

Андреюк С. В. – к. т. н., доцент, зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов БрГТУ (Брест, Беларусь);

Левчук Н. В. – к. т. н., доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии БрГТУ (Брест, Беларусь);

Мороз В. В. – к. т. н., доцент, зав. кафедрой природообустройства БрГТУ (Брест, Беларусь);

Новосельцев В. Г. – к. т. н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции БрГТУ (Брест, Беларусь).

Научные редакторы:

Волчек А. А., д. г. н., профессор;

Мешик О. П., к. т. н., доцент.

С56 Устойчивое развитие: региональные аспекты: сб. тезисов докладов XVII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых в рамках Года благоустройства, Брест, 17–18 апреля 2025 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест : БрГТУ, 2025. – 124 с.

ISBN 978-985-493-658-1.

Сборник включает тезисы докладов XVII Международной научно-практической конференции молодых ученых «Устойчивое развитие: региональные аспекты», которая проводилась 17–18 апреля 2025 года на базе БрГТУ. Представленные материалы сгруппированы по секциям: экология и состояние окружающей среды, природообустройство и водопользование, энерго- и ресурсосбережение, новые информационные и образовательные технологии, туризм для устойчивого развития регионов.

Тезисы докладов рассчитаны на специалистов в области экологии и природопользования, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

УДК 911.2; 379.85
ББК 20.1Я431

СЕКЦИЯ 1
ЭКОЛОГИЯ И СОСТОЯНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ВНЕДРЕНИИ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТЬЮ

А. В. АЛЕШКО, Е. М. КОЦУБА

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь
Научный руководитель – А.А. Козинский, доцент, к. пед. н.*

Введение. Исследование посвящено адаптивной системе управления улично-дорожной сетью (УДС) города как средству снижения экологических потерь. Увеличение транспортных потоков повышает выбросы загрязняющих веществ, ухудшая экологию. Актуальность работы связана с необходимостью минимизации этого воздействия.

Материалы и методы. Использованы данные о выбросах и расчетные методы для анализа удельных объемов загрязнения и числа потребителей [1–3]. Применён аналитический подход к оценке экологического ущерба.

Результаты и обсуждение. Адаптивное управление УДС оптимизирует движение, сокращая выбросы. Удельный объем транспортных выбросов:

$M_{oc} = 434,26 \text{ кг/км}$, $M_{ou} = 161,1 \text{ кг/км}$.

Экологический ущерб рассчитан по формуле

$С_{mi} = 0,02 * С_{в} * \sqrt{(M_i - 6)}$, у.е./чел.час,

где $С_{в}$ – стоимость ВВП на человека, M_i – приведенный объем выбросов (от 46,1 до 434,25 клм). Число водителей ($N_{1c} = 350 \text{ чел/км}$) и пешеходов ($N_{2c} = 125 \text{ чел/км}$) показывает, что система снижает время воздействия загрязнения. Это уменьшает экологические потери на 20–25 % по сравнению с традиционными методами, что подтверждается расчетами.

Заключение. Адаптивное управление УДС [4] эффективно снижает экологические потери, оптимизируя транспортные потоки и выбросы. Это способствует ресурсосбережению и улучшению городской среды.

Список цитированных источников

1. Шуть, В. Н. Оптимизация управления автотранспортом перед светофором в улично-дорожной сети города / В. Н. Шуть, В. С. Партин, С. В. Анфилец // Вестник БрГТУ : Физика, математика, информатика. – 2008 – № 5 (53). – С. 110–112.
2. Иванов, В. П. Детерминированная модель координированного регулирования движения автотранспорта на магистрали / В. П. Иванов, В. Н. Шуть, О. Ю. Войцехович // Вестник БНТУ. – 2011. – № 3. – С. 33–37.
3. Шуть, В. Н. Исследование механизма возникновения затора на регулируемом перекрестке посредством регулярных графов / В. Н. Шуть // Вестник БрГТУ : Физика, математика, информатика. – 2012. – № 5. – С. 44–48.
4. Шуть, В. Н. Интеллектуальная система городского общественного транспорта / В. Н. Шуть, В. В. Касьяник // Искусственный интеллект. – 2018. – № 3. – С. 141–149.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

А. А. АПЕТ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
anastasiaapet13@gmail.com*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Для предотвращения негативного влияния шума от промышленных предприятий на окружающую среду предусматриваются системы контроля и оценки шумового воздействия. Эти меры направлены на снижение уровня шума до нормативных значений и создание комфортных условий для жизни населения. В зависимости от источников шума и их характеристик выбираются соответствующие методы измерений и оценки.

Материалы и методы. В работе используются приборы для измерения уровня звука (шумомеры), а также анализатор спектра для определения частотных характеристик шума. Замеры уровня шума проводятся в контрольных точках вблизи границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) как в дневное, так и в ночное время. Полученные данные сравниваются с предельно допустимыми уровнями шума, установленными нормативными документами.

Результаты и обсуждения. Современные методы контроля включают не только измерение уровня звука, но и анализ его спектрального состава (например, по октавным полосам частот). Это позволяет выявить наиболее сильные источники шума, такие как работающие компрессоры, вентиляторы или транспортные средства. На основе полученных данных разрабатываются рекомендации по снижению шума: оптимизация работы оборудования, установка шумозащитных экранов и другие меры.

Заключение. Контроль шумового воздействия является важной частью управления экологической безопасностью на промышленных предприятиях. Использование современных методов измерений позволяет эффективно выявлять источники шума и принимать меры по их снижению, что минимизирует воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Р. В. АСАУЛОВ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
roma_valerievich_00@mail.ru*

*Научный руководитель – О. П. Мешик, декан факультета инженерных систем
и экологии БрГТУ, доцент, к. т. н.*

Введение. В современных условиях развития сельского хозяйства особую актуальность приобретает вопрос эффективного использования мелиоративных систем с учетом климатических особенностей регионов.

Результаты и обсуждение. Климатические характеристики являются основополагающими при проектировании мелиоративных систем. К ключевым параметрам можно отнести атмосферные осадки, испаряемость, влажность воздуха, температурный и ветровой режим. Анализ этих показателей позволяет выбрать тип мелиоративной системы, спрогнозировать эффективность мелиорации, определить потребность в осушении или орошении, а также рассчитать нормы и сроки полива.

Важно отметить, что климатические характеристики используются комплексно, учитывая не только основные параметры, но и дополнительные. При этом выбор конкретных мелиоративных мероприятий должен учитывать не только климатические условия территории, но и особенности почв, рельефа и других природных факторов.

Современные перспективы использования климатических данных включают в себя внедрение цифровых технологий, таких как геоинформационные системы и дистанционное зондирование, разработку адаптивных мелиоративных систем и внедрение энергосберегающих технологий, а также разработку автоматизированных систем управления и внедрение умных технологий орошения.

Особое внимание следует уделять интеграции климатических характеристик в развитие методов прогнозирования и в создание адаптивных алгоритмов управления мелиоративными системами.

Заключение. Практическое применение климатических данных позволяет повысить эффективность мелиоративных систем, снижает затраты энергии, а также увеличивает рост и прибавку урожайности сельскохозяйственных культур.

Грамотное использование климатических характеристик при проектировании и эксплуатации мелиоративных систем является ключевым фактором их эффективности и устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Н. А. БОЧКО

УО «Национальный детский технопарк», Минск, Беларусь, alikhachova@mail.ru
Научный руководитель – А. В. Лихачева, заведующий кафедрой промышленной экологии УО «Белорусский государственный технологический университет», к. т. н.

Введение. Подземные воды являются незаменимым ресурсом для обеспечения жизнедеятельности людей. Они служат основой водоснабжения населения, используются в промышленности и сельском хозяйстве, определяя экологическое состояние региона в целом. Объектом исследования в данной работе являлись подземные воды, разгружающиеся в виде родников на территории Минской агломерации.

Материалы и методы. Количество выходов подземных вод на поверхность очень большое, но нами были изучены воды только четырех источников: в д. Витовке, в д. Рогово; в д. Птичь; в г. Минске (на территории Свято-Елисаветинского монастыря). Отобранные пробы были проанализированы по органолептическим показателям качества воды (запах, привкус, мутность, цветность), химическим показателям (обобщенные показатели качества воды: минерализация, жесткость, перманганатная окисляемость, реакция среды (рН), по индивидуальным показателям качества воды: катионы (NH_4^+ ; Mg^{2+} ; Ca^{2+} , тяжелые металлы (Cu^{2+} ; $\text{Fe}_{\text{общее}}$; Fe^{3+} ; Fe^{2+}) и анионы (F^- ; Cl^- ; SO_4^{2-} ; NO_3^- ; CO_3^{2-} ; HCO_3^-). При выполнении работы применяли такие методы анализа, как гравиметрический, титриметрический, фотоколориметрический, турбидиметрический, ионометрический, визуальный.

Результаты и обсуждение. Все пробы воды характеризовались отсутствием ощутимого запаха, вкуса и привкуса. Вода была прозрачной и бесцветной. Таким образом, вода в обследуемых источниках по органолептическим показателям соответствовала требованиям, предъявляемым к воде питьевого качества.

По обобщенным химическим показателям воды из исследуемых источников соответствовали установленным нормативам качества воды питьевого назначения, за исключением величин жесткости в пробах, взятых из источников в д. Рогово и в Свято-Елисаветинском монастыре. Это связано с высоким содержанием кальция и магния в воде данных источников.

Анализ по остальным контролируемым показателям показал высокое содержание во всех пробах гидрокарбонатов и превышение ПДК по железу в пробах воды, отобранных из источников в д. Рогово и в г. Минске. Однако концентрации по железу не превышают норматив, установленный ВОЗ (2 мг/л).

Заключение. Сравнительный анализ качества воды из разных источников позволяет отметить, что они пригодны для использования на питьевые нужды. Наилучшими характеристиками отличаются воды в источниках в д. Витовке и д. Птичь.

КЛАССИФИКАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д. Д. БУЛИЧ, В. Д. ЗОТОВА

УО «Национальный детский технопарк», Минск, Беларусь, alikhachova@mail.ru
Научный руководитель – А. В. Лихачева, заведующий кафедрой промышленной экологии УО «Белорусский государственный технологический университет»,
к. т. н.

Введение. В результате большинства видов хозяйственной деятельности происходит нарушение земель, выводящее их из оборота. Восстановление таких земель часто требует гораздо больше затрат, чем поддержание их в нормальном состоянии при реализации хозяйственной деятельности. Проведение рекультивации нарушенных земель необходимо для того, чтобы восстановить их функции и вернуть в хозяйственный оборот за счет восстановления плодородия почв, изменения рельефа местности при закладке выработанных карьеров и пр., очистки загрязненных участков, изменения эстетического вида территории в результате биологической рекультивации.

Материалы и методы. На основании анализа статистических данных и информации в экологических бюллетенях были определены работы, приводящие к нарушению земель в Республике Беларусь.

Результаты и обсуждение. В результате исследований установлено, что наибольшее воздействие на земельные ресурсы оказывает сельское хозяйство. В результате неправильно проводимых аграрных работ доля эродированных и дефляционно-опасных почв в стране составляет 59 %. Существенный вклад в образование нарушенных земель вносит добыча торфа, что составляет 35,5 %. Развитая транспортная инфраструктура в стране обеспечивает нарушение земель в зонах влияния автородорог, что составляет 8,5 % от общего количества нарушенных земель в республике. Загрязнение почв токсичными веществами (тяжелые металлы, нефтепродукты и др.) в результате деятельности промышленности приводит в непригодное для использования состояние около 5,6 % нарушенных земель. Складирование твердых коммунальных и промышленных отходов на полигонах, шламохранилищах, отвалах и пр. вывело из эксплуатации около 0,2 % земель. При добыче полезных ископаемых (песка, глины и суглинка, мергеля, песчано-гравийно-валунного материала и др.) из оборота изъято около 0,6 %.

Заключение. При выполнении работы мы столкнулись с тем, что информация о нарушенных землях в систематизированном и обработанном виде отсутствует. Использование разных источников для обобщения информации затрудняет ее сопоставление и анализ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ Г. ГРОДНО ПО КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА И СОДЕРЖАНИЮ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Е. А. ВАСИЛЬЕВА, А. И. ШНОК

*ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, katyavasilevaakk@gmail.com,
Shnok_AI_22@student.grsu.by*

Научный руководитель – Е. А. Белова, старший преподаватель

Введение. Целью данного исследования является определение содержания растворенного кислорода и органических веществ в четырех водных объектах г. Гродно. Содержание растворённого кислорода и количество органических веществ в воде является информативным показателем антропогенной загрязнённости водоемов.

Материалы и методы. Для мониторинга качества воды поверхностных водных объектов на территории города Гродно были выбраны два водотока (р. Неман, р. Городничанка) и два водоёма (возле ОАО «Гродненский мясокомбинат», в сквере Памяти воинов-афганцев на ул. Курчатова). Для определения содержания кислорода в природных водах использовали оксиметр. Бихроматную окисляемость (ХПК) определяли фотометрическим методом.

Результаты и обсуждение. Содержание растворенного кислорода в исследуемых водных объектах за весь период исследований находилось в диапазоне от 3 до 15 мг/л. Содержание растворенного кислорода в поверхностных водных объектах не должно быть менее 6 мг/л [1]. Содержание растворенного кислорода в исследуемых водных объектах находилось в пределах нормы, кроме весеннего периода в одной из ТОП водоема возле ОАО «Гродненский мясокомбинат» (3 мг/л). Это, вероятно, связано высокой температурой воды в день пробоотбора и высокой концентрацией восстановителей, на окисление которых тратится кислород.

Содержание органических веществ в поверхностных водных объектах определяли по ХПК. За исследуемый период значения ХПК для природных вод находилось в диапазоне от 12 до 80 мгО/л. Практически во всех точках отбора проб во все периоды наблюдалось превышение ПДК для поверхностных водоемов [1], которая составляет 30 мгО/л. Наибольшее содержание органических загрязнителей отмечено для водоёмов.

Заключение. Водоемы урбанизированных территорий г. Гродно характеризуются высокой концентрацией кислорода и превышением ПДК по содержанию органических веществ.

Список цитированных источников

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Нормативы качества воды поверхностных водных объектов : ЭкоНиП 17.06.01-006-2023 : Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Бел НИЦ «Экология». – URL: <https://www.ecoinfo.by/wp-content/uploads/2024/03/15-%D0%A2.pdf>. (дата обращения: 01.03.2025).

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМНЫХ МОМЕНТАХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВИЙ ДЛЯ ПТИЦ

А. С. ГОРЕГЛЯД

БрГУ имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, goregladanna@gmail.com

Научный руководитель – В. Т. Демянчик, доцент, к.б.н.

Введение. Изготовление и размещение искусственных гнездовий различных типов является важным способом сохранения, увеличения численности и видового состава птиц, откликающихся на биотехнические мероприятия в различных биотопах. Однако часто можно столкнуться с рядом практических проблем устройства и использования птицами гнездовых конструкций.

Материалы и методы. Изготовление и размещение искусственных гнездовий для различных видов птиц проводились в течение 2019–2025 гг. в аг. Сошно и д. Вылазы Пинского района, а также в лесном массиве в окрестностях аг. Сошно. Практические результаты использования птицами гнездовий послужили материалом для данной работы.

Результаты и обсуждение. Дощатые искусственные гнездовья для воробьиных птиц не следует изготавливать из слишком сухой (или влажной) доски, которая часто растрескивается не только в момент сборки домика, но и главным образом под воздействием изменения влажности и температур уже при эксплуатации, приводя к непригодности гнездовий для птиц из-за образовавшихся щелей.

При установке синичников и скворечников с открывающейся крышкой, которая необходима для чистки искусственных гнездовий, следует предусматривать надежное ее закрепление, к примеру, при помощи проволоки. Чтобы избежать возможного открытия крыши под действием ветра, а также падение под тяжестью животных, взбирающихся на крышу гнездовья с целью разорения гнезд. Что в течение гнездового периода птиц может приводить к неминуемой гибели кладок либо птенцов.

Важным является надежное закрепление гнездовья. Чаще всего в практике использовался крепеж на гвоздях, который обеспечивает довольно крепкую фиксацию домиков. Но по мере роста дерева гвозди врастали в ствол. Таким образом, через несколько лет использования, если по мере врастания не обеспечивать дополнительную фиксацию, гнездовья могли отрываться частично или полностью под собственной тяжестью или деятельностью сильных ветров.

При размещении искусственных гнездовий для мелких птиц с диаметром летка 3–4 см в лесах следует помнить о возможности увеличения летка пестрым дятлом, деятельностью которого в небольшом участке леса были повреждены летки во всех пяти установленных там гнездовьях для разных видов птиц.

Заключение. В результате опыта использования дощатых искусственных гнездовий в Пинском районе наиболее критическими проблемами, которые, возможно, могли приводить к прямой угрозе жизни птиц, являлось ненадежное закрепление съемной крыши и врастание гвоздей крепления в ствол дерева.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ АНОМАЛИЙ ОСЕНИ И ВЕСНЫ В БЕЛАРУСИ

Н. П. ГРИЦУК

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
meteonataly@vk.com

Научный руководитель – Лопух П. С., профессор, д. г. н.

Введение. В статье описывается распределение аномалий средней температуры воздуха весной и осенью. Изменение температурных режимов может привести к сдвигу фенологических событий, что в свою очередь влияет на взаимодействие между экосистемами и видами. Основные цели и задачи исследования направлены на понимание влияния потепления переходных сезонов на экологическую обстановку в Беларуси, а также на подготовку практических рекомендаций для смягчения последствий этих изменений.

Материалы и методы. Анализ полученных результатов проведен на основе данных инструментальных измерений на сети гидрометеорологических наблюдений Белгидромета Минприроды.

Результаты и обсуждение. За последнее десятилетие положительные аномалии осенью выше на 0,6 °С, чем весной, при этом они имеют различное пространственное распределение (рисунок).

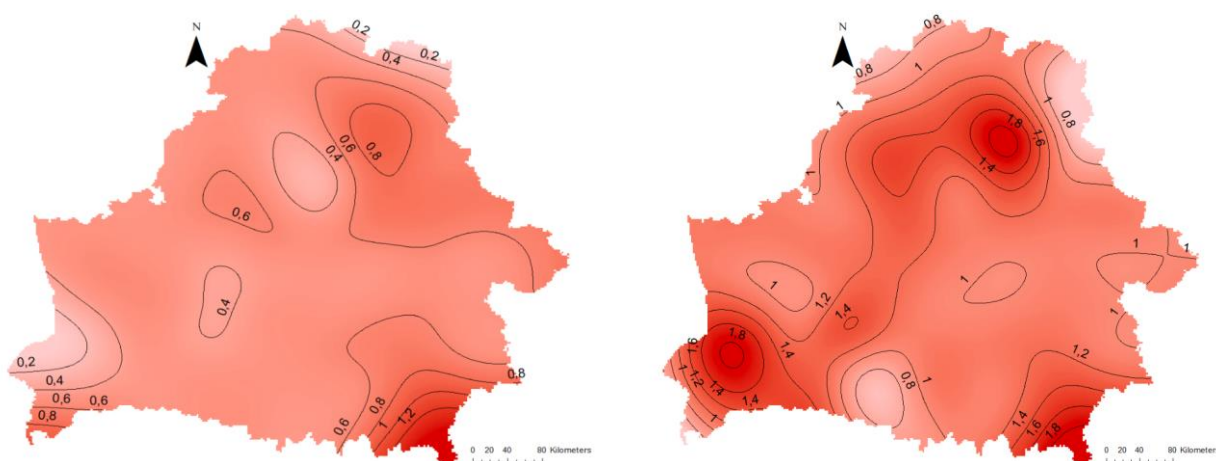


Рисунок – Положительная аномалия (°С) средней температуры воздуха весной (слева) и осенью (справа) за 2013–2024 гг. от климатической нормы по территории Беларуси, составлено автором по [1]

Климатические осень и весна становятся длиннее, что влияет на природные циклы и нарушает синхронизацию между компонентами в экологической цепи.

Заключение. Изменение температур в переходные сезоны могут нарушить миграцию животных, цветение растений, способствовать увеличению количества инвазивных видов и распространения заболеваний, что является особой угрозой для биоразнообразия страны.

Список цитированных источников

1. ГКК Государственный климатический кадастр: материалы наблюдений Государственной сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь. – 2025. – № свид-ва 0870100021.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ

А. А. ГУЛЬКО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь
anna gulko706@mail.ru*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Восстановление экосистем представляет собой важный процесс, направленный на восстановление биологических сообществ и их функций после негативного воздействия антропогенных факторов, таких как загрязнение окружающей среды, вырубка лесов и изменения климата. В условиях растущих экологических катастроф и потери биоразнообразия данная тема становится особенно актуальной, так как это ставит под угрозу не только устойчивость природных систем, но и качество жизни людей. Основная цель данного исследования заключается в анализе современных методов восстановления экосистем и оценке их эффективности. В рамках исследования будут рассмотрены причины деградации экосистем, существующие подходы к восстановлению, а также результаты практического применения этих методов.

Материалы и методы. Для проведения исследования были использованы данные из научных публикаций, отчеты экологических организаций и примеры успешных проектов по восстановлению экосистем. Методы анализа включали сравнительный анализ различных подходов к восстановлению, оценку биологических и экономических показателей, а также интервью с экспертами в области экологии и охраны окружающей среды. Особое внимание было уделено проектам в разнообразных экосистемах, таких как леса, водоемы и степи.

Результаты и обсуждение. Анализ показал, что успешное восстановление экосистем требует комплексного подхода, который охватывает как биологические, так и социальные аспекты. Наиболее эффективными методами являются активное восстановление (высадка растений, очистка загрязненных территорий) и пассивное восстановление (создание условий для естественного восстановления). Примеры успешных проектов, такие как восстановление мангровых лесов в Юго-Восточной Азии и рекультивация угольных карьеров в Европе, наглядно демонстрируют значительное улучшение биоразнообразия и экологической устойчивости. Тем не менее для достижения устойчивых результатов необходимо учитывать местные условия, вовлекать местные сообщества и обеспечивать долгосрочное финансирование.

Заключение. Восстановление экосистем является ключевым направлением экологической политики, способствующим не только сохранению природных ресурсов, но и повышению качества жизни населения. Эффективные стратегии восстановления требуют междисциплинарного подхода и активного участия всех заинтересованных сторон.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПОСТИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

И. В. ДОМИНИКОВСКАЯ

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск,
Беларусь, Shibekal@mail.ru*

Научный руководитель – Л. А. Шибека, доцент, к. х. н.

Введение. Развитие органического земледелия невозможно реализовать в большом масштабе без использования органических удобрений. Для производства указанных удобрений часто используют отходы, образующиеся в сельском хозяйстве, деревообработке и др. В работе проведены исследования по получению компоста из отходов различных производств.

В качестве объекта исследований в работе выступал транспортно-моечный осадок – отход, образующийся при очистке вод, использующихся на стадии мойки свеклы на предприятиях по производству сахара. В составе отхода присутствуют органические компоненты, о чем свидетельствует величина зольности исследуемого материала (зольность транспортно-моечного осадка составляет 48 %). Учитывая физико-химический состав транспортно-моечного осадка, для получения компоста с высокими потребительскими характеристиками в качестве наполнителя в состав сырьевой смеси вводили древесные опилки (отход деревообработки) и свекловичный жом (отход производства сахара). Цель работы – оценка влияния состава сырьевой смеси на качество получаемого компоста.

Материалы и методы. Сырьевую смесь готовили при различном массовом соотношении транспортно-моечного осадка и наполнителя – 1:1, 1:2 и 1:3. Длительность процесса компостирования составляла 60 суток. Смесь периодически увлажняли и перемешивали. В водной вытяжке, приготовленной из компоста, определяли содержание основных питательных элементов растений.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований свидетельствуют о том, что введение в состав сырьевой смеси свекловичного жома приводит к образованию компостов с низким содержанием элементов питания по сравнению с компостами, где в качестве наполнителя применялись древесные опилки. Суммарное содержание азота, калия (в пересчете на K_2O) и фосфора (в пересчете на P_2O_5) в первом случае варьируется от 2,99 мг/г до 3,26 мг/г, во втором – от 8,02 мг/г до 14,05 мг/г. Во всех компостах содержание питательных элементов снижается в следующей последовательности: калий, азот, фосфор.

Компост, полученный при соотношении транспортно-моечного осадка и древесных опилок равном 1:3, характеризуется максимальным содержанием питательных элементов. При использовании в качестве наполнителя свекловичного жома максимальное общее содержание питательных элементов наблюдается при соотношении компонентов 1:1.

Заключение. Установлено, для получения компоста с максимальным содержанием элементов питания целесообразно использовать сырьевую смесь при соотношении транспортно-моечный осадок и древесные опилки – 1:3.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ

А. Н. ЕПИШИНА

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск,
Беларусь, zalyhina@mail.ru*

Научный руководитель – О. С. Залыгина, доцент, к. т. н.

Введение. Во многих отраслях промышленности к воде предъявляются определённые требования по её жёсткости. В частности, в керамической промышленности для приготовления шликера необходима мягкая вода, содержащая не более 15 мг/дм^3 ионов жёсткости, к которым, в первую очередь, относятся ионы кальция и магния. В противном случае шликер будет плохо разжижаться, возможно появление мелких пузырей. Для умягчения воды можно использовать различные сорбенты. Целью работы является исследование возможности применения в качестве сорбента для умягчения воды отходов формовочных смесей литейного производства.

Материалы и методы. Объектом исследования являются отходы формовочных смесей литейного производства одного из белорусских предприятий, а также сточные воды повышенной жёсткости. Для определения фракционного состава отхода использовался метод ситового анализа, удельная поверхность определялась по сорбции красителя фуксина, жёсткость воды определялась титриметрическим методом с трилоном Б.

Результаты и обсуждение. Отходы формовочных смесей образуются в литейном производстве при выбивке отливок из форм и состоят из кварцевого песка (90–95 %) и небольших количеств различных добавок: бентонита, молотого угля, асбеста и др. В результате проведённого эксперимента было установлено, что в отходах формовочных смесей преобладает фракция менее 0,5 мм (содержание фракции более 1 мм составляет 4,12 %, от 0,8 до 1 мм – 1,75 %, от 0,5 до 0,8 мм – 9,11 % и менее 0,5 мм – 85,2 %), которая и была отобрана для дальнейших исследований. Удельная поверхность этой фракции составила $23,12 \text{ м}^2/\text{г}$.

Для определения возможности использования рассматриваемого отхода в качестве сорбента для умягчения воды в ёмкость с модельной водой (300 мл), содержащей $5 \text{ мг-экв/дм}^3 \text{ Ca}^{2+}$, было помещено 6 г мелкой фракции отхода формовочных смесей (менее 0,5 мм). Отбор проб осуществлялся через каждый час в течение 5 часов. Через два часа жёсткость воды составила $3,4 \text{ мг-экв/дм}^3$, после чего жёсткость не изменялась. Таким образом, применение мелкой фракции отработанной формовочной смеси литейного производства позволило снизить жёсткость воды на 32 %. Поскольку регенерация сорбента является сложным и дорогостоящим процессом, предлагается отработанный сорбент использовать в качестве добавки при производстве керамического кирпича.

Заключение. Отходы формовочных смесей можно использовать для умягчения воды на первой стадии, для дальнейшего снижения жёсткости воды следует использовать другие сорбенты или ионообменные материалы.

МЕРЫ ПО СОХРАНЕНИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ КОРАЛЛОВЫХ РИФОВ

Г. Г. ЕРМАЧЕК

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
liningrad.qaz.33@gmail.com*

Научный руководитель – А. Н. Полюхович, преподаватель

Введение. Коралловые рифы – жизненно важные экосистемы, обеспечивающие биоразнообразие, защиту береговых линий и поддержку средств к существованию миллионов людей. Однако изменение климата и антропогенные факторы ускоряют их деградацию. Цель работы – определить основные меры по сохранению и восстановлению коралловых рифов.

Материалы и методы. Поиск литературных источников осуществлялся с помощью систем поиска Google Scholar.

Результаты и обсуждение. Повышение температуры и окислительный стресс вызывают массовое отбеливание кораллов, снижая их резильентность, а местные угрозы (загрязнение, неустойчивый вылов, оседание донных веществ) усиливают деградацию рифов. Первое исследование [1] демонстрирует, как глобальное потепление в сочетании с локальными стрессорами ведёт к снижению способности кораллов к восстановлению. Аналогично результаты из [2] подчёркивают значимость управления локальными источниками загрязнения для повышения устойчивости рифовых экосистем.

Создание и эффективное управление морскими охраняемыми территориями (МОТ) снижает антропогенное давление и способствует восстановлению экосистем. Важно также контролировать загрязнения, рационально использовать ресурсы и оптимизировать наземные практики для защиты рифов.

В условиях ускоренной деградации рифов особое внимание уделяется активным методам восстановления. Технологии кораллового садоводства и трансплантации, подробно описанные в публикациях [3], позволяют быстро восстанавливать повреждённые участки, способствуя сохранению генетического разнообразия. Ассистированная эволюция и селективное разведение повышают устойчивость кораллов к изменениям климата. Дистанционный мониторинг и анализ ДНК помогают оперативно оценивать эффективность восстановления.

Заключение. Для сохранения коралловых рифов необходим комплексный подход, включающий меры по снижению глобальных климатических рисков и локальных антропогенных воздействий, а также применение инновационных технологий восстановления.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ МАГНИТНЫХ СОРБЕНТОВ

К. В. ЗАВАДСКИЙ, М. Ю. КЛОЧКОВ

УО «Национальный детский технопарк», Минск, Беларусь,

kazimirskaaekaterina@gmail.com

Научный руководитель – Е. Н. Казимирская, ассистент кафедры ПЭ, УО «Белорусский государственный технологический университет»

Введение. Современное общество сталкивается с нарастающими проблемами утилизации промышленных отходов и загрязнения окружающей среды. Одним из перспективных решений данной проблемы является использование отходов производства для создания ценных материалов, таких как сорбенты.

Целью данной работы являлось исследование процессов получения сорбентов из отходов производства с применением ультразвука.

Материалы и методы. Магнитные частицы получали из железной окалины методом соосаждения. После соосаждения гидроксидов железа суспензию подвергали ультразвуковой обработке (УЗО) в течение 10 мин.

Результаты и обсуждение. В ходе работы были получены композиционные магнитные сорбенты (КМС) и исследованы их свойства. Эффективность использования ультразвуковой обработки оценивали сравнением полученных сорбентов с сорбентом, полученным без ультразвуковой обработки. Результаты исследований представлены в сводной таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования свойств полученных КМС

Адсорбент	Нефтеёмкость, г/г	Макс. СОЕ, мг/г	Удельная поверхность м ² /г	Насыпная плотность, г/см ³
1:1 (0)	1,5	0,47	20,67	0,84
1:1	5,8	0,81	24,08	0,62
1:3	3,4	1,89	18,50	0,46

Примечание – 1:1, 1:3 – массовое соотношение магнитных частиц и угля, полученного прокаливанием отходов тростника в КМС; 1:1 (0) – КМС, полученный без использования УЗО.

Исследование показало, что адсорбент с соотношением 1:1 обладает более высокой нефтеёмкостью и значительной удельной поверхностью, однако его статическая обменная ёмкость по отношению к ионам Fe_{общ} оказалась ниже, чем у адсорбента 1:3, который характеризовался большей статической обменной ёмкостью и высокой эффективностью в процессе очистки воды, что объясняется равномерным распределением магнитных частиц и углеродного компонента. Полученные данные подтвердили, что ультразвуковая обработка магнитных частиц позволяет предотвратить их агрегацию, что способствует увеличению их сорбционных свойств и нефтеёмкости.

Заключение. Полученные из отходов с помощью ультразвуковой обработки КМС могут успешно использоваться в качестве нефтесорбентов.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ Г. ГРОДНО ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

А. Д. КАЛИСЕЦКАЯ, А. З. ГРИНЕВИЧ

*ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, anokka@bk.ru,
grinevitchlina@yandex.by*

Научный руководитель – Е. А. Белова, старший преподаватель

Введение. Анализ существующих оценок качества поверхностных вод городской среды по гидрохимическим показателям свидетельствует о том, что комплексная характеристика качества природных вод представляет собой сложную проблему. Целью данного исследования является комплексная характеристика водоемов города Гродно по гидрохимическим показателям.

Материалы и методы. Для оценки качества воды поверхностных водных объектов на территории города Гродно были выбраны два водоёма (возле ОАО «Гродненский мясокомбинат», в сквере Памяти воинов-афганцев на ул. Курчатова). Для определения гидрохимических показателей были использованы стандартные методы исследования. Полученные результаты сравнивали с ПДК для поверхностных водоемов [1]. Для определения качества природных вод использовали комбинаторный индекс загрязнения [2].

Результаты и обсуждение. Превышение ПДК для вод исследуемых водоемов наблюдалось по следующим показателям: рН, содержание нитрит-ионов и железа общего.

Для многих гидрохимических показателей качества воды в исследуемых водных объектах отмечена тесная взаимосвязь. Например, общее солесодержание тесно связано с общей жесткостью, концентрация хлорид- и сульфат-ионов имеет умеренную и значительную связь с общей минерализацией.

При интегральной оценке качества воды, по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения, вода пруда на ул. Курчатова условно чистая, вода в водоеме возле ОАО «Гродненский мясокомбинат» условно чистая только в летний период, в весенний и осенний период – слабозагрязнённая и загрязнённая.

Заключение. При сравнении качества воды в поверхностных водоемах наибольшее загрязнение отмечено для пруда возле ОАО «Гродненский мясокомбинат».

Список цитированных источников

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь / ЭкоНиП 17.06.01-006-2023 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Нормативы качества воды поверхностных водных объектов». – Минск, 2024. – URL: <https://www.ecoinfo.by/wp-content/uploads/2024/03/15-%D0%A2.pdf> (Дата обращения: 02.03.2025).
2. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды : учеб. пособие / НУМЦ Минприроды России ; редкол: А. Ф. Порядин [и др.]. – М. : Прибой, 1996. – 350 с.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ

Е. А. КОСТЕНКО

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск,
Беларусь, Shibekal@mail.ru*

Научный руководитель – Л. А. Шибека, доцент, к. х. н.

Введение. Применение водных ресурсов практически на всех стадиях производства бумаги приводит к образованию большого объема сточных вод. В составе указанных стоков приоритетными примесями являются взвешенные вещества. Данные вещества представлены волокнистыми целлюлозосодержащими компонентами с включениями соединений, входящих в состав наполнителей, проклеивающих веществ и др. При механической очистке сточных вод от взвешенных веществ в отстойниках и фильтрах образуется осадок (скоп). Для большинства предприятий основным способом обращения со скопом является его хранение на промышленной площадке или захоронение на полигонах. Возможен частичный возврат скопа в технологический процесс производства бумаги как добавка к сырьевой смеси. Без ухудшения качества получаемой бумажной продукции максимальное вовлечение отхода составляет не более 10 % от общей массы его образования.

В качестве объекта исследований в работе использовали скоп – отход, образующийся при очистке сточных вод на одном из предприятий Республики Беларусь по производству бумаги и картона.

Целью работы являлось исследование возможности получения сорбента на основе скопа для извлечения ионов меди из сточных вод.

Материалы и методы. Первоначально осуществляли сушку отхода при 105 °С до постоянной массы навески. Далее проводили измельчение образца скопа до частиц размером 3–5 мм. Определение сорбционной емкости отхода проводили в статических условиях. В химический стакан помещали навеску образца скопа и приливали раствор, содержащий ионы меди. Величина pH раствора не превышала 4,5. Пробы периодически перемешивали. Продолжительность контакта фаз составляла 60 минут, по истечении указанного промежутка времени проводили отделение отработанного сорбента от раствора. В очищенной воде определяли содержание ионов меди. Зная концентрацию ионов металла в сточной и очищенной воде, производили расчет степени очистки стоков.

Результаты и обсуждение. Установлено, что скоп, высушенный при 105 °С, характеризуется невысокими сорбционными свойствами. Максимальная величина сорбционной емкости отхода в диапазоне начальных концентраций ионов меди в воде до 1 г/дм³ не превышает 10 мг/г. Вероятно, для увеличения сорбционных свойств скопа и получения высокоэффективного сорбционного материала из рассматриваемого отхода необходима оптимизация условий подготовки отхода к использованию.

Закключение. Показано, что скоп обладает сорбционными свойствами в отношении ионов меди. Для повышения потребительских свойств сорбента требуется корректировка условий его получения.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗИМНИХ ГРОЗ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

М. В. ЛУКША

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
maril2020@mail.ru*

Научный руководитель – А. А. Новик, к. г. н.

Введение. Прогноз таких неблагоприятных конвективных явлений (НЯ), как грозы, в холодный период года – это одна из проблем, с которой сталкиваются синоптики в процессе оперативной деятельности. Она становится особенно актуальной в условиях современного периода изменения климата, выражающемся в повышении температуры воздуха, которое началось с 1989 г. Ввиду недостаточной изученности вопроса и отсутствия сформированной методической базы по вопросам прогнозирования, целью данного исследования стал анализ повторяемости и пространственно-временного распределения зимних гроз, а также определение их связей с приземными метеорологическими и синоптическими условиями их формирования.

Материалы и методы. Посредством анализа архивных метеорологических данных Белгидромета были отобраны случаи гроз, наблюдавшихся с ноября по март 1989–2022 гг. на территории Республики Беларусь. Зафиксированы основные приземные метеорологические и синоптические условия, при которых наблюдались грозы. Построены карты пространственного распределения и графики временного хода исследуемого неблагоприятных явлений, определены тенденции развития в ближайшем будущем разрезе республики и областей.

Результаты и обсуждение. За период 1989–2022 гг. на территории Республики Беларусь было отмечено 243 случая зимних гроз, большинство из которых наблюдалось в центральных и южных районах страны. В холодный период года с 1989 по 2000 гг. было отмечено 90 случаев, с 2001 по 2010 гг. – 99 случаев, с 2011 по 2022 гг. – 54 случая. В последующем должна сохраняться тенденция уменьшения числа случаев неблагоприятных явлений. В разрезе холодного периода года более 58% случаев зимних гроз приходится на март. Развитие зимних гроз в холодное полугодие отмечается при прохождении атмосферных фронтов, которые связаны с ложбинами циклонов различных траекторий: западных (74% случаев), ныряющих (14 % случаев) и южных (12 % случаев).

Заключение. Выявлены особенности пространственно-временного распределения зимних гроз на территории Республики Беларусь, которые могут быть использованы при разработке природоохранных мероприятий с целью снижения негативных последствий от неблагоприятных явлений, уменьшения рисков влияния этих явлений на экономику и население страны. Установлены связи между зимними грозами и аэросиноптическими условиями их образования, которые могут использоваться для пополнения методической базы в сфере оперативного метеорологического обеспечения страны своевременными прогнозами погоды и штормовыми предупреждениями.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ДРОГИЧИНСКОГО РАЙОНА

М. О. МАЛЕЙКО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
makarisan.05@gmail.com*

Научный руководитель – Е. К. Антонюк, старший преподаватель

Введение. Дрогиченский район обладает значительным эколого-рекреационным потенциалом, что делает его важным объектом исследования. Актуальность работы обусловлена необходимостью рационального использования природных ресурсов и развития туристической инфраструктуры. Цель исследования – оценка эколого-рекреационного потенциала района. Задачи включают анализ природных условий, оценку рекреационных ресурсов и разработку рекомендаций по их использованию.

Материалы и методы. В работе использованы данные о природных ландшафтах, климатических условиях, биоразнообразии и инфраструктуре района. Применены методы картографического анализа, статистической обработки данных и экспертной оценки.

Результаты и обсуждение. Анализ показал, что Дрогиченский район обладает разнообразными природными ресурсами, включая леса, водные объекты и уникальные ландшафты. Выявлены перспективные зоны для развития экологического туризма и рекреации. Результаты сопоставлены с опытом других регионов, что позволило выделить ключевые направления для улучшения инфраструктуры и охраны природы.

Заключение. Исследование подтвердило высокий эколого-рекреационный потенциал Дрогиченского района. Рекомендовано развитие экотуристических маршрутов, создание охраняемых природных территорий и повышение экологической культуры населения.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

М. О. МАЛЕЙКО, И. А. ВОРОБЕЙ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
makarisan.05@gmail.com*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Акустические шумы являются одной из значимых экологических проблем, оказывающих негативное воздействие на здоровье населения. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных методов оценки и нормирования шумового загрязнения для снижения его влияния на человека. Цель работы – анализ современных методов оценки и нормирования акустических шумов. Задачи включают изучение источников шума, оценку их воздействия на здоровье и разработку рекомендаций по снижению шумовой нагрузки.

Материалы и методы. В работе использованы данные о уровнях шума в городской и промышленной среде, а также результаты медицинских исследований, связанных с воздействием шума на здоровье. Применены методы акустического мониторинга, математического моделирования и анализа нормативно-правовых документов.

Результаты и обсуждение. Анализ показал, что основными источниками акустических шумов являются транспорт, промышленные объекты и строительные работы. Установлено, что длительное воздействие шума выше допустимых норм приводит к нарушениям сна, повышению уровня стресса и развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Разработаны рекомендации по снижению шумовой нагрузки, включая использование шумозащитных экранов, оптимизацию градостроительных решений и внедрение современных технологий шумоподавления.

Заключение. Исследование подтвердило необходимость строгого соблюдения нормативов по уровню шума и разработки комплексных мер по его снижению. Рекомендовано усиление контроля за источниками шума и повышение осведомленности населения о последствиях шумового загрязнения.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИДКИМИ ОТХОДАМИ В МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К. С. МАСЛОВ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
maselkir2003@gmail.com*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Для обеспечения экологической безопасности на молокоперерабатывающих предприятиях важным аспектом является управление жидкими отходами. Отходы, образующиеся в процессе переработки молока, могут содержать органические вещества, жиры, белки и микроорганизмы, что при недостаточной обработке может привести к загрязнению водоемов и почвы. Для эффективного управления жидкими отходами разрабатываются и внедряются системы, направленные на их очистку и повторное использование.

Материалы и методы. В качестве исходных данных для данной работы использованы материалы из научных публикаций, а также данные из промышленной практики молокоперерабатывающих предприятий. В качестве метода исследования применялся аналитический подход, включающий анализ существующих технологий очистки жидких отходов и их применения в молочной промышленности.

Результаты и обсуждения. Современные системы управления жидкими отходами в молокоперерабатывающей промышленности включают в себя несколько стадий очистки, начиная от первичной фильтрации и заканчивая биологической и химической обработкой. На предприятиях используются как физико-химические, так и биологические методы очистки: механические фильтры, коагуляция, флотация, а также биореакторы для разложения органических веществ. Важным элементом является система рекуперации воды, которая позволяет минимизировать водозабор и эффективно использовать очищенные сточные воды в производственных циклах.

В зависимости от состава и объема жидких отходов применяются различные технологические схемы и оборудование. Например, для очистки сточных вод от органических веществ активно используются системы аэробной и анаэробной очистки, а для удаления жиров — коагулянты и специальные фильтрационные установки. Кроме того, важным аспектом является соблюдение экологических норм и стандартов, регулирующих выбросы и сбросы в водоемы.

Заключение. Молокоперерабатывающая промышленность сталкивается с проблемой обработки жидких отходов, которые могут оказать негативное воздействие на окружающую среду. Однако внедрение современных систем очистки позволяет значительно снизить антропогенное воздействие на экосистему, обеспечивая безопасное использование водных ресурсов и соответствие экологическим требованиям. Разработка и внедрение эффективных технологий управления жидкими отходами является необходимым шагом для устойчивого развития молочной промышленности и улучшения экологической ситуации в регионах с такими предприятиями.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ РАЗЛИЧНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

А. А. МАТЕЙЧИК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
artomikim2017@gmail.com*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Энергетические предприятия оказывают значительное влияние на окружающую среду. В зависимости от типа энергии, которую они производят, они оказывают различное воздействие.

Материалы и методы. В качестве исходных данных в работе использованы материалы, размещенные в справочной литературе и других открытых источниках. В качестве метода исследования в настоящей работе принят аналитический, подразумевающий систематизацию и анализ имеющихся данных.

Результаты и обсуждения. Энергетические предприятия оказывают вредное воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Тепловые электростанции, работающие на твердом топливе, выбрасывают в атмосферу большое количество парниковых газов и различных оксидов, которые приводят к изменению климата и загрязнению воздуха. Так же воздействуют на водные ресурсы, которые используются для охлаждения электростанций.

Гидроэлектростанции способствуют изменению гидрологического режима рек, нарушению экосистем и затоплению территорий в ходе строительства плотин и водохранилищ.

Атомные электростанции в ходе своей эксплуатации не выбрасывают парниковые газы, но имеют большой риск радиоактивного загрязнения в случае аварий. Ветровые и солнечные электростанции, считающиеся более экологичными, также оказывают влияние на окружающую среду, занимая значительные площади и представляя угрозу для птиц и летучих мышей.

Заключение. Таким образом, выбор энергетического источника должен основываться на комплексной оценке экологических рисков и выгод, с учетом современных технологий минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Необходимо стремиться к развитию экологически чистых и устойчивых энергетических систем.

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: АНАЛИЗ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ АСПЕКТОВ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИИ

Е.А. МИЩУК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
liizzzkkkkaa@mail.ru*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Объект исследования – электромобили. Электромобили становятся все более популярными в современном мире как альтернативный вид транспорта, который обещает снизить негативное воздействие на окружающую среду. В условиях глобального потепления и ухудшения качества воздуха использование электромобилей представляется как один из способов решения экологических проблем. Цель исследования – проанализировать положительные и отрицательные аспекты использования электромобилей в сфере экологии.

Материалы и методы. В ходе исследования используются данные о выбросах парниковых газов, статистика по производству и утилизации аккумуляторов, а также результаты исследований о влиянии электромобилей на качество воздуха в городах. Анализируются также данные о ресурсах, необходимых для производства электроэнергии, используемой для зарядки электромобилей.

Результаты и обсуждение. Электромобили имеют ряд положительных аспектов. Во-первых, они не выбрасывают вредные вещества в атмосферу во время эксплуатации, что способствует улучшению качества воздуха в городах. По оценкам, переход на электромобили может сократить выбросы углекислого газа на 30–50 % в зависимости от источников электроэнергии. Однако, несмотря на очевидные преимущества, существуют и отрицательные аспекты. Производство аккумуляторов для электромобилей требует значительных ресурсов, включая литий, кобальт и никель, что приводит к экологическим последствиям, связанным с добычей этих материалов. Кроме того, утилизация старых аккумуляторов остается нерешенной проблемой, так как их неправильная переработка может привести к загрязнению почвы и водоемов. Также стоит учитывать источник электроэнергии для зарядки электромобилей. Если электричество производится из угольных или других неэкологичных источников, то общее снижение выбросов может оказаться не таким значительным, как предполагалось.

Заключение. Электромобили являются многообещающей альтернативой автомобилям с двигателями внутреннего сгорания, способствуя снижению выбросов и улучшению качества воздуха. Однако важно учитывать экологические последствия производства и утилизации аккумуляторов, а также источники электроэнергии. Для достижения максимального эффекта необходимо развивать зарядную инфраструктуру на основе возобновляемых источников и внедрять эффективные технологии переработки аккумуляторов. Переход на электромобили – это лишь один из шагов к устойчивой экологии, требующий комплексного подхода к решению экологических проблем.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

Д. В. МЫТЬКО

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск,
Беларусь, Shibekal@mail.ru*

Научный руководитель – Л. А. Шибека, доцент, к. х. н.

Введение. Совершенствование адсорбционных методов очистки сточных вод в настоящее время идет в направлении поиска новых сорбционных материалов. Среди природных материалов особое внимание исследователей уделяется целлюлозосодержащим видам сырьевых ресурсов, в том числе отходам. Использование целлюлозосодержащих отходов в качестве сорбентов позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду и получить сорбционный материал невысокой стоимости.

В качестве объекта исследований в работе использовали древесные опилки, образующиеся на деревообрабатывающем предприятии.

Цель работы – сравнительный анализ сорбционных свойств исходных и модифицированных древесных опилок по отношению к ионам меди.

Материалы и методы. Для получения модифицированных древесных опилок исходный образец отходов обрабатывали 2 н соляной кислотой в течение 120 минут. Далее материал отмывали дистиллированной водой и высушивали при 105 °С.

Исследование сорбционных свойств образцов отходов проводили в статических условиях. Диапазон начальных концентраций ионов меди в модельном растворе сточных вод не превышал 1 г/дм³. Продолжительность процесса очистки составляла 60 минут. Равновесную концентрацию ионов металла в растворе после отделения отработанного сорбента от жидкой фазы определяли титриметрическим методом.

Результаты и обсуждение. Установлено, что обработка древесных опилок раствором соляной кислоты не приводит к увеличению сорбционных свойств исследуемого материала. Предельное значение сорбционной емкости в рассматриваемом диапазоне начальных концентраций ионов меди для исходных древесных опилок составляет 2,7 ммоль/г, модифицированных – 0,3 ммоль/г. Различия в сорбции ионов меди вышеуказанными образцами древесных опилок, вероятно, обусловлены различием в преобладающем механизме сорбции ионов металла. Для установления механизма сорбции загрязняющего вещества древесными отходами применяли модели адсорбции Ленгмюра, Фрейндлиха и БЭТ. Константы указанных моделей определяли графическим путем. Расчеты показали, что в большей степени достоверности экспериментальные результаты, полученные для исходных древесных опилок, описываются уравнением Фрейндлиха, для модифицированных отходов – уравнением БЭТ.

Заключение. Установлено, для получения сорбционного материала для извлечения ионов меди из сточных вод можно использовать древесные опилки. Обработка древесных отходов соляной кислотой не приводит к росту сорбционных свойств исследуемого материала.

ОПЫТ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАСОЛЕННЫХ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

К. А. НИКИТИН

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, nikitin.kirill@yandex.ru

Введение. Прогноз температурного режима засоленных мерзлых грунтов имеет важное значение при обосновании выбора их использования в качестве оснований и определении технических решений по устройству фундаментов. Одним из факторов, вносящих погрешность в модели прогноза, является количественный учет процессов криогенного метаморфизма поровых растворов. В условиях наблюдаемых и прогнозируемых климатических изменений на севере Западной Сибири сокращение неопределенности прогноза температуры мерзлых грунтов становится особенно актуальным.

Материалы и методы. Криогенный метаморфизм поровых растворов рассматривается как совокупность процессов физико-химических преобразований растворенных газов, минеральных и органических веществ при формировании и таянии льда, что приводит к изменению водно-ионного состава поровой влаги. Для количественного учета криогенного метаморфизма в прогнозных моделях использованы методы термодинамического и математического моделирования [1].

Результаты и обсуждение. Выполнено численное решение краевой задачи теплопроводности с учетом преобразования водно-ионного состава поровых растворов при изменении температуры грунтов. На верхней границе модели дополнительно учтено изменение температуры воздуха к середине века.

Исследована региональная специфика совместного применения методов термодинамического и математического моделирования для трех районов полуострова – северо-западного и западного Ямала, нижнего течения Обской губы. Количественное влияние процессов криогенного метаморфизма в региональных моделях проявляется при замещении химического состава поровых растворов с хлоридно-натриевого на севере полуострова до хлоридно-сульфатно-натриевого в его южной части.

Заключение. Совместное применение методов термодинамического и математического моделирования является эффективным инструментом для сокращения возможной неопределенности прогноза температуры мерзлых грунтов. Дальнейшее развитие методов прогноза позволит более обоснованно подойти к оценке реакции засоленных мерзлых пород на климатические изменения.

Список цитированных источников

1. Методика прогноза температурного и водно-ионного режима засоленных мерзлых пород п-ова Ямал, с учетом глобального изменения климата / И. А. Комаров, М. В. Мироненко, К. А. Никитин, Н. В. Кияшко. – М. : ООО Доктормедиа, 2024. – 160 с.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТУМАНОВ В МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Н. ПАЦКЕВИЧ

БрГУ имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, katty.paczkevich@mail.ru

Научный руководитель – Т. А. Шелест, доцент, к. г. н.

Введение. Туманы относят к числу одного из опасных метеорологических явлений (ОМЯ), максимальное количество которых фиксируются в осенне-зимний период. Они оказывают негативное влияние на организацию движения транспорта за счет снижения видимости, что увеличивает вероятность дорожно-транспортных происшествий, влияют на самочувствие людей.

Цель исследования – выявить особенности пространственного распространения туманов по территории Могилевской области и изменение их повторяемости за период современного потепления климата.

Материалы и методы. Исходными данными для исследования послужили материалы наблюдений Республиканского гидрометеорологического центра, опубликованные в метеорологических ежемесячниках.

Результаты и обсуждение. Среднее число дней с туманами по Могилевской области за период 1991–2021 гг. составляет 48, изменяясь в разные годы от 30 до 77 дней. Рассмотрение числа дней с туманами по пятилетним периодам показало, что с 2001 г. наблюдается их заметное увеличение, особенно выраженное в 2006–2010 гг. С 2016 г. среднее число дней с туманами уменьшилось.

Таблица – Среднее число дней с туманами по пятилетним периодам за 1991–2020 гг. в Могилевской области

Станция	Среднее за период						
	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016–2020	1991–2020
Могилев	46,3	42,3	45,2	56,3	43,2	44,7	46,4
Кличев	37,8	26,3	27,6	35,5	32,8	27,3	31,5
Горки	55,3	55,0	60,2	67,0	51,6	48,7	56,6
Славгород	42,0	42,0	46,4	47,8	42,8	39,0	43,7
Бобруйск	49,3	49,7	87,4	89,3	101,4	73,7	77,8
Костюковичи	40,3	28,3	30,6	33,8	32,4	39,0	33,9
Среднее	45,1	40,6	49,6	54,9	50,7	45,4	48,3

Распределение числа дней с туманами по территории Могилевской области характеризуется неравномерностью. Больше всего их регистрируется в юго-западной части области (Бобруйск), несколько меньше – на северо-востоке (Горки).

Заключение. При изучении пространственно-временной изменчивости туманов было выявлено, что они отличаются пространственной неравномерностью, что связано с особенностями рельефа и температурами воздуха. Среднее число дней с туманами изменилось не существенно.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

А. С. ПРОТАСЕВИЧ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
protasevichnastua@gmail.com*

Научный руководитель – О. П. Мешик, доцент, к. т. н.

Введение. Территория Белорусского Полесья характеризуется низменным рельефом, что способствует формированию различных метеорологических явлений, в том числе сильных ветров.

Материалы и методы. Исходными материалами являются данные ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», характеризующие экстремальный ветровой режим территории Белорусского Полесья, за рассматриваемый период (1966 по 2020 гг.).

Результаты и обсуждение. В таблице приведены ранжированные значения максимальных скоростей ветра и порывов. Наибольшие значения зафиксированы в 1960–1980 гг. Это можно объяснить такими причинами, как изменения климата. Увеличение температур воздуха влияет на циркуляцию в атмосфере, что приводит к изменениям скоростей ветра. Городская застройка и изменение ближайшего окружения метеорологических станций и ее перенос также влияет на значение скоростей ветра.

Таблица – Ранжированные значения максимальных скоростей ветра и порывов за 1966–2020 гг.

Метеостанция	Максимальная скорость, м/с	Месяц	Год	Порыв, м/с	Месяц	Год
Марьина Горка	25	февраль	1970	28	март	1969
Гомель	24	ноябрь	1970	28	ноябрь	1969
Барановичи	24	октябрь	1971	28	октябрь	1971
Костюковичи	23	март	2002	30	март	2002
Пинск	22	март	1972	32	ноябрь	1972
Василевичи	18	январь	1970	34	ноябрь	1970
Брест	14	ноябрь	1988	27	октябрь	1969

Заключение. По всем исследуемым метеостанциям, кроме Бреста и Василевичей, максимальные скорости ветра превышают 20 м/с. Абсолютный максимум скорости ветра достигает 25 м/с в феврале 1970 г. на метеостанции Марьиной Горки. Аналогично максимальным скоростям ветра, абсолютные максимумы порывов ветра наиболее характерны для юго-восточной части Полесья. Абсолютный максимум порыва ветра зарегистрирован в ноябре 1970 г. на метеостанции Василевичи. Преимущественно максимальные скорости ветра больше 20 м/с наблюдаются в осенне-зимний период. Это может быть связано с уменьшением солнечного света. Как следствие уменьшается количество энергии, которая нагревает поверхность Земли, что также влияет на динамику атмосферы и приводит к более сильным ветрам.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БУФЕРНОЙ ЕМКОСТИ АКТИВНОГО ИЛА

В. В. РУЧКА, А. В. МОГУКАЛО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка,
Российская Федерация, v.v.ruchka@donnasa.ru

Введение. Способность иловой системы противостоять изменениям pH называется буферной емкостью, которая обеспечивается наличием в иловой воде щелочности и органических соединений. Основные компоненты, которые вносят вклад в щелочность: бикарбонаты, карбонаты, гидроксиды, которые удаляются из воды при достижении $\text{pH} = 4,5$. Органические соединения сорбируются внеклеточными биополимерами активного ила, которые затем подвергаются гидролизу и способны сопротивляться действию кислот.

Результаты и обсуждение. Целью работы являлось определение буферной емкости активного ила.

Определение проводили методом титрования отфильтрованного ила и иловой воды 30%-ной азотной кислотой. На графике (рисунок) представлена динамика изменения pH при титровании.

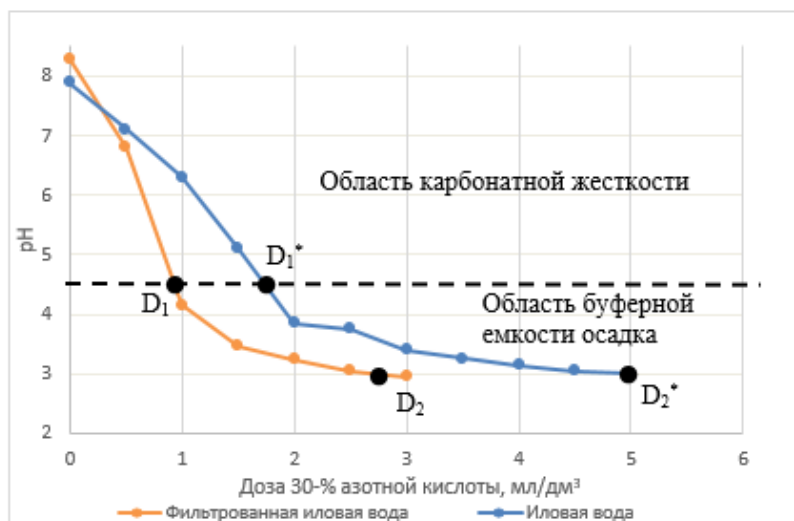


Рисунок – Определение буферной емкости активного ила

Буферная емкость определялась как разница доз кислоты, израсходованная на снижение pH с 4,5 до 3. Для этого использовалась следующая зависимость.

$$\beta = (D_2^* - D_1^*) - (D_2 - D_1).$$

Закключение. Расчеты показали, что иловая вода обладает буферной емкостью, которая составляет 2,35 мг/дм³. Эта емкость, вероятно, обеспечивается внеклеточными и внутриклеточными биополимерами.

Список использованных источников

1. Performance and mechanism of free nitrous acid on the solubilization of waste activated sludge / Jinsong Wang, Zhaoji Zhang, Xin Ye // Royal society chemistry. – London : RSC Advances, 2018. – С. 15897–15905.
2. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-КурЯнсен, Э. Арван; пер. с англ. – Москва : Мир, 2006. – 480 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

А. Р. САМЕДОВА

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно,
Беларусь, *Samedova_AR_22@student.grsu.by*

Научный руководитель – И. М. Колесник, старший преподаватель кафедры
экологии

Введение. Проблема утилизации органических отходов требует экологически безопасных решений, среди которых особое место занимают биопрепараты на основе микроорганизмов. Они ускоряют процессы разложения, повышая эффективность компостирования. Состав и активность микробиоты таких препаратов могут изменяться со временем, что требует дополнительного изучения. *Цель данного исследования* – сравнительная характеристика количественного состава микробиоты препаратов для ускорения компостирования органических отходов. *Задачи:* определение принадлежности микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов, к физиологическим группам; оценка жизнеспособности микроорганизмов в пределах и после истечения срока годности, установленного производителем.

Материалы и методы. Для исследования были выбраны два биопрепарата разных торговых марок: «Удачный» и «Чистый дом». Использовали стандартные методы глубинного и поверхностного посева на питательные среды: мясопептонный агар, агар Эшби, агар Сабуро, MRS-агар с последующим культивированием при 25–30 °С в течение 1–5 суток.

Результаты и обсуждения. Результаты исследования показывают, что основную долю микробиоты в составе биопрепаратов «Удачный» и «Чистый дом» составляют бактерии рода *Bacillus*. В первом препарате при аэробных условиях культивирования они были выявлены в количестве $2,90 \times 10^{10}$ КОЕ/см³ (в середине срока годности) и $9,78 \times 10^9$ КОЕ/см³ (через шесть месяцев после истечения срока годности). При факультативно-анаэробных условиях глубинного посева их численность составила соответственно $5,09 \times 10^9$ КОЕ/см³ и $1,82 \times 10^8$ КОЕ/см³. В составе препарата «Чистый дом» бактерии рода *Bacillus* выявлены при поверхностном посеве рабочего раствора в количестве $3,35 \times 10^{11}$ КОЕ/см³ в середине срока годности и $1,27 \times 10^9$ КОЕ/см³ после его окончания, а при глубинном – соответственно $9,05 \times 10^8$ КОЕ/см³ и $6,59 \times 10^6$ КОЕ/см³. В составе препарата «Чистый дом» на двух этапах анализа также обнаружены молочнокислые бактерии численностью $1,62 \times 10^{10}$ КОЕ/см³ – $4,73 \times 10^4$ КОЕ/см³, азотфиксирующие бактерии в количестве $8,67 \times 10^8$ КОЕ/см³ – $7,60 \times 10^6$ КОЕ/см³, мицелиальные грибы рода *Trichoderma* – $1,30 \times 10^4$ – $3,0 \times 10^3$ КОЕ/см³.

Заключение. Несмотря на общее снижение численности всех выявленных групп микроорганизмов в процессе хранения на 1–6 порядков, они длительно сохраняют жизнеспособность и пригодность к использованию по назначению. Бактерии р. *Bacillus* являются доминирующей культурой, обеспечивающей эффективную минерализацию органических соединений азота.

СФАГНОВЫЕ МХИ В ЗАБРОШЕННЫХ КАРЬЕРАХ

Е. А. СОВЕНОК

БрГУ имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, kate.sov.life@gmail.com

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, доцент, к. б. н.

Введение. Осушительная мелиорация обусловила сокращение болотных экосистем, которые являются типичными местами произрастания сфагновых мхов, способствовала развитию сообществ мезофитных и ксерофитных видов высших растений, в том числе замене сфагновых мхов зелеными мхами в напочвенном покрове. Исследование было направлено на установление состава сфагновых мхов на территориях, подверженных антропогенному воздействию.

Материалы и методы. Маршрутным методом в 2024 г. в 8 км на северо-востоке от аг. Дивин Кобринского района Брестской области в окрестностях оз. Любань обследован заброшенный карьер, находящийся в состоянии зарастания. Определение и номенклатура сфагновых мхов приводятся по изданию «Флора Беларуси. Мохообразные» [1].

Результаты и обсуждение. В исследованных условиях установлено произрастание двух видов рода *Sphagnum* L.

Sphagnum squarrosum Crone in Hoppe (секция *Squarrosa*) является часто встречающимся на территории Беларуси видом, с широким диапазоном экологических условий произрастания (эвтрофные, мезотрофные, олиготрофные болота, заболоченные луга, черноольшаники, березняки, сосновые леса). Источником спор этого мха послужили окружающие карьер сосняки мшистые, где указанный вид входит в состав напочвенного покрова в качестве бриопатента ценотического.

Sphagnum girgensohnii Russ (секции *Acutifolia*) – вид, который также распространен по всей территории Беларуси и встречается нередко. Предпочитает мезотрофные и эвтрофные, преимущественно лесные болота, сырые и заболоченные леса, особенно еловые и елово-широколиственные. Источником спор этого мха могут быть более удаленные от карьера водно-болотные угодья Кобринского района.

Заключение. Таким образом, выявлены мезотрофные гигрофиты сфагновых мхов – *Sphagnum squarrosum* и *Sphagnum girgensohnii*.

Список цитированных источников

1. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные: в 2 т. / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2004–2009. – Т. 2 : Hepaticopsida–Sphagnopsida. – 2009. – 213 с.

2. Мохообразные Национального парка «Припятский» (эволюционный аспект, таксономия, экология, география, жизненные стратегии) / Г. Ф. Рыковский, Ж. М. Петрикова, Т. Н. Клакоцкая, А. В. Углыниц; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Белорус. дом печати, 2010. – 160 с.

АДВЕНТИВНЫЕ ВИДЫ ВО ФЛОРЕ ОБОЧИН АВТОТРАССЫ М1 В ОКРЕСТНОСТЯХ Д. ЧЕРНИ БРЕСТСКОГО РАЙОНА

А. П. ТАРАСИЮК

БрГУ имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, ang3linatarasiuk@gmail.com

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, доцент, к. б. н.

Введение. Строительные площадки, свалки, автодороги, трассы продуктопроводов и ЛЭП представляют собой наиболее благоприятный плацдарм для расселения нетипичных для местных сообществ растений [1]. Цель данного исследования – выявить состав адвентивных растений в зоне обочин, прилежащих к автомобильной трассе М1 на участке д. Черни Брестского района.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились маршрутным методом в 2023–2024 гг. Осуществлена видовая идентификация, произведена оценка адвентивного компонента флоры [2, 3].

Результаты и обсуждение. Антропогенное влияние на флору дорог проявляется в двух противоположных направлениях: уменьшение числа аборигенных видов и увеличение числа видов, занесенных человеком. К обследованным обочинам автотрассы примыкают сосняки, в связи с чем на обочинах обнаруживаются виды, типичные для сосняков мшистых, черничных, орляковых. Кроме того, установлено произрастание видов адвентивного компонента флоры, в том числе сегетально-рудеральных и инвазионных видов, а также видов культурных растений, которые проходят стадию натурализации (*Phytolacca acinosa* Roxb, *Papaver orientale* L.).

Сорно-рудеральная флора представлена *Chelidonium majus* L., *Chenopodium album* L., *Lepidium ruderae* L., *Pastinaca sativa* L., *Ballota nigra* L., *Sonchus oleraceus* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv, *Setaria pumila* (Poir.) Schult., *Conium maculatum*, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. и др.

Из состава инвазионных растений выявлены: *Acer negundo* L., *Quercus rubra* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sambucus nigra* L., *Erigeron annuus* (L.) Desf., *Erigeron canadensis* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Helianthus tuberosus* L.

Заключение. Адвентивный компонент флоры обочин исследованной территории представлен видами сегетально-рудеральных, инвазионных и культурных растений.

Список цитированных источников

1. Сцепановіч, І. М. Інвазійны патэнцыял сінантропнага кампанента хваевых лясоў Беларусі / І. М. Сцепановіч // Труды БГТУ, 2019. – Сер. 1. – № 2. – С. 90–98.
2. Парфенова, В. И. Определитель высших растений Беларуси / В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Дубовик, Д. В. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик, общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 407 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РОДНИКОВ ГОРОДА ГРОДНО

М. И. ТИМОФЕЕВА

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Республика Беларусь, ttimasha@icloud.com

Научный руководитель – Е. А. Белова, старший преподаватель

Введение. Родники на территории городов испытывают высокое антропогенное влияние. В связи с этим целью данного исследования является санитарно-гигиеническая оценка качества питьевой воды родниковой воды по органолептическим и физико-химическим показателям.

Материалы и методы. Для оценки качества воды поверхностных водных объектов на территории города Гродно были выбраны два родника по ул. Соля в г. Гродно. Для определения физико-химическим были использованы стандартные методы исследования. Полученные результаты по показателям качества родниковой воды оценивали на соответствие гигиеническим нормативам, установленным для источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения [1].

Результаты и обсуждение. Средняя температура воды родников находилась в пределах 7,0–8,5 °С, (что позволяет отнести данные воды к группе умеренно холодных подземных вод). Дебит источников осенью составлял в среднем 640 л/ч, а зимой и весной средний показатель 380 л/ч, а летом 440 л/ч.

За исследуемый период вода родников либо не имела ни вкуса, ни запаха, либо имела очень слабый землистый запах. Цветность родниковых воды была в диапазоне 8–15 градусов цветности (вода светло-желтая либо бесцветная).

Воды двух исследуемых родников являются нейтральными (значения рН находились в пределах от 6,9 до 7,5), а осенью и весной – щелочными (значения рН были в пределах от 8,5 до 8,9). Общая минерализация воды в исследуемых источниках находилась в диапазоне 300–750 мг/л (воды являются пресными). Жесткость родниковых вод находилась в диапазоне 7,0–9,7 ммоль/л. Содержание общего железа в воде исследованных источников изменялось в пределах 0,04–0,4 мг/л, нитрат-ионов – 29–42 мг/л. Показатель перманганатной окисляемости находился в диапазоне от 1,98 до 6,0 мгО/л.

Заключение. Воды исследуемых родников не превышают гигиенические нормативы по нормируемым физико-химическим и органолептическим показателям.

Список цитированных источников

1. Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения : санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 2 августа 2010 г. № 105. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/blr112747.pdf> (дата обращения: 09.03.2025).

БОРЬБА С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА – ОБЩИЙ ДОЛГ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

М. Я. ХВЕЩУК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
Mari.xveshhuk@bk.ru,*

Научный руководитель – Е. В. Куцобина, доцент, к. ф. н.

Введение. Изменчивость климатического состояния – это одна из самых серьезных глобальных угроз, с которой сталкивается человечество. Оно выражается в статистически достоверных отклонениях климатических параметров, что приводит к негативным последствиям как для экосистем, так и человека. Глобальное потепление, вызванное увеличением концентрации парниковых газов, становится основным фактором климатических изменений, которые влияют на повышение уровня моря, погодные условия, биологическое разнообразие.

Материалы и методы. Для изучения этой проблемы использовались методы анализа научных исследований, посвященных причинам и последствиям этих процессов, включая данные о содержании парниковых газов в атмосфере; обработки информации о росте температуры, изменении уровня моря и увеличении частоты возникновения опасных погодных явлений.

Результаты и обсуждение. Изменение климата проявляется в таких негативных тенденциях, как повышение уровня моря; увеличение числа экстремальных погодных явлений – ураганов, наводнений, сильных штормов, засух, экстремально высоких температур, пожаров и др; риск исчезновения видов животных, изменения мест их обитания. Все эти процессы напрямую или косвенно происходят из-за меняющегося климата.

Изменение климата требует комплексного подхода к его решению, такие направления, как адаптация к новым климатическим условиям и повышение устойчивости к стихийным бедствиям; интеграция мер по борьбе с климатическими изменениями в национальные стратегии и проводимую политику; образование и информирование населения о последствиях изменения климата и возможностях его смягчения, продвижение и популяризацию идей устойчивого развития, а также реализацию Целей УР как в мире, так и в Республике Беларусь. Среди приоритетных направлений в Республике Беларусь – обеспечение устойчивого снижения вредного антропогенного воздействия на окружающую среду. В рамках реализации этой задачи разрабатываются Национальный план действий в области адаптации к изменению климата до 2040 года и Стратегия долгосрочного развития Беларуси с низким уровнем выбросов парниковых газов на период до 2050 года.

Заключение. Решение проблемы изменения климата – это общечеловеческая задача, требующая комплексного подхода. Устойчивое развитие и адаптация к меняющемуся климату должны стать первоочередными целями для всех государств. Только объединив усилия, мы сможем избежать катастрофических последствий и обеспечить благополучие будущих поколений.

НАУЧНЫЙ АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С УЧЕТОМ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

И. М. ЧЕРНЯКОВА, Ю. А. ГЛЕДКО

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

irinacernakova03@gmail.com

Научный руководитель – Ю. А. Гледко, доцент, к. г. н.

Введение. Приведен анализ приземной сети метеорологических наблюдений с учетом физико-географического районирования территории Республики Беларусь, используя основные требования и регламенты ВМО.

Материалы и методы. В ходе работы была использована методика расчета минимально необходимого количества пунктов наблюдений, разработанная ГГО Росгидрометом, а также фондовые данные Белгидромета.

Результаты и обсуждения. Для оптимизации сети метеорологических наблюдений Республики Беларусь необходимо произвести физико-географическое районирование размещения пунктов наблюдательной сети. В таблице 1 приведены расчеты минимально необходимого количества пунктов наблюдений по провинциям при оптимальном индексе плотности 4,0 для равнинной территории и для возвышенной Западно-Белорусской провинции с оптимальным индексом плотности 3,5.

Таблица 1 – Минимально необходимое количество пунктов наблюдений [1, 2]

Физико-географическая провинция	Характеристика действующей сети			Оптимальный индекс плотности (p_{wmo})	Количество ПН при оптимальном индексе плотности
	площадь, тыс. км ²	количество пунктов наблюдений	индекс плотности		
Поозерская	35,9	11	3,3	4,0	9
Западно-Белорусская	46,5	15	3,1	3,5	13
Восточно-Белорусская	22,8	7	3,3	4,0	6
Предполеская	42,8	11	3,9	4,0	11
Полеская	59,6	12	5,0	4,0	15

Заключение. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что в настоящий момент существующая сеть метеорологических наблюдений не является достаточно оптимальной относительно физико-географического районирования. Ряд пунктов наблюдений отсутствует на уровне однородных физико-географических районов, в Полесской провинции нет достаточного количества пунктов наблюдений для оптимального индекса плотности согласно регламенту ВМО (необходимо 15 станций, в настоящий момент – 12).

Список цитируемых источников

1. Методика расчета минимально необходимого количества пунктов метеорологических наблюдений: утв. приказом Росгидромета 05.09.2008. – 18 с.

2. ГКК Государственный климатический кадастр: материалы наблюдений Государственной сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь. – 2025 г. – № свид-ва 0870100021.

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРМИКОМПОСТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ ГРИБОВОДСТВА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

М. А. ШЕЛОНИК

*Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
maria.shelonik006@gmail.com*

Введение. В мире все большую популярность приобретает вермикомпостирование как одно из направлений органического земледелия благодаря своей простоте технологии и экологической безопасности для использования её в разных сферах сельского хозяйства [1–2].

Материалы и методы. В работе были проанализированы состав и функции отработанного субстрата после выращивания сапротрофных грибов семейства Агариковых, способы его вермикомпостирования.

Результаты и их обсуждение. Для многих грибоводческих предприятий и ферм стоит вопрос о скоплении отработанного грибного субстрата [2]. Стандартное захоронение или сжигание только усугубит негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому все чаще предпочтение отдается биологическим методам, одним из которых является вермикомпостирование, в ходе которого черви разлагают и перерабатывают органические отходы [3]. В ходе проделанной работы было отмечено, что после переработки в полученном продукте отмечается увеличение содержания подвижных форм элементов (таких как азот, фосфор, калий, магний и др.), необходимых для питания растений, гуминовых веществ, приведение кислотности субстрата к нейтральным величинам. Полученные результаты в дальнейшем позволят найти применение для сельскохозяйственных нужд [4].

Заключение. Таким образом, технология вермикомпостирования не только может быть как способ переработки органических отходов, но и как способ обеззараживания, тем самым помогая на выходе получить новые продукты.

Список цитированных источников

1. Максимова, С. Л. Развитие технологии вермикомпостирования и вермикультивирования в Беларуси / С. Л. Максимова, Т. М. Шабанова, Ю. Ф. Мухин // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2008. – С. 44–47.
2. Vermicomposting – Facts, Benefits and Knowledge Gaps / A. Vuković, M. Velki, S. Ećimović [et al.] // Agronomy. – 2021. – Vol. 11, № 10. – Pp. 1–20.
3. Activated vermiculite, a solid bed for testing biodegradability under composting conditions / B. Gaetano, M. Tosin, G. Florioli, F. Degli-Innocenti // Polymer Degradation and Stability. – 1999. – Vol. 66, № 1. – P. 65–79.
4. Пчеленок, О. А. Вермикультивирование как ресурсосберегающая технология в сельскохозяйственном производстве / О. А. Пчеленок, Т. А. Дмитриевская // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 4. – С. 85–86.

ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ

А. В. ШПИГУН

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
shpignalesya@mail.ru*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. В условиях стремительной урбанизации и изменения климата вопросы улучшения качества городской среды становятся все более актуальными. Зеленая инфраструктура представляет собой систему природных и полуприродных элементов, интегрированных в городскую среду, включая зеленые насаждения, парковые зоны и водоемы. Она играет важную роль в решении множества экологических, социальных и экономических проблем, связанных с городской жизнью.

Материалы и методы. Для анализа роли зеленой инфраструктуры в городах были изучены примеры успешных проектов из разных стран. Методом сравнительного анализа оценивались экологические, социальные и экономические эффекты этих проектов на качество жизни горожан.

Результаты и рассуждения. Зеленая инфраструктура способствует улучшению качества воздуха, так как растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Деревья улавливают пыль и другие загрязнители, что значительно улучшает экологическую ситуацию в городах. Кроме того, она помогает регулировать температуру, создавая тень и снижая жару, что особенно важно в условиях глобального потепления.

Социальные аспекты также не менее важны: наличие зеленых пространств связано с повышением физической активности горожан и снижением уровня стресса, что способствует улучшению психоэмоционального состояния. Парковые зоны становятся местом для встреч и общения, укрепляя социальные связи между жителями.

Экономически районы с развитой зеленой инфраструктурой становятся более привлекательными для инвестиций и туризма, что способствует их экономическому росту. Примеры успешных проектов, такие как "High Line" в Нью-Йорке, показывают, как преобразование заброшенных территорий в зеленые пространства может привести к развитию прилегающих районов.

Заключение. Зеленая инфраструктура является важным элементом устойчивого развития городов, способствующим улучшению качества городской среды, укреплению здоровья жителей, социальной интеграции и экономическому процветанию. В условиях изменения климата и растущей урбанизации необходимо продолжать развивать и внедрять проекты зеленой инфраструктуры. Это поможет создать комфортные и устойчивые города будущего, обеспечивая более здоровую и гармоничную среду для жизни текущих и будущих поколений.

ФАКТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ТЕРРИТОРИЮ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Е. В. ШУНЕВИЧ

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

lena.shunevich.06@mail.ru

Научный руководитель – А. Н. Полюхович, преподаватель

Введение. Березинский биосферный заповедник как природная территория подвергается антропогенному воздействию. Заповедник имеет большое значение для сохранения биоразнообразия и поддержания экологического равновесия в регионе [1]. Однако, даже несмотря на статус особо охраняемой территории, заповедник подвергается значительному антропогенному воздействию. Цель работы – определить факторы антропогенной нагрузки на Березинский биосферный заповедник.

Материалы и методы. В работе использовалось дешифрирование спутниковых снимков Google Map, база данных «Торфяник Беларуси».

Результаты и обсуждение. На Березинский биосферный заповедник влияют многие антропогенные факторы. Одним из факторов являются дороги [2].

Дороги распространены повсеместно, наибольшая концентрация характерна для центральной части заповедника. Автотранспорт является источником загрязнения атмосферы (выхлопные газы), почвы (отложения солей, тяжелых металлов).

Немаловажным антропогенным фактором является расположение населенных пунктов на территории Березинского заповедника [2]. Основная концентрация населенных пунктов характерна для центральной части заповедника. Бытовой мусор, отходы животноводства могут быть источниками загрязнения почвы и воды. Перечисленные два фактора ведут к фрагментации среды обитания и уменьшению площади природных территорий.

Выработанные торфяные участки рядом с границами заповедника приводит к нарушению гидрологического режима.

Заключение. Анализ показ, что к факторам антропогенного влияния на территорию заповедника главным образом относятся населенные пункты, выбывшие из промышленной эксплуатации торфяные месторождения вблизи границ и дорожная инфраструктура.

Список цитированных источников

1. Тэрыторыі, важныя для птушак у Беларусі / пад агул. рэд. С. В. Левага. – Мінск : РЫФТУР ПРЫНТ, 2015. – 52 с.

2. Полюхович, А. Н. Освоенность территории водно-болотных угодий Беларуси / А. Н. Полюхович // Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. : В 7 ч. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – Ч. 5. Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения – С. 235–238.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ: РОЛЬ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ В УЛУЧШЕНИИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДЫ

Д. В. ЯЩУК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
dianaasuk664@gmail.com*

Научный руководитель – Е. К. Антонюк, старший преподаватель

Введение. Экологические проблемы, такие как загрязнение, утрата биоразнообразия и изменение климата, требуют ответственного подхода. Формирование экологического сознания через воспитание и образование играет ключевую роль в улучшении состояния окружающей среды. Осведомленность помогает людям принимать экологически ответственные решения: сортировать отходы, уменьшать использование пластика, экономить ресурсы. Программы раздельного сбора мусора, например, снижают уровень загрязнения.

Материалы и методы. Аналитический обзор научно-популярных статей, научной литературы. Использование информации о современных научных технологиях в области охраны окружающей среды. Аналитический метод.

Результаты и обсуждение. Образование: экологические темы в школах помогают учащимся понимать важность заботы о природе через теорию и практику, такую как посадка деревьев.

Интерактивные подходы: современные технологии и приложения делают экологическое обучение доступным и увлекательным.

Публичные акции: участие в экомероприятиях, например уборках территорий, укрепляет коллективную ответственность.

Экологическое образование в обществе: социальные кампании и государственные инициативы, такие как субсидии для зелёных технологий, повышают экологическую грамотность. Программы, например Всемирный день окружающей среды, привлекают внимание к глобальным проблемам.

Заключение. Осознанные действия каждого человека, даже незначительные, способствуют улучшению состояния окружающей среды. Экологическое воспитание и образование играют важнейшую роль в защите планеты. Это основа сохранения природы для будущих поколений.

СЕКЦИЯ 2
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО
И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ВОДНЫЯ РЭСУРСЫ ЦЭНТРАЛЬНАЙ АЗІІ

А. А. БАГДАНАВА

БДУ, Мінск, Беларусь, geo.bogdanovaAA1@bsu.by

Навуковы кіраўнік – А. М. Палюховіч, выкладчык

Уводзіны. Цэнтральная Азія (ЦА) з'яўляецца ўнутрыкантынентальным раёнам з арыдным кліматам, сацыяльна-эканамічнае развіццё якога стрымліваецца недахопам водных рэсурсаў. Ва ўмовах змены клімата пытанне воднага дэфіцыта становіцца ўсё болей вострым, таму мэтай дадзенай працы ставіцца аналіз навуковых дадзеных пра змену клімата і яе ўплыў на водныя рэсурсы ЦА.

Матэрыялы і метады. Пошук літаратурных крыніц ажыццяўляўся з дапамогай праграмага забеспячэння Publish or Perish сістэмы пошуку Google Scholar.

Вынікі і абмеркаванне. Змена клімата ў ЦА праяўляецца ў росце сярэднегадавых тэмператур паветра (1–2 °C за апошнія стагоддзе), павялічэнні часціні небяспечных гідраметэаралагічных з'яў, такіх як павадкі, моцныя дажджы і снег, і значным адступанні ледавікоў (0,6–0,8 %/год). Неадназначны ўплыў на атмасферныя ападкі: яны павялічваюцца ў адных рэгіёнах (паўночны Цянь-Шань, заходні Памір, горныя раёны Узбекістана, паўпустыннымя прадгор'і Узбекістана і Туркменістана) і памяншаюцца ў іншых [1]. Спецыялісты мяркуюць, што змена клімата прывядзе да скарачэння водных рэсурсаў паўночнай раўніннай часткі ЦА да 6–10 % да 2030, а да 2050 – да 4–8 %. Таксама чакаецца скарачэнне сцёка горных раёнаў да 7–17 % ў 2050 годзе [2]. Забяспечаннасць рэгіёна воднымі рэсурсамі з'яўляецца нераўнамернай. Большая частка сцёку басейна Аральскага мора фарміруецца на тэрыторыі Таджыкістана і Кыргызстана [2], аднак найбольшым агульным водным рэсурсам характарызуецца Казахстан [3]. Адным з абмежавальных фактараў з'яўляецца якасць водных рэсурсаў: часта багатыя запасы падземных вод немагчыма выкарыстоўваць у гаспадарцы (у прыватнасці для арашэння і гаспадарча-пітнага выкарыстання) праз іх забруджанасць і высокую мінералізацыю.

Заклучэнне. Такім чынам, змена клімата моцна ўплывае на водныя рэсурсы ЦА, што дыстабілізуе і так уразлівы да воднага дэфіцыта рэгіён.

Спіс цытаваных крыніц

1. Орловский, Н. С. Изменение климата и водные ресурсы Центральной Азии / Н. С. Орловский // Вестник дипломатической академии МИД России. Россия и мир. – 2019. – №. 1. – С. 56–78.
2. Мухаббатов, Х. М. Водные ресурсы Таджикистана и проблемы водопользования в Центральной Азии / Х. М. Мухаббатов // Проблемы постсоветского пространства. – 2016. – №. 3. – С. 29–45.
3. Climate change, water resources and sustainable development in the arid and semi-arid lands of Central Asia in the past 30 years / Y. Yu // Journal of Arid Land. – 2019. – Т. 11. – С. 1–14.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ

К. В. АВРАМЧИК, Е. В. ЗЕНОВИЧ

*Национальный детский технопарк, Белорусский государственный
технологический университет, Минск, Беларусь, zalyhina@mail.ru*

Научный руководитель – О. С. Залыгина, доцент, к. т. н.

Введение. Гальванические покрытия используются во многих отраслях промышленности. Основными стадиями технологического процесса нанесения гальванических покрытий являются обезжиривание, травление, активация и собственно нанесение покрытия электрохимическим методом. Между всеми стадиями осуществляются межоперационные промывки, что приводит к образованию большого количества сточных вод, загрязнённых ионами тяжёлых металлов. Для их очистки в основном применяют методы, приводящие к образованию осадка (реагентный метод, электро- и гальванокоагуляция). В настоящее время существуют разработки по использованию этого осадка в производстве строительной керамики, однако, в этом случае остаётся опасность попадания ионов тяжёлых металлов в окружающую среду при контакте строительных материалов с атмосферными осадками. Поэтому целью работы является исследование возможности использования осадка очистных сооружений гальванического производства для получения художественной керамики.

Материалы и методы. Объектом исследования являются осадок очистных сооружений гальванического производства одного из белорусских предприятий, а также керамические изделия, полученные с его использованием. Линейная усадка изделий определялась по уменьшению их размеров после термообработки, водопоглощение – в соответствии с ГОСТ 27180-2019, цвет изделий оценивался по каталогу RAL CLASSIC.

Результаты и обсуждение. В работе методом шликерного литья были получены изделия художественной керамики (сувенирные фигурки). При их получении к глине добавляли осадок очистных сооружений гальванического производства в количестве от 2,5 до 15 масс.% (по сухому веществу). После высушивания в естественных условиях изделия обжигались при температуре 1000 °С. Было установлено, что при увеличении количества вводимого отхода литейные свойства шликера несколько ухудшаются, линейная усадка увеличивается, водопоглощение уменьшается, а цвет изделий изменяется от RAL 8003 «глиняный коричневый» до RAL 8011 «орехово-коричневый». Изменение цвета в сторону более яркого и насыщенного оттенка связано с наличием в отходе соединений железа, обладающих хромофорными свойствами. Все изделия имеют привлекательный декоративный внешний вид.

Заключение. Осадок очистных сооружений гальванического производства может быть использован при получении объёмно-окрашенной декоративной керамики.

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО СОРТА МЕРЕЯ

А. С. АЗАРЕНКО

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки,
Беларусь, drozd-dmitrii@mail.ru*

Научный руководитель – Дрозд Д. А., зав. кафедрой, доцент, к. с.-х. н.

Введение. При возделывании сельскохозяйственных культур недостаток или избыток почвенных влагозапасов приводит к снижению их урожайности. Корректировать почвенные влагозапасы можно за счет использования орошения. При этом устанавливать сроки полива можно различными способами. Одним из них является применение уравнения водного баланса [1].

Материалы и методика исследования. Исследования осуществлялись на дерново-палево-подзолистых обычных легкосуглинистых почвах учебно-опытного оросительного комплекса «Тушково-1». Водно-физические показатели почвы опытного участка: плотность сложения в расчетном слое 0–30 см – 1,37–1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость в аналогичном слое – 22,63–23,82 % от массы сухой почвы. Агрохимические показатели почвы опытного участка – гумус – 1,48–1,66 %, pH – 5,70–5,80, содержание P₂O₅ – 203–320 мг/кг, а K₂O – 251–423 мг/кг.

Полевые опыты были заложены по следующей схеме:

1. Контроль (без дополнительного увлажнения).
2. Полив при сработке почвенной влажности до 80 % от величины наименьшей влагоемкости (0,8НВ).
3. Полив при сработке почвенной влажности до 70 % от величины наименьшей влагоемкости (0,7НВ).

Результаты исследования и их обсуждение. Регулирование почвенных осуществлялось с помощью барабанно-шланговой дождевальной установкой Bauer Rainstar Т-61. В результате расчетов нами установлено, что водопотребление клевера лугового сорта Мерея варьирует от 378–394 мм во влажный год (90 %) до 460–481 мм в засушливый год (10 %), при этом оросительная норма, колебалась от 30–60 мм во влажном году до 150–180 мм в засушливом году.

Заключение. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур зависит от обеспеченности вегетационного периода теплом, светом, атмосферными осадками и обеспеченности почвы питательными веществами. Использование уравнения водного баланса позволит своевременно выполнить полив, что устранил дефицит почвенных влагозапасов и повысит урожайность культуры.

Список цитированных источников

1. Дрозд, Д. А. Водопотребление и режим орошения сортов клевера лугового различных групп спелости / Д. А. Дрозд, Ю. В. Алехина // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 3. – С. 201–206.

АНАЛИЗ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРИРОДООХРАННЫХ ЦЕЛЯХ

В. В. АНИСИМОВ, К. А. ГЛУШКО, К. К. ГЛУШКО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
Diki69niki@mail.ru*

Научный руководитель – К. А. Глушко, доцент, к. т. н.

Введение. Дренажная система представляет собой совокупность дрен, расположенных с расчетным расстоянием друг от друга в плане и с заданным уклоном в вертикальной плоскости. Приемниками дренажного стока являются коллектора, оборудованные в местах их выхода в водоприемники устьями. Конструктивные особенности устьев дренажных систем определяют выбор параметров водоприемников дренажного стока.

Материалы и методы. В работе использован аналитический метод, заключающийся в литературном обзоре имеющейся научной информации.

Результаты и обсуждение. Классическим вариантом проектирования дренажных систем является устройство устья коллектора в виде глухой трубы, как правило асбестоцементной, длиной не менее 3,0 м. Выходная часть устьевой трубы сопрягается с откосом водоприемника (канала) с превышением над меженным уровнем воды в нем не менее 0,1 м. и не менее 0,5 м. над дном гидравлически рассчитываемого канала.

Соблюдение этих требований приводит к увеличению глубины всех последующих каналов более высокого порядка. Для того чтобы избежать переосушения земель в период летней межени устраивают подпорные сооружения, которые поддерживают необходимый уровень до конца вегетационного периода. К началу зимнего сезона уровень понижают, что является критичным для рыб, обитающих в каналах. Обследование проводящей сети в зимней период позволило наблюдать вмерзшую в лед рыбу.

Более прогрессивным решением с точки зрения уменьшения глубины каналов и охраны природной среды является устройство дренажа с постоянно затопленным устьем конструкции П. И. Закржевского. Устьевая труба входит в дно канала и сопрягается с вертикальным с колодцем. Колодец устраивается различного диаметра – от 0,3 м до 1,0 м. Такие мелиоративные системы с постоянно затопленным устьем построены и эксплуатируются на объекте «Гоща-2» Ивацевичского района, опытном участке ПОМС Лунинецкого района. Обследование этих сооружений показало, что колодцы больших размеров используются рыбами, обитающими в каналах в качестве зимовальных ям. Колодцы в зимой не промерзают до дна, а в случае не занесения каналов снегом, вода в них не промерзает в течение всей зимы.

Заключение. При реконструкции проводящей сети с классическим устройством устьев рекомендуется на межустьевых участках канала устраивать зимовальные ямы для обитающей рыбы. Конструкция и размеры ям должны быть обоснованы.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ НАРУШЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЛИНИЙ КОММУНИКАЦИЙ В БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩЕ

К. А. БОГОВИЧ, В. М. КАПЛИНСКИЙ

*ГПУ Национальный парк «Беловежская пуща», аг. Каменюки, Беларусь,
kseniadod29@mail.ru*

Научный руководитель – В. Г. Кравчук, начальник научного отдела

Введение. Проблема антропогенного воздействия на природные комплексы Беловежской пушчи связана в том числе с изменением уровня грунтовых вод, от которого зависит существование флоры и фауны. Для роста растений необходимы оптимальные условия, включая температуру, влажность, а также способность почвы удерживать влагу. Объектом исследований является гидрологический режим участков нарушенных экосистем Беловежской пушчи. Цель работы – ликвидация подтоплений путём непосредственного вмешательства или, при невозможности оперативного решения проблемы или нецелесообразности такого мероприятия, выработка соответствующей стратегии.

Материалы и методы. Метод дистанционного зондирования.

Результаты и обсуждение. В соответствии с данными метеостанции национального парка, 2024 год был самым малообеспеченным по осадкам за последние 78 лет наблюдений – 124 мм за год. В том числе в летне-осенний сезон (например, июль-октябрь) года всего 12 мм. Было отмечено полное пересыхание практически всех исследованных каналов лесной мелиорации. Уровень воды в водохранилище Ляцкие при перекрытом шлюзе понизился на 80 см. В связи с этим в текущем году выявить новые подтопления не представлялось возможным. Поэтому были посещены четыре участка со значимыми подтоплениями, видимыми из космоса. На одном из участков было установлено отсутствие подтопления. На двух других уровень воды сохранялся некоторое время, но к концу августа они также пересохла. На последнем вода сохранялась весь год, однако площадь зеркала воды сократилась более чем вдвое.

По архивным материалам космических снимков был разработан план мониторинга участков с видимыми на снимках подтоплениями экосистем национального парка.

Заключение. Таким образом, был разработан план мониторинга и карто-схема потенциальных участков подтопления экосистем, в результате строительства линий коммуникаций. В текущем году значимых для оценки подтоплений выявлено не было.

ОРГАНИЗАЦИЯ УХОДА ЗА ОТКРЫТОЙ ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТЬЮ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Д. Г. ВАБИЩЕВИЧ, К.А.ГЛУШКО, К.К.ГЛУШКО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
Diki69niki@mail.ru*

Научный руководитель – К. А. Глушко, доцент, к. т. н.

Введение. Откосы проводящих каналов мелиоративных систем после их отрывки подлежат креплению путем посева трав. Во времени формируется травостой, который подлежит регулярному скашиванию, так как он меняет гидравлические характеристики каналов.

Материалы и методы. В работе использованы результаты натурных обследований сооружений на мелиоративной сети в зимний период.

Результаты и обсуждение. Предприятия мелиоративных систем (ПМС) в своей производственной деятельности занимаются уходом за гидротехническими сооружениями, к числу которых относится и открытая проводящая сеть. Протяженность открытой проводящей сети чрезвычайно велика. В частности, в Брестской области она равна 41,3 тыс. км. При средней ширине откосов (левого и правого 6,0 м) площадь скашивания составит 4130 га. Следует учесть, что скашивание травостоя осуществляется в летний период. Поэтому нагрузка на ПМС чрезвычайно велика и осуществить уход за каналами в полном объеме в вегетационный период не удастся. Представлено состояние канала в зимний период на мелиоративной системе в районе поймы р. Лесной. На бровках каналов и откосах наблюдается плотный травостой. Высота трав достигает 35 см. С наступлением весеннего половодья гидравлические характеристики каналов, в частности шероховатость, площадь поперечного сечения будут изменены в худшую сторону. Пропускная способность проводящей сети резко снижена, что в свою очередь приведет к подъему УГВ и формированию вымочек.

Зима 2024–2025г. Оказалась контрастной. Теплый январь сменил морозный и бесснежный февраль. В каналах сформировался крепкий ледостав, что позволяет беспрепятственно пересекать каналы рабочим и производить их скашивание. Пробные экспериментальные работы по уходу за каналами произведены авторами 20–22 февраля 2025 г. и были успешными. Мотокосом сухой травостой легко скашивается, так как плотность сухих стеблей снижена. Качество скашивания выше, чем летнее время из-за мерзлой земли, которая не снижает силу удара рабочего инструмента. Расход топлива снижается.

Заключение. Для ухода за проводящей сетью ПМС рекомендуется использовать в том числе зимний период, когда сформировался устойчивый ледостав и отсутствует снежный покров. Это обеспечивает снижение пиковой нагрузки на рабочих, обеспечивает фронт работ в межсезонье, повышает пропускную способность каналов и снижает вероятность формирования вымочек на сельскохозяйственных угодьях.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРЫХ И ДОЖДЕВЫХ ВОД В ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Е. С. ГОГИНА, И. А. ГУЛЬШИН, Е. В. СПАСИБО

НИИСФ РААСН, Москва, gogina-es@yandex.ru

Введение. В условиях современных городов инфраструктура испытывает повышенные нагрузки, связанные с дефицитом пресной воды и перегрузкой канализационных систем. Перспективным решением является повторное использование серых (стоки от ванн, душевых, раковин) и дождевых вод. Это позволяет снизить расход питьевой воды на хозяйственные нужды и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Материалы и методы. Исследования проводились на пробах сточных вод, отобранных в жилых и общественных зданиях Москвы согласно ГОСТ Р 51592-2000. Изучались серые сточные воды от раковин и ванн, конденсат кондиционеров и дождевой сток с кровель и дорог. Определялись содержание взвешенных веществ гравиметрическим методом, химическое (ХПК) и биологическое (БПК₅) потребление кислорода (ГОСТ 31859-2012), концентрации азота аммонийного, фосфатов и нефтепродуктов фотометрическим и спектрометрическим методами. Полученные данные сопоставлялись с СанПиН 2.1.3684-21 и рекомендациями EPA Guidelines for Water Reuse. Все измерения проводились в трёх повторностях с последующей статистической обработкой.

Результаты и обсуждение. Серые воды от раковин и ванн имеют умеренные показатели загрязнений: взвешенные вещества 7–75 мг/л, ХПК 165–273 мг/л. Конденсат кондиционеров отличается низкой загрязнённостью (ХПК до 179 мг/л), и его смешение с серыми водами улучшает характеристики смеси.

Дождевые воды с кровель обладают низким уровнем загрязнений (ХПК до 35 мг/л, взвешенные вещества до 55 мг/л), что делает достаточной простую механическую очистку. Дорожный сток из-за повышенного содержания нефтепродуктов (до 23 мг/л) и тяжёлых металлов непригоден к повторному использованию без значительной очистки.

Заключение. Очищенные серые и кровельные дождевые воды могут успешно использоваться для полива зелёных зон и смыва санитарных приборов в общественных и жилых зданиях. Это позволит снизить потребление питьевой воды на 30–40 % и сократить расходы на водоснабжение до 20 %. Срок окупаемости систем повторного использования составляет 3–5 лет. Дальнейшие исследования должны учитывать региональные особенности для повышения эффективности таких систем в России.

КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ В БРЕСТСКОМ РАЙОНЕ

Ю. П. ГОРОДНЮК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
juliagirodniuk99@gmail.com*

Научный руководитель – А. А. Волчек, профессор, д. г. н.

Введение. Урожайность озимых зерновых является ключевым фактором, способствующим устойчивому развитию государства, влияя на экономику, продовольственную безопасность, социальные аспекты и экологическую стабильность [1]. Информация об ожидаемых оценках урожайности озимых зерновых культур играет важную роль в принятии решений на различных уровнях: от индивидуальных фермеров до государственных структур. Так, прогнозные оценки урожайности озимых зерновых культур используются для планирования посевов, выбора сортов и оптимизации агротехнических мероприятий, разработки государственной аграрной политики, устойчивых практик ведения хозяйства.

Материалы и методы. Основу исследований составили многолетние ряды наблюдений за урожайностью озимых зерновых, температура воздуха, количество осадков по метеостанции Брест за период с 1981 по 2020 гг. В работе реализованы методы статистической обработки данных наблюдений, в частности, методы корреляционного и регрессионного анализа, аналитических расчетов, анализ временных рядов.

Результаты и обсуждение. Выполнен анализ временного ряда урожайности озимых зерновых Брестского района за период 1981–2020 гг., демонстрирующий значительные колебания данного показателя по годам. Выявлено, что наиболее точно динамику урожайности за исследуемый период описывает полином 3-й степени. Величина R^2 показывает, что вклад полиномиального тренда в общую изменчивость урожайности озимых зерновых значительный и составляет 0,76. Наличие множества факторов, влияющих на формирование озимых зерновых культур, делает необходимым отбор тех из них, влияние которых на урожайность наиболее значимо.

Заключение. Разработана двухкомпонентная модель, которая способна с высокой степенью точности предсказывать урожайность озимых зерновых в Брестском районе. Исходя из полученных данных, выявили, что средняя абсолютная ошибка составила 1,8 ц/га в абсолютных и 7,2 % в относительных показателях.

Список цитированных источников

1. Городнюк, Ю. П. Различия формирования урожайности озимых зерновых культур Брестской области / Ю. П. Городнюк // Сборник научных работ студентов Республики Беларусь «НИРС 2023» / редкол. : А. Г. Баханович (пред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2024. – С. 75.

СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ МЕДИ В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

А. А. КАЗАЧИХИНА

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск,
Беларусь, Shibekal@mail.ru*

Научный руководитель – Л. А. Шибека, доцент, к. х. н.

Введение. Снижение воздействия на окружающую среду мест размещения отходов производства и потребления является одной из приоритетных задач, стоящих перед обществом в экологической сфере. Одним из направлений решения указанной проблемы является уменьшение количества отходов, подлежащих хранению или захоронению. Для этого необходимо предусмотреть возможность использовать отходы в качестве сырьевых ресурсов для получения продукции. Одним из возможных вариантов использования отходов, образующихся при сжигании твердого топлива (торфа, древесных материалов и др.), является применение их в процессах очистки сточных вод в качестве сорбентов.

В работе в качестве объекта исследований использовали золу, уловленную при очистке выбросов от теплоэнергетической установки, где в качестве топлива использовалась древесина. Согласно ОКРБ 021-2019 «Классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь» используемый в работе отход имеет код 3130100 («зола и пыль (летучие) топочных установок») и имеет 3 класс опасности.

Цель работы – оценка возможности применения древесной золы в качестве сорбционного материала для извлечения ионов меди из сточных вод.

Материалы и методы. Для оценки адсорбционной способности древесной золы по отношению к катионам меди проведены исследования на модельных сточных водах с концентрацией 200 мг/дм^3 . Исследования процесса адсорбции ионов металла велись в динамическом режиме, для чего навеску золы помещали в стеклянную колонку. Через смоченный дистиллированной водой слой сорбента пропускали сточные воды. В фильтрате определяли содержание ионов меди и производили расчет сорбционной емкости отхода.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований свидетельствуют о том, что ионы металла фиксируются в девятой порции фильтрата. Из чего следует, что ионы меди прошли через слой сорбента и полностью не были извлечены из сточных вод. При дальнейшем пропускании стоков через колонку в каждой последующей порции фильтрата наблюдается повышение концентрации ионов металла в фильтрате до тех пор, пока концентрация ионов меди в фильтрате не сравняется с содержанием металла в сточных водах, подаваемых на очистку. Расчеты показали, что величина динамической емкости древесной золы по ионам меди составляет $0,4 \text{ мг/г}$.

Заключение. Установлено, что использование процесса адсорбции, основанной на применении древесной золы в качестве сорбента, является перспективным направлением очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЭРОБНОЙ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ИММОБИЛИЗОВАННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Р. С. КРЫМОВ, Е. В. СОЛОШЕНКО

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия, e-mail:kelt_roman@mail.ru*

Научный руководитель – Ю. И. Штонда, доцент кафедры химических технологий и водопользования Института биохимических технологий, экологии и фармации, к. т. н.

Введение. С ростом промышленного производства и усилением процессов урбанизации существенно возрастает объем бытовых и производственных стоков, что создает дополнительную нагрузку на городские системы водоочистки. Существующие очистные сооружения, как правило, оснащены устаревшим оборудованием и работают по технологиям, не отвечающим современным требованиям. В связи с этим возникает острая необходимость модернизации очистных сооружений и внедрения инновационных технологий очистки стоков.

Материалы и методы. Исследована эффективность очистки городских сточных вод с. Малый Маяк г. Алушта биологическим аэробным методом с использованием иммобилизованных на волокнистом носителе микроорганизмов. В работе рассчитаны и выбраны рациональные технологические параметры процесса очистки городских сточных вод.

Результаты и обсуждение. В целях повышения эффективности биологической очистки сточных вод в сельской местности были проведены научные исследования, в ходе которых изучались аэробные методы очистки. Для экспериментов использовался специализированный лабораторный реактор PDAC. В процессе исследования осуществлялась иммобилизация (фиксация) полезных микроорганизмов следующим способом: каркас с носителем помещался в сточную воду и выдерживался там в течение суток в условиях постоянного доступа кислорода. Данный метод позволил изучить возможности закрепления микроорганизмов на носителе и их последующую активность в процессе очистки сточных вод. Аэрацию осуществляли с помощью компрессора, встроенного в лабораторную установку, и двух аэраторов, один из которых располагали внутри каркаса с намотанным на его поверхности капроновым нитчатым носителем, а другой извне. Сбор данных, а также управление процессом, осуществлялось с помощью программного обеспечения EDIBON SCADA. В реальном времени велось измерение величин температуры и растворенного кислорода.

Заключение. Проведенные исследования и анализ полученных данных демонстрируют, что для очистных сооружений с. Малый Маяк г. Алушта оптимальным решением является внедрение метода аэробной биологической очистки с применением иммобилизованных микроорганизмов. Данный подход рекомендовал себя как наиболее результативный с точки зрения технической реализации и экономической целесообразности.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Р. С. КРЫМОВ, Э. С. ОВСЯННИКОВ

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия, e-mail:kelt_roman@mail.ru*

Научный руководитель – Ю. И. Штонда, доцент кафедры химических технологий и водопользования Института биохимических технологий, экологии и фармации, к. т. н.

Введение. В настоящее время значительная доля населения получает водоснабжение из поверхностных источников, что требует особого внимания к качеству очистки воды. Фильтрация является ключевым этапом водоподготовки, обеспечивающим достижение питьевого качества воды. Среди современных методов фильтрации особое место занимает технология с использованием плавающей пенополистирольной загрузки, обладающая рядом существенных преимуществ.

Материалы и методы. Рассмотрены проблема применения восходящего фильтрации воды на многослойных плавающих зернистых фильтрах водоочистных сооружений и приведены решения этой проблемы. Обоснованы критерии самопроизвольного образования под действием гравитационных и гидравлических сил многослойной плавающей зернистой загрузки фильтровальных камер водоочистных сооружений.

Результаты и обсуждение. Эффективность процесса фильтрации воды, кроме степени ее очистки, оценивается еще и удельной грязеемкостью фильтра. Известно, что монофракционные зернистые фильтры имеют малую удельную грязеемкость и небольшую продолжительность фильтроцикла. Необходимость выполнения большого количества обратных промывок монофракционных зернистых фильтров приводит к увеличению эксплуатационных расходов процесса очистки воды. Сочетание эффекта повышения качества очистки исходной воды путем применения восходящего фильтрации, с эффектом увеличения удельной грязеемкости фильтра, путем применения многих слоев зернистых фильтров различных фракций, приобрело практическое использование только в очистных сооружениях с тяжелой зернистой загрузкой. В очистных сооружениях с плавающей фильтровальной загрузкой сочетание этих двух эффектов на практике не была достигнута. Сейчас применяется или восходящее фильтрование на плавающих зернах монофракционного состава, или нисходящее фильтрование через многослойную фильтрующую загрузку из плавающих зерен полифракционного состава. Это объясняется технологическими особенностями изготовления зерен пенополистирола, который сейчас является основным материалом плавающей фильтрующей загрузки очистных сооружений.

Заключение. На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований разработан ряд конструктивных и технологических усовершенствований, направленных на повышение эффективности работы фильтровальных сооружений.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ МАЛЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ «АЛЫЕ ПАРУСА» Г. АЛУШТА, РЕСПУБЛИКА КРЫМ

Н. С. МЕЛЬНИКОВА, Я. И. ПАНКОВ

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия, e-mail: energia-09@mail.ru*

*Научный руководитель – Ю. И. Штонда, доцент кафедры химической
технологии и водопользования Института биохимических технологий, экологии
и фармации, к. т. н.*

Введение. Одной из наиболее значимых экологических проблем современности является охрана природных источников водоснабжения. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты приводит к их деградации. Это негативно влияет на экологическое состояние водоемов, нарушая баланс водных экосистем и снижая качество воды. В долгосрочной перспективе такие процессы могут привести к полной утрате этих источников водоснабжения.

Материалы и методы. В работе исследовалась биологическая очистка сточных вод с применением системы пневматической аэрации, доочистки и обеззараживания сточных вод на малых КОС ООО «Грин рей» с помощью современной программы GPS-X. Модель переноса кислорода основана на теории по проектированию систем мелкопористой аэрации. Полученные результаты могут быть применимы в процессе принятия решений руководителями строительных предприятий.

Результаты и обсуждение. На основе литературного обзора в работе определены условия формирования сточных вод, поступающих на КОС ООО «Грин рей», их характеристика, установлены основные значения загрязняющих веществ сточных вод, проанализирована целесообразность применения аэробных методов биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. В работе наблюдали, как объект ведет себя в различных режимах эксплуатации. В исследовании рассматривали аноксидную зону в биореакторах 1 и 2 ступени, без участия компрессорных установок по аналогу существующей технологии. Также проверяли работу КОС при различных температурных режимах, создали оптимальные условия для формирования пространственной суспензии из микроорганизмов, благодаря чему достигли высокий эффект очистки сточных вод. При активном перемешивании и насыщении мы добились необходимых результатов. С помощью программы GPS-X наблюдали за работой КОС в динамических условиях при различных сценариях работы.

Заключение. Результаты исследований показали высокую эффективность разработанной технологической схемы биологической очистки КОС ООО «Грин рей». Предложенные схемы моделирования позволяют выстраивать технологические цепочки, которые соответствуют нормам при эксплуатации существующих систем.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ С УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА БРЕСТА

А. Д. МУШИНСКАЯ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. А. Волчек, профессор, д. г. н.

Введение. Для создания высокоэффективной системы отвода и очистки ливневых вод необходимо тщательно изучить мировой опыт и передовые технологии в этой области. Особенно важным является изучение отечественных и зарубежных практик применения технологий очистки поверхностных стоков с дорог и улиц городов.

Материалы и методы. Статьи, научная литература. Аналитический метод.

Результаты и обсуждение. В Центральной и Восточной Европе для очистки ливневых стоков применяют эффективные и экологичные биологические методы. Во всем мире "зеленая инфраструктура", использующая растительность для управления стоками, становится частью городского развития. В Великобритании, США и Австралии существуют государственные программы, где эти технологии играют ключевую роль.

Наиболее подходящими для очистки стоков с улично-дорожной сети являются локальные очистные сооружения с биоремедиацией, имитирующие природное самоочищение, но с большей интенсивностью. В биоремедиации используются растения, грибы, водоросли и микроорганизмы. Поверхностные стоки содержат широкий спектр загрязнителей, что делает их подходящими для биоремедиационных технологий. Часто используются высшие водные растения, такие как камыш, тростник, рогоз, рдест, элодея и эйхорния.

В Беларуси методы сбора, транспортировки, очистки и использования поверхностных стоков регулируются законодательством. В качестве наземных систем дождевой канализации используются бассейны удержания, фильтрующие полосы, растительные каналы, "зеленые крыши", придорожные каналы и водопроницаемые покрытия.

Существуют также комбинированные системы: фильтрующие траншеи, дождевые сады, плантаторы и коробчатые фильтры. Отдельно выделяют биофильтрационные склоны и биодренажные каналы. Биофильтрационный склон – это засаженная площадка с уклоном для фильтрации стока, а биодренажный канал – открытый канал с растительностью для транспортировки и фильтрации. Дождевые сады представляют собой понижение в рельефе на хорошо фильтруемых почвах или с устройством дренажа. Эффективным методом также является почвенная фильтрация.

Заключение. Для населенных пунктов Брестской области могут быть рекомендованы три основных типа сооружений: биодренажная канава, биофильтрационный склон, дождевой сад, используемые для водоотвода и очистки поверхностного стока с УДС.

ПРИМЕНЕНИЕ КОАГУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. М. ПЕТУХ

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск,
Беларусь, Shibekal@mail.ru*

Научный руководитель – Л. А. Шибека, доцент, к. х. н.

Введение. Рост производства молочной продукции в стране приводит к увеличению объемов сточных вод, образующихся на предприятиях молочной промышленности и подлежащих последующей очистке. Известно, что сточные воды молочных заводов содержат различные загрязняющие вещества: жиры, белки, другие органические примеси, минеральные вещества, микроорганизмы. Учитывая многокомпонентный состав стоков, эффективная очистка указанных сточных вод является сложной задачей.

В работе проведены исследования по оценке эффективности коагуляции для очистки сточных вод молочных заводов.

Объектом исследований в работе служили модельные сточные воды – аналог стоков, образующихся на предприятиях молочной промышленности. Модельные сточные воды готовились с использованием молока детского жирностью 3,2 %.

Целью работы являлось оценка применения коагуляции для очистки сточных вод молочных предприятий.

Материалы и методы. В качестве коагулянтов использовались часто применяемые на практике соли железа и алюминия – FeCl_3 и $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$. Для проведения исследований в цилиндры вносили сточные воды и добавляли различные дозы коагулянтов. Исследование проводили при pH сточных вод 7,5. По изменению оптической плотности сточных и очищенных вод судили об эффективности процесса очистки стоков.

Результаты и обсуждение. Показано, что исследуемая сточная вода представляет собой сложную неустойчивую систему. Процесс укрупнения частиц дисперсной фазы происходит только в случае добавления определенной дозы коагулянта, о чем свидетельствует отсутствие взвесей в отдельных пробах.

Оценка результатов применения указанных коагулянтов свидетельствует о невысокой их эффективности в отношении рассматриваемых сточных вод. Результаты исследований показали, что максимальная степень очистки стоков при использовании коагулянтов не превышает 25 %. Для повышения степени очистки сточных вод в работе проведены исследования по применению двухступенчатой очистки: на первой ступени осуществляли обработку воды коагулянтами, на второй ступени – проводили фильтрование обработанных коагулянтами стоков через фильтр.

Заключение. Установлено, что применение двухступенчатой очистки сточных вод с использованием коагуляции и последующим фильтрованием воды может обеспечить эффективность очистки стоков молочных предприятий, составляющую не менее 99,5 %.

ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ИРРИГАЦИИ КАШГАРИИ

В. С. ПРОХОРОВА

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

geoprohorovVS@gmail.com

Научный руководитель – А. Н. Полюхович, преподаватель

Введение. Объектом исследования в данном случае являются водные ресурсы и системы ирригации Кашгарии, включая их текущее состояние, проблемы использования и влияния на экологические, социальные и экономические аспекты региона. Цель работы – определить суть проблемы водопользования и ирригации в Кашгарии.

Материалы и методы. Статьи, научная литература. Аналитический метод, картографический метод, метод описания.

Результаты и обсуждение. *Дефицит водных ресурсов.* Основной объём воды поступает от таяния ледников ближайших горных систем. Однако изменение климата сокращает площадь ледников, снижая сток рек Кашгар и Яркенд. Среднегодовых осадков выпадает менее 100 мм, при испарении свыше 2000 мм, что усиливает засушливость региона.

Неэффективное сельскохозяйственное водопользование. До 50 % воды теряется из-за устаревших систем орошения. Эффективность использования воды в Кашгарии намного уступает средним значениям региона. Около 59 % пахотных земель деградированы из-за избыточного полива без дренажа. Это снижает урожайность и превращает земли в непригодные.

Экологические последствия. Интенсивный забор воды для орошения приводит к падению уровня грунтовых вод, особенно в среднем и нижнем течении рек. Пересыхание водоёмов и рек ускоряет опустынивание данной области. Песчаные бури охватывают до 80 % массивов, двигаясь к оазисам со скоростью 5–10 м/год.

Социально-экономические последствия. Дефицит воды снижает урожайность, усугубляя бедность в сельских районах. Рост населения и урбанизация обостряют конкуренцию за доступ к воде.

Влияние изменения климата. Повышение температуры усиливает весенний паводок, но сокращает общий объём воды из-за уменьшения снежного покрова. Долгосрочное таяние ледников ставит под вопрос устойчивость оазисных систем региона.

Заключение. Кашгария страдает от дефицита воды и неэффективного водопользования, усугубляемых изменением климата. Проблемы включают засоление почв, деградацию экосистем и социально-экономические трудности. Для устойчивого развития необходимы современные технологии, международное сотрудничество и повышение осведомлённости населения.

ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА И ХРАНЕНИЯ ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ С ЦЕЛЬЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ВОДОДЕФИЦИТНЫХ РЕГИОНОВ

А. А. РОСЛЯКОВА, Д. Н. ГУДИМ

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия, e-mail: energia-09@mail.ru*

*Научный руководитель – И.В. Николенко, зав. кафедры химических технологий
и водопользования Института биохимических технологий, экологии и фармации,
д. т. н., профессор., советник РААСН*

Введение. Дефицит водных ресурсов является глобальной мировой проблемой. Возможности потребления человечеством запасов пресной воды ограничиваются многими факторами, что побудило разрабатывать инновационные системы (ИС) по использованию дождевой воды. В некоторых регионах России в маловодные периоды возникает дефицит водных ресурсов, который оказывает существенное влияние на режимы водопользования, а также обуславливает необходимость поиска современных методов его преодоления.

Материалы и методы. Выполнен обзор и систематизация мировых аналогов, сравнительный анализ практического отечественного и зарубежного опыта по ИС для сбора, хранения и распределения дождевой воды. В работе проанализированы теоретические и практические материалы, касающиеся таких ИС, а также предложены варианты таких систем для Крыма.

Результаты и обсуждение. Важным резервом водных ресурсов для обеспечения целей устойчивого развития водоедефицитных регионов являются ИС сбора, хранения и распределения дождевой воды, которые в последнее время приобретают решающее значение и могут превзойти традиционные методы. Концепция ИС представляет собой передовые либо модифицированные технологические решения, предназначенные для эффективного сбора, хранения, обработки и распределения дождевой воды для различных целей, включая внедрение интеллектуальных функций и принципов устойчивого дизайна. ИС варьируются от недорогих, доступных на местном уровне технологий, таких как проницаемые тротуары, до современных технологий, таких как варианты конструкций зеленых крыш, концепции "умного города" адаптивного к климату, для применения которых требуется многокритериальный анализ решений на основе геоинформационных интеллектуальных системы с датчиками для оптимизированного управления. Преимущества ИС, по сравнению с традиционными системами сбора дождевой воды, заключаются в обеспечении устойчивости, водосбережения, качества и количества воды, энергоэффективности, а также минимизации воздействия на окружающую среду.

Заключение. Выполненный обзор представляет большой потенциал внедрения ИС сбора, хранения и распределения дождевой воды, в связи с их влиянием на устойчивость в аспектах социального, экономического и экологического вклада для обеспечения устойчивого развития водоедефицитных регионов.

ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЛАНДШАФТОВ БЕЛАРУСИ

А. А. САЗОНОВ

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, alex-
ey.szonov@gmail.com*

Научный руководитель – Н. В. Клебанович, профессор, д. с.-х. н.

Введение. Важным аспектом Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года является адаптация землепользований к изменению климата, совершенствование территориальной организации агроландшафтов, системы оценки земель. Целью работы является агроэкологическая оценка агроландшафтов для возделывания зерновых и зернобобовых культур. Объект исследования – сельскохозяйственные земли в границах сельхозпредприятий страны.

Материалы и методы. Для оценки агроэкологического потенциала агроландшафтов нами применялся метод множественной линейной регрессии, реализованный в программном пакете обработки статистических данных SPSS. Исследование включает анализ агроклиматических, почвенно-эрозионных и почвенно-экологических факторов, влияющих на урожайность зерновых и зернобобовых культур. В качестве зависимой переменной нами выбрана среднеемноголетняя урожайность зерновых и зернобобовых культур за период 2010–2020 г. в разрезе административных районов страны. Для определения факторов, влияющих на продуктивность агроландшафтов, нами разработана база данных, которая на уровне отдельных 1316 сельскохозяйственных предприятий включает 17 агроклиматических, 14 геоморфологических, 79 почвенных и 18 агрохозяйственных признаков.

Результаты и обсуждение. Нами рассчитан балл агроэкологического потенциала агроландшафтов для зерновых и зернобобовых культур. Установлено, что в среднем худшими условиями для возделывания указанных культур характеризуются Городокский (балл 89,9), Шумилинский (90,7) и Витебский районы (90,9), лучшими – Каменецкий (102,7), Брестский (102,3) и Берестовицкий (102,1).

Заключение. Для каждого из 1316 сельскохозяйственных предприятий рассчитан потенциал возделывания зерновых и зернобобовых культур. Предложена формула расчёта агроэкологического потенциала агроландшафтов, которая включает 12 переменных.

Список цитированных источников

1. Географические подходы к природно-сельскохозяйственному районированию территории Беларуси / Ю. П. Качков, В. Н. Киселев, О. Ф. Башкинцева, В. М. Яцухно // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2001. – № 3. – С. 85–90.
2. Пространственная неоднородность почвенного покрова и агрохимических показателей почв Солигорского района / Н. В. Клебанович, А. Л. Киндеев, А. А. Сазонов [и др.] // Земля Беларуси. – 2019, № 1. – С. 39–48.

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В СИСТЕМАХ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

И. Ю. СОКОЛОВ

ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», Россия, volgau@volgau.com

Научный руководитель – А. П. Дарманиян, профессор, д. т. н.

Введение. В промышленных системах подготовки воды, в системах горячего водоснабжения часто используют природную воду различного происхождения (артезианская, водопроводная, из открытых источников и другая). Это неизбежно приводит к большим негативным последствиям из-за образования на стенках оборудования накипи в виде растворенных в воде минералов в виде кальцита. Отложение накипи в теплообменной аппаратуре (накипеобразование) представляет большую техническую, экономическую и экологическую проблему из-за значительного снижения эффективности работы оборудования, увеличения стоимости эксплуатации оборудования и появления дополнительных затрат на экологические мероприятия по восстановлению работоспособности оборудования.

Материалы и методы. Для проведения научных исследований по воздействию ЭМП на воду была создана экспериментальная установка, на которой были проведено экспериментальное исследование противонакипного эффекта с использованием проточной артезианской воды. Противонакипной эффект зависит от многочисленных факторов таких, как происхождение и ионный состав воды, pH воды, конфигурация ЭМП (амплитуда, форма, частота, напряженность магнитного поля), время воздействия, скорость воды, температура воды, материал поверхности оборудования, место установки устройства ЭМП, масштабы оборудования и т. д.

Результаты и обсуждения. Основным результатом исследований – это подтверждение снижения на 26 % количества накипи, что согласуется с результатами отечественных и зарубежных исследований. Кроме того, с помощью исследований микроскопии структуры осадка было показано, что форма кристаллов под воздействием ЭМП существенно отличается от формы нерастворимого в воде кальцита, который в основном и образует накипь. Проведенное экспериментальное исследование подтвердило эффективность ЭМП как противонакипного метода для защиты теплообменного оборудования.

Заключение. Для широкого внедрения метода ЭМП в промышленное производство необходимы дальнейшие научные исследования в этом направлении с варьированием технологических условий и применением различного оборудования. Необходима разработка новых более эффективных устройств для создания ЭМП и проведение на них испытаний, например, с использованием соленоидов (по примеру выпускаемых за рубежом устройств ЭМП), а также с такими генераторами ЭМП, которые обеспечивают большую выходную мощность сигнала и оптимальную для конкретных технологических условий форму сигнала ЭМП.

АНАЛИЗ ВЫБОРОК ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ БАСЕЙНА Р. БОБРИК

В. В. САТУТА

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
Diki69niki@mail.ru*

Научный руководитель – К. А. Глушко, доцент, к. т. н.,

К. К. Глушко, доцент к. т. н.

Введение. Проведение исследований теплофизических характеристик торфяных почв предполагает установление тождественности и различия сравниваемых генеральных выборок изучаемых объектов.

Материалы и методы. В работе использованы результаты статистической обработки материалов полевых исследований бассейна р. Бобрик.

Результаты и обсуждение. Объектом исследований явился участок водосбора р. Борик площадью 100 га в пределах мелиоративной системы на Полесской опытно-мелиоративной станции. Он имеет форму прямоугольника, характеризуется выровненной поверхностью и представлен осоко-тростниковыми торфами со степенью разложения $R = 40 - 50\%$. Непосредственно подстилающими породами являются пески аллювиальных отложений.

Для характеристики однородности физических свойств торфяной почвы были сформированы девять створов с девятью точками отбора образцов почвы в каждом из них. Горизонты отбора образцов 0–10, 10–20, 20–30 и 30–40 см. Допускаем, что однородность торфяной почвы может представлять один из слоев почвы, например верхний. Было сформировано две генеральные независимые статистические совокупности с одинаковым объемом выборок $N_1 = N_2 = 108$. Достоверность сходства выборок проверяли по значениям средних и разнице между ними с использованием критерия Стьюдента и по дисперсиям с использованием критерия Фишера.

Результаты статистической обработки показали, что расчетное значение критерия Стьюдента равно $t_{\phi} = 0,005921$, а теоретические при $P = 0,95$ и $0,99$ равны соответственно 1,995 и 2,65. Аналогичный результат был получен и по критерию Фишера. Расчетное значение числа Фишера – 1,1456, меньше теоретических для $P = 0,95$ и $P = 0,99$ 1,65 и 2,05. Это значит, что рассматриваемые участки можно объединить в один район, так как разность между ними несущественна.

При оценке достоверности различия (тождества) между глубинами промерзания на загоне и борозде были сформированы сопряженные (парные) генеральные совокупности, которые насчитывали 100 пар. Для их оценки был использован метод наименьшей существенной разности (НСР). Результаты статистической обработки показали, разность между сравниваемыми средними (2,62) при $P = 0,95$ превышает значение НСР = 2,23, т. е. средние сравниваемые показатели отличаются существенно друг от друга и объединять их нельзя.

Заключение. Использование методов установления различий между выборками обеспечивает объективность проводимых научных исследований и достоверность результатов.

СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Г. Ю. УГЛЯНИЦА

УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
egoruglanica6@gmail.com

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н

Введение. Водные объекты Республики Беларусь, включая реки, озера и водохранилища, являются важнейшими природными ресурсами, обеспечивающими экосистемные услуги, питьевое водоснабжение, ирригацию и рекреацию. Актуальность исследования состояния водоемов обусловлена растущими угрозами, связанными с антропогенным воздействием, изменением климата и ухудшением качества воды. Цель данной работы — оценить текущее состояние водных объектов, выявить основные проблемы и предложить меры по их улучшению. Задачи включают анализ качества воды, определение источников загрязнения и оценку влияния на биологическое разнообразие.

Материалы и методы. Для исследования использовались данные мониторинга качества воды, собранные Государственным комитетом экологического контроля и научными учреждениями. Методы включали лабораторные анализы проб воды на наличие химических загрязнителей (нитраты, фосфаты, тяжелые металлы), а также биологические исследования для оценки состояния флоры и фауны водоемов. Кроме того, проводился анализ антропогенной нагрузки на экосистемы через изучение сельскохозяйственных практик и промышленных выбросов.

Результаты и обсуждение. Результаты мониторинга показывают, что более 30 % рек и озер в Беларуси не соответствуют установленным стандартам качества воды. Основные источники загрязнения включают сельскохозяйственные стоки, промышленные выбросы и бытовые отходы. Наблюдается снижение численности некоторых видов рыб и беспозвоночных, что указывает на ухудшение экологической ситуации. Однако программы по восстановлению экосистем, такие как очистка водоемов и создание охраняемых территорий, показывают положительные результаты. Для улучшения состояния водных объектов необходимо внедрение комплексного управления водными ресурсами. Это включает развитие систем очистки сточных вод, контроль за использованием химических удобрений в сельском хозяйстве и повышение экологической грамотности среди населения. Важно также активное сотрудничество между государственными органами, научными учреждениями и местными сообществами для достижения устойчивого управления водными ресурсами.

Заключение. Состояние водных объектов Республики Беларусь требует незамедлительных действий для предотвращения дальнейшего ухудшения экосистем. Совместные усилия государства и общества необходимы для сохранения водных ресурсов и обеспечения их устойчивого использования в будущем.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

М. Я. ХВЕЩУК, А. В. ШПИГУН

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
Mari.xveshhuk@bk.ru*

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
shpigunalesya@mail.ru*

Научный руководитель – Н. В. Левчук, заведующий кафедрой ИЭиХ, доцент, к. т. н.

Введение. Высокий уровень жизни в сельских населенных пунктах, таких как агрогородки, деревни и поселки, может быть достигнут за счет качественного коммунального благоустройства и инженерно-технического оснащения. Система водоснабжения в этих местах существенно отличается от централизованной сети, используемой в городах, поскольку основным источником воды являются артезианские скважины. Однако использование подземных вод для централизованного водоснабжения сталкивается с проблемами недостаточного обеспечения качественной питьевой водой, соответствующей нормативным требованиям.

Материалы и методы. Для анализа системы водоснабжения в малых населенных пунктах использовались данные о существующих методах очистки подземных вод, которые включают в себя: окисление железа с использованием химических реагентов, мембранные технологии очистки, применяющие фильтры с малыми размерами ячеек, колонные фильтры с катализаторами окисления для удаления железа, механические фильтры для предварительной очистки воды от механических загрязнений и ионообменные фильтры для умягчения воды, обоснованные технико-экономическими расчетами.

Результаты и обсуждение. Проектирование систем водоподготовки должно учитывать степень загрязненности исходной воды и специфику местных условий. Основными задачами являются не только очистка воды, но и предотвращение аварийных ситуаций, что требует точного расчета производительности системы. Важно также учитывать возможность установки пожарных гидрантов и другие требования нормативной документации. Выбор оборудования зависит от специфики загрязняющих веществ, что делает необходимым применение комплексного подхода к проектированию систем водоснабжения.

Заключение. Для достижения высокого уровня жизни в сельских населенных пунктах необходимо внедрение эффективных систем водоснабжения, основанных на современных методах очистки подземных вод. Комплексный подход к проектированию и выбору оборудования позволит не только обеспечить качественную питьевую воду, но и улучшить условия проживания населения. Важно продолжать исследования и разработки в области водоподготовки для повышения устойчивости систем водоснабжения в условиях сельской местности.

ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

А. Р. ХЛЫВНЮК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
e-mail: alexandrakhlyvnyuk@gmail.com*

*Научный руководитель – О. П. Мешик декан факультета инженерных систем
и экологии, доцент, к. т. н.*

Введение. Картографирование природных ресурсов занимает важное место в формировании природно-ресурсного информационного пространства, поскольку обеспечивает информационную основу и методическую базу для решения задач в сфере природопользования методами пространственно-временного анализа и визуализации его результатов.

Материалы и методы. В качестве материалов используются данные мониторинга окружающей среды и реестр земельных ресурсов Республики Беларусь. Основным методом исследования является картографирование.

Результаты и обсуждения. Составление карт заключается в заполнении картографической сетки элементами содержания карты, которые принимаются по данным мониторинга окружающей среды. Для природных ресурсов наиболее приемлемыми являются следующие способы картографического отображения: значков, линейных знаков, изолиний, картограмм, точечный способ.

Способ значков может применяться, чтобы отразить уровни загрязнения воздуха. Он используется для визуального представления разнообразных географических и статистических данных на картах с помощью символов, иконок и других графических элементов.

Способ линейных знаков наиболее подходит для создания карт с выделением государственных границ, бассейнов рек и других линейных объектов. Этот способ помогает визуализировать территории, дороги, реки, границы и другие линейные данные.

Способ изолиний преимущественно используется для построения карт климатических ресурсов. Картографирование с помощью изолиний позволяет визуализировать сложные пространственные данные, облегчая их анализ.

Способ картограмм оптимален для визуализации состояния земельных ресурсов. Он позволяет отобразить количественные и качественные показатели, размещая диаграммы непосредственно на картах и привязывая данные к конкретным географическим точкам.

Точный способ картографирования возможно использовать для отображения пространственного распределения опасных метеорологических явлений. Это позволяет визуализировать расположение объектов или явлений, а также их интенсивность в определенных географических районах.

Заключение. В ходе научной работы были построены карты природных ресурсов Республики Беларусь различными способами картографического отображения.

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ЦУР 6: ЧИСТАЯ ВОДА И САНИТАРИЯ

А. В. ШПИГУН

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
shpiguнаlesya@mail.ru*

Научный руководитель – Е. В. Куцобина, доцент, к. ф. н.

Введение. Цель устойчивого развития 6 (ЦУР 6) направлена на обеспечение доступности и устойчивого управления водными ресурсами и санитарией для всех. Республика Беларусь обладает значительными запасами пресной воды, что создает благоприятные условия для реализации данной цели. Однако, несмотря на высокие показатели обеспеченности водными ресурсами, страна сталкивается с рядом экологических и инфраструктурных проблем, требующих внимания.

Материалы и методы. В материалах нашего исследования для анализа текущего состояния водных ресурсов в Беларуси использовались данные статистики по обеспеченности водой, уровню загрязнения водоемов и состоянию инфраструктуры водоснабжения. Также были рассмотрены международные проекты и инициативы, направленные на охрану водных ресурсов, а также программы, реализуемые на уровне государства и местных органов власти.

Результаты и обсуждения. Беларусь имеет высокий уровень обеспеченности водными ресурсами — в среднем 6,1 тыс. м³ воды на человека в год, что превышает среднеевропейский уровень. Интенсивность использования запасов пресной воды составляет всего 2,29 %, что указывает на отсутствие серьезного водного стресса. За последние два десятилетия наблюдаются положительные изменения в водопользовании, включая снижение объемов добычи и сброса сточных вод. Тем не менее, республика сталкивается с проблемами загрязнения рек и водоемов, вызванными сельскохозяйственной деятельностью и промышленными выбросами. Модернизация инфраструктуры водоснабжения и очистки сточных вод является необходимой для повышения их эффективности.

В Брестской области реализуются проекты по реконструкции водопроводных сетей, что способствует улучшению качества питьевой воды и доступности ее для населения.

Заключение. Реализация ЦУР 6 в рамках НСУР в Беларуси требует комплексного подхода, включающего модернизацию инфраструктуры, защиту экосистем и активное участие населения в охране водных ресурсов. Успехи в этой области способствуют улучшению качества жизни граждан и обеспечивают устойчивое развитие региона. Необходимы дальнейшие усилия для решения существующих проблем и достижения поставленных целей в области управления водными ресурсами и санитарии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЗЕРНИСТОМ ФИЛЬТРЕ

А. В. ЯКУБЮК

*УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск,
Беларусь, Shibekal@mail.ru*

Научный руководитель – Л. А. Шибека, доцент, к. х. н.

Введение. Одними из эффективных аппаратов очистки сточных вод от взвешенных веществ являются зернистые фильтры. В качестве фильтрующей загрузки в зернистых фильтрах часто используют легкодоступные природные материалы: дробленый базальт, горелые породы, кварцевый песок и др. Выбор фильтрующей загрузки определяется конструктивными особенностями очистного оборудования, составом сточных вод, подлежащих очистке, и другими факторами.

Объектом исследований в работе выступали различные виды природных материалов (кварцевый песок и гравий), которые применялись в качестве фильтрующей загрузки при создании зернистого фильтра.

Цель работы – установление влияния высоты отдельных слоев фильтрующей загрузки, содержащей частицы различного размера, на эффективность процесса очистки сточных вод от взвешенных веществ.

Материалы и методы. Для определения эффективности работы фильтров, содержащих различные виды фильтрующих загрузок, готовили модельные сточные воды, содержащие глинистые вещества в концентрации $0,8 \text{ г/дм}^3$ и 1 г/дм^3 . Исследование проводили на модельной установке, представляющей стеклянную колонну диаметром 28 мм, заполненную послойно частицами природных материалов с размером частиц от 1 до 10 мм. Общая высота фильтрующего слоя варьировалась в диапазоне от 30 до 60 мм. Эффективность очистки сточных вод определяли по изменению оптической плотности водного раствора до и после прохождения через фильтрующую загрузку.

Результаты и обсуждение. Установлено, что на эффективность очистки сточных вод от взвешенных частиц с использованием зернистых фильтров оказывают влияние следующие факторы: размер частиц фильтрующей загрузки; высота зернистого слоя в многослойной фильтрующей перегородке; порядок расположения слоев загрузки, содержащей частицы разного размера, по ходу движения сточных вод. Максимальная эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ наблюдается при использовании фильтра, состоящего из следующих фильтрующих слоев природных материалов: нижний слой – кварцевый песок с размером частиц 1–2 мм, средний слой – гравий с размером частиц 2,5–7 мм, верхний слой – гравий с размером частиц 7–10 мм. Высота каждого слоя загрузки составляла 20 мм. Эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ на указанном фильтре составляла не более 60 %.

Закключение. Показано, что для создания высокоэффективного зернистого фильтра необходимо учитывать размер частиц загрузки, высоту каждого слоя фильтрующей перегородки и расположение слоев в многослойном фильтре.

СЕКЦИЯ 3
ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА ИЗ РАЗНОСПЕЛЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

А. С. АЗАРЕНКО, К. Д. ВЕРХОВОДКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Беларусь, drozd-dmitrii@mail.ru

Научный руководитель – Д. А. Дрозд, зав. кафедрой, доцент, к. с.-х. н.

Введение. Одной из задач Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. является обеспечения КРС качественным и высокопитательным кормом. Решить поставленную задачу можно за счет организации сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового. Однако данная культура остро реагирует на дефицит почвенных влагозапасов, устранить который можно за счет орошения. В ходе анализа литературы установлено, что ранее никто не занимался оценкой энергетической эффективности возделывания клевера лугового в условиях орошения, что указывает на актуальность проводимых исследований.

Материалы и методы. Исследования проводились на дернового-подзолистых легкосуглинистых почвах УОП БГСХА «Тушково-1». Объектом исследований служил сырьевой конвейер, состоящий из сортов клевера лугового «Янтарный», «Витебчанин» и «Мерея». Норма высева семян принята равной 8 кг/га, при 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Минеральные удобрения вносились перед посевом и в начале весеннего отрастания в дозе $P_{60}K_{90}$.

Закладка полевых опытов выполнялась по следующей схеме:

1. Без орошения (контроль).
2. Орошение при снижении предполивной влажности до уровня 70 % от величины наименьшей влагоемкости (0,7НВ).
3. Орошение при снижении предполивной влажности до уровня 80 % от величины наименьшей влагоемкости (0,8НВ).

Результаты и обсуждение. В результате расчетов нами установлено, что орошение разноспелых сортов клевера лугового приводит к возрастанию затрат энергии с 8,42 ГДж/га, отмеченных в варианте без орошения, до 13,86 ГДж/га в варианте 0,7НВ. При этом максимальный агроэнергетический коэффициент наблюдался в контрольном варианте опыта ($AK = 15,55$), что указывает на низкую энергетическую эффективность орошения разноспелых сортов клевера лугового.

Заключение. Нами установлено, что независимо от условий увлажнения все варианты опыта являются энергетически эффективными. Но при этом наибольшей энергетической эффективностью характеризуется сырьевой конвейер, возделываемый без орошения. Возделывание сырьевого конвейера в условиях орошения является менее энергетически выгодным, так как AK варьирует от 13,34 в варианте 0,8НВ до 13,88 в варианте 0,7НВ.

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВАЯ ОСНОВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ТУРКМЕНИСТАНА

Н. К. АННАБЕРДИЕВА, Г. Р. БЕГМЫРАДОВА

*Научно-образовательный центр «ИТ-Нурлы Шохле» Государственного энергетического института Туркменистана, Мары, Туркменистан,
gowher-2020@mail.ru*

Введение. Сотрудничество в секторе энергетики является ключевым фактором стабильных мировых процессов. На сегодня важнейшая задача – обеспечение глобальной энергетической безопасности, которая охватывает как сферу производства энергоносителей, их транспортировку и конечное потребление. Такой комплексный подход лежит в основе энергетической политики Туркменистана.

Материалы и методы. Достижение положительных результатов во многом зависит от совершенной и устойчивой законодательной базы. В связи с чем и продолжаются проводиться по инициативе Главы государства работы по совершенствованию национального законодательства, соответствующего требованиям признанных нашей страной международных норм. Среди источников энергетического права важную роль играют международно-правовые нормы, чему свидетельствует и закрепление значения этих норм в Конституции Туркменистана. Согласно ст. 9 Основного Закона, Туркменистан признаёт приоритет общепризнанных норм международного права. Из этой нормы вытекает, что принимаемые Парламентом страны законодательные акты должны соответствовать общепризнанным нормам международного права.

Результаты. Такие соглашения можно разделить на две группы:

- а) общие международные соглашения в сфере энергетики;
- б) международные соглашения, направленные на регулирование отношений по поводу отдельных видов энергетических ресурсов, например, нефти и газа.

К общим международным соглашениям в сфере энергетики можно отнести Энергетическую хартию. Основная цель Договора к Энергетической хартии – укрепление правовых норм в вопросах энергетики путём создания единого поля правил, которые должны соблюдать все участвующие правительства, таким образом, сводя к минимуму риски, связанные с инвестициями и торговлей в области энергетики. Также значимым актом международного масштаба является принятые в декабре 2008 года и в мае 2013 года по инициативе лидера нации резолюции Генеральной Ассамблеи ООН «Надёжный и стабильный транзит энергоносителей и его роль в обеспечении устойчивого развития и международного сотрудничества». Данные резолюции приняты с целью развития партнёрства в транспортировке энергоносителей на международные рынки по трубопроводам и с использованием других систем поставок.

Заключение. Вышеизложенные шаги по совершенствованию правовых норм служат ярким подтверждением эффективности государственной политики, проводимой под руководством Президента Туркменистана и направленной на углубление политического диалога Туркменистана с мировым сообществом, расширение международного сотрудничества, упрочение добрососедских связей, контактов в гуманитарной сфере, устойчивого развития и процветания народов планеты.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В СКЛАДСКИХ ГРУЗООПЕРАЦИЯХ

Е. В. ВАСИЛЮК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь
Научный руководитель – В. Н. Шуть, доцент, к. т. н.*

Введение. Беспилотный транспорт всё больше входит в нашу жизнь [1–3]. Беспилотная грузовая тележка, разработанная студентами БрГТУ и изготовленная на предприятии ООО «Фина», может эксплуатироваться в складских помещениях и сберегать ручной труд [4, 5].

Материалы и методы. Использованы расчеты, выполненные в рамках исследовательских работ в области беспилотного транспорта [1–5].

Результаты и обсуждение. Согласно данным по заработной плате грузчиков, работающих в складских помещениях и транспортирующих товар с помощью ручных тележек, суточный убыток предприятия составляет около 190 рублей при двухсменном режиме работы. При внедрении в систему мобильного робота прямые затраты складываются из затрат на электроэнергию и амортизационных отчислений, что составляет порядка 26 рублей в сутки. Таким образом экономический эффект за одни сутки составляет 164 рубля.

Основной экономический эффект состоит в низком электропотреблении и высокой эффективности работы мобильного робота [5].

С реализацией данного проекта станет возможным применять мобильные роботы не только в складских помещениях, но и в супермаркетах, магазинах, технологических линиях и т. п.

Заключение. Таким образом применение мобильных роботов позволяет не только ускорить и удешевить сам процесс складских грузоперевозок, но и увеличивает эффективность работы склада за счет внедрения интеллектуальных технологий.

Список цитированных источников

1. Шуть, В. Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В. Н. Шуть, Л. Персиа. – Брест : Издательство УО «БрГТУ», 2017. – 230 с.
2. Современные тенденции развития бортовых интеллектуальных транспортных систем / П. А. Пегин, Д. В. Капский, В. В. Касьяник, В. Н. Шуть. – СПб : СПбГАСУ, 2019. – 198 с.
3. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts, V. Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – V. 12, No 4. – P. 52–60.
4. Транспортировка продукции на технологических линиях мясозировых производств / Н. У. Ляшук, В. Н. Шуть, Е. В. Василюк [и др.] // Мясная индустрия. – 2021. – № 11. – С. 8–12.
5. Н. У. Ляшук, В. Н. Шуть, Е. В. Василюк, А. О. Заречный, А. Л. Михняев, Д. В. Крупко, Е. В. Швецова // Применение беспилотных тележек на линиях мясозировых производств // Мясные технологии. – 2022. – № 10. – С. 42–46.

ЭКСПЕРТИЗА СЕТЕЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В. А. ЗАВАДСКАЯ, А. А. КОСЫНЮК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
vichkazavadskaya@gmail.com*

Научный руководитель – Н. Н. Шпендик, доцент, к. г. н.

Введение. Важным критерием надежности и комфорта для проживания или другой деятельности человека становится способность помещений сохранять тепло внутри. Сети теплоснабжения играют ключевую роль в обеспечении эффективного и экологически чистого отопления, что особенно актуально в условиях глобальных климатических изменений и повышения требований к энергосбережению. Однако их состояние часто требует всесторонней оценки, так как износ оборудования и трубопроводов может приводить к утратам тепла и высоким эксплуатационным затратам. Целью строительной экспертизы является выявление дефектов, оценка состояния сетей и разработка рекомендаций по их модернизации.

Материалы и методы. Написание статьи основывалось на нормативных актах, государственных стандартах и нормах (ГОСТ, СН, НПА).

Результаты и обсуждение. Экспертиза может проводиться как на этапе проектирования, так и в процессе эксплуатации систем, что позволяет выявить и устранить возможные недостатки и повысить эффективность работы теплоснабжающих систем. Анализ состояния сетей теплоснабжения в Беларуси выявил ряд ключевых проблем и особенностей, требующих внимания. В ходе эксплуатационной экспертизы обследованию подлежат как крупные магистральные сети, так и локальные системы теплоснабжения. Для Беларуси в целом установлено, что более 40 % сетей теплоснабжения нуждаются в капитальном ремонте или полной замене. Это связано с длительным сроком эксплуатации и отсутствием регулярного технического обслуживания. Значительная часть тепла теряется из-за повреждений изоляции и утечек в трубопроводах, в некоторых случаях потери достигают 20–30 %. Устаревшие системы теплоснабжения способствуют увеличению выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ. Например, в сетях теплоснабжения города Бреста наблюдаются проблемы с коррозией трубопроводов, особенно в старых районах города. Для такого случая рекомендуется внедрение полимерных труб, которые обладают большей устойчивостью к агрессивным средам.

Заключение. Результаты исследований подчеркивают необходимость комплексного подхода к модернизации сетей теплоснабжения. Это включает замену устаревших трубопроводов, улучшение теплоизоляции, внедрение автоматизированных систем управления и использование возобновляемых источников энергии. Например, в Минске реализуются проекты по внедрению тепловых насосов и солнечных коллекторов, что может стать примером для других регионов страны. Внедрение современных технологий, таких как автоматизированные системы управления и использование энергоэффективных материалов, может сократить эксплуатационные расходы на 15–20 %.

ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

А. Н. ИГНАТОВЕЦ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
alena.ig05@gmail.com*

Научный руководитель – Н. Н. Шпендик, доцент, к. г. н.

Введение. Вентиляционные системы – ключевой фрагмент в обеспечении комфортного и здорового микроклимата в помещениях. Однако их эксплуатация сталкивается с рядом проблем, которые варьируются в зависимости от региона, различных климатических условий, экономических факторов и уровня технологического развития.

Материалы и методы. Исследования заключались в анализе климатических особенностей стран с холодным, жарким, влажным и умеренным климатом; изучение типичных проблем эксплуатации вентиляционных систем на основе научных публикаций и практических исследований; обзоре технических решений, применяемых для повышения эффективности работы систем вентиляции в различных условиях. В качестве примеров рассмотрены Беларусь, Россия, ОАЭ, Индонезия и Канада.

Результаты и обсуждение. В результате исследования выделены ключевые особенности эксплуатации вентиляционных систем в зависимости от климатических условий.

Таблица – Характеристика вентиляционных систем при различных климатических условиях

Климат/ страна	Проблемы	Решение
Умеренный климат/ Беларусь	Значительные перепады температур в течение года, необходимость регулирования влажности, особенно в зимний период	Использование систем с функцией увлажнения и осушения воздуха, регулярная очистка оборудования для предотвращения скопления пыли и загрязнений, внедрение систем рекуперации тепла (снижение энергопотребления)
Холодный климат/ Россия, Канада	Замерзание вентиляционных каналов, потери тепла	Применение утепленных воздуховодов, рекуператоров и контроль температуры воздуха в системе
Жаркий климат/ (ОАЭ)	Перегрев оборудования, высокий уровень пылевого загрязнения	Регулярное обслуживание фильтров, использование энергоэффективных охладителей воздуха
Тропический и влажный климат/Индонезия	Высокий уровень влажности, риск появления плесени	Осушители воздуха, антикоррозионные покрытия, частая очистка систем

Заключение. Эффективная эксплуатация вентиляционных систем требует индивидуального подхода, основанного на климатических и эксплуатационных особенностях страны. В Беларуси акцент делается на энергоэффективность, что соответствует глобальной тенденции устойчивого развития. Применение адаптированных решений позволяет улучшить качество воздуха и снизить затраты на эксплуатацию.

ОЦЕНКА СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТЕОПРОГНОСТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Ю. В. КАПЕРЕЙКО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь
e-mail: yulya.kapereyko@mail.ru*

*Научный руководитель – В. Г. Новосельцев, заведующий кафедрой
теплогазоснабжения и вентиляции, доцент, к. т. н.*

Введение. Регулирование систем теплоснабжения в целях поддержания комфортных условий внутри помещений и экономии энергоресурсов стало основной составляющей при их проектировании и строительстве. Современные системы отопления оснащены системой погодозависимой автоматики, что позволяет изменять расход теплоносителя в зависимости от теряемого зданием тепла вследствие изменения температуры наружного воздуха. Однако существуют факторы, которые не учитываются при таком регулировании.

Материалы и методы. Методологическая основа исследования состояла из комплексного анализа и системного подхода в рамках изучения современных методов адаптивного регулирования систем водяного отопления.

Результаты и обсуждение. В зарубежных изданиях [1] проводились натурные исследования по эксплуатации прогнозного регулирования. Потребление энергии на отопление было оценено в семи жилых зданиях и трех общественных офисных зданиях до и после установки и использования системы прогнозного контроля. Полученная энергетическая оценка экономии составила в среднем 13,4 % в жилых и 10,7 % в общественных зданиях. Срок окупаемости в среднем не превышает одного отопительного сезона.

В статье [2] описывается уже внедренная технология управления системой отопления по прогностической концепции. Опыт использования функции предиктивного управления отоплением в странах Евросоюза показывает возможность экономии тепловой энергии до 13 %. Помимо тепловой энергии снижается потребление электроэнергии за счёт значительного сокращения времени работы насосов отопления.

Заключение. Таким образом, концепция метеопрогностического регулирования имеет перспективы дальнейшей реализации в условиях динамично развивающихся мероприятий по энергосбережению, что в свою очередь повлечет более обширные исследования на реальных объектах эксплуатации, в том числе и в Республике Беларусь.

Список цитированных источников

1. Журнал «Энергия и здания» URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778823004048> дата обращения: 01.03.2025).
2. Официальный сайт ООО «Siemens» URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:ce9eebd6-ad34-473d-925d-b93b3acc4c80/version:1558630003/predictive-management-of-heating-article-ru.pdf> (Дата обращения: 01.03.2025).

ВЕНТИЛЯЦИЯ В УМНЫХ ДОМАХ

А. В. КОЛЯДА

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
korolgrozulove@inbox.ru*

Научный руководитель – Н. Н. Шпендик, доцент, к. г. н.

Введение. Жильцы современных умных домов, оснащённых интеллектуальными системами управления, ставят перед собой задачу не только повышения комфорта жизни, но и оптимизации энергопотребления и обеспечения экологической безопасности. Традиционные системы вентиляции, основанные на статичных алгоритмах работы, зачастую неспособны адаптироваться к динамическим изменениям условий окружающей среды, что приводит к избыточному расходу энергии или недостаточной эффективности очистки воздуха. Внедрение технологий интернета вещей (IoT), датчиков мониторинга качества воздуха и алгоритмов машинного обучения открывает новые возможности для создания адаптивных вентиляционных систем. Наибольшая ценность умного дома достигается за счет инновационных систем управления и интеллектуализированного принятия решений [1].

Материалы и методы. Написание статьи основывалось на нормативных актах, государственных стандартах и нормах (ГОСТ, СН, НПА).

Результаты и обсуждение. Эксперименты, проведённые в тестовых помещениях, показали, что использование IoT-датчиков (CO₂, PM2.5, VOC) в сочетании с алгоритмами машинного обучения сокращает энергозатраты на 20–35 % по сравнению с традиционными системами. Это достигается за счёт динамической корректировки интенсивности воздухообмена в зависимости от реальных показателей загрязнения и присутствия людей. Ключевым преимуществом умных систем является их способность интегрироваться с другими компонентами экосистемы умного дома. Например, синхронизация вентиляции с умными окнами или кондиционерами позволяет создать замкнутый цикл регулирования микроклимата. Снижение концентрации летучих органических соединений (VOC) на 50–60 % и поддержание уровня CO₂ ниже 800 ppm (по данным экспериментов) минимизирует риски развития респираторных заболеваний, что особенно актуально в постпандемический период.

Заключение. Перспективы развития умной вентиляции лежат в области интеграции искусственного интеллекта, способного прогнозировать изменения микроклимата на основе внешних данных (например, погодных условий или уровня городского загрязнения), а также в создании более доступных и надёжных сенсорных технологий. Важным аспектом остаётся баланс между автоматизацией и контролем со стороны пользователя, чтобы обеспечить не только эффективность, но и доверие к системе.

Список цитированных источников

1. Китаев, А. Е. Маркетинговое исследование рынка умных домов в цифровой экономике / А. Е. Китаев, И. И. Миронова // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5, № 10. – С. 34–46.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

С. А. ТУРОВЕЦ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
sofaturavec@gmail.com*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) представляют собой альтернативные источники энергии, которые могут быть использованы для производства электроэнергии и тепла без истощения природных ресурсов. К ним относятся солнечная, ветровая, гидро-, геотермальная энергия и биомасса. Актуальность исследования ВИЭ обусловлена глобальными вызовами, такими как изменение климата, истощение ископаемых ресурсов и необходимость обеспечения энергетической безопасности. Мировой опыт показывает, что страны, активно внедряющие ВИЭ, достигают значительных успехов в снижении выбросов углерода и повышении энергетической независимости. Например, Дания и Германия стали лидерами в области ветровой энергетики, а Китай – в производстве солнечных панелей. Цели данного исследования заключаются в анализе текущего состояния и перспектив развития ВИЭ в мире, а также в выявлении основных проблем и путей их решения. Задачи включают обзор существующих технологий ВИЭ, анализ мирового опыта в использовании ВИЭ и оценку экономической эффективности внедрения ВИЭ.

Материалы и методы. В работе использованы данные о производстве и потреблении энергии из возобновляемых источников, собранные из открытых источников, таких как отчеты Международного энергетического агентства (IEA), Всемирного банка и национальных статистических служб. Также проведен анализ научных публикаций и исследований, посвященных ВИЭ, с использованием методов сравнительного анализа и систематизации данных. Для оценки экономической эффективности ВИЭ применялись методы расчета уровня затрат на производство энергии, а также анализ инвестиционных рисков и сроков окупаемости проектов.

Результаты и обсуждение. Анализ показал, что в последние годы наблюдается устойчивый рост доли ВИЭ в мировом энергетическом балансе. В 2022 году доля возобновляемых источников в общем объеме производства электроэнергии составила около 30 %. Сравнение с опытом других стран показывает, что успешное внедрение ВИЭ возможно при наличии четкой государственной политики, поддержки со стороны бизнеса и населения, а также развитой научно-исследовательской базы.

Заключение. В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что возобновляемые источники энергии имеют значительный потенциал для развития в мире. Важно продолжать исследования и разработки в области ВИЭ, а также внедрять успешные практики, накопленные в других странах. Это позволит не только улучшить экологическую ситуацию, но и обеспечить энергетическую безопасность и устойчивое развитие экономики.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Д. С. ШУМИЛО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
dimka.shumilo@list.ru*

Научный руководитель – Е. В. Куцобина, доцент, к. ф. н.

Введение. В Республике Беларусь вопросам экологии и энергетики всегда уделялось пристальное внимание – разрабатываются и реализуются национальные программы, постоянно совершенствуются законодательные акты, реализуются национальные цели устойчивого развития. Понятие «зеленая» экономика – это один из примеров таких решений, она затрагивает ЦУР 8, 10, 12, 13, 15. В рамках реализации целей ЦУР в республике начала активно использоваться перспективная альтернативная энергетика: ветроэнергетика, гидроэнергетика, солнечная энергия, биогазовые комплексы.

Результаты и обсуждение. В Беларуси на 2024 год уже насчитывается более 83 фотоэлектрических станции, их суммарная мощность – 163,7 МВт; 54 гидроэлектростанции, их установленная электрическая мощность – 96,2 МВт; 112 ветроэнергетических установок, их суммарная мощность – 127,4 МВт. По итогам 2023 года в республике общая электрическая мощность установок возобновляемых источников энергии составила 631,5 МВт, что в 14 раз больше, чем 10 лет назад.

Несмотря на преимущества зеленой энергетики перед традиционной, в Беларуси остро стоит проблема её реализации. На это есть объективные причины: дороговизна оборудования, нестабильность выработки энергии, недостаток стимулов для перехода к альтернативной энергетике, низкая окупаемость из-за дешевизны традиционных энергоресурсов, недостаточность научной и технологической базы, нехватка опыта в реализации подобных проектов и многие другие. Кроме того, у каждого вида альтернативной энергетики есть свои недостатки, тормозящие развитие зеленых проектов в нашей стране. По оценкам Госстандарта, Республика Беларусь может позволить себе долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе только на уровне 8–9 %. Именно поэтому для нашей страны актуальны проекты возобновляемых энергоисточников пока для собственного потребления предприятиями.

Заключение. Несмотря на обозначенные проблемы, зеленые проекты в республике развиваются. В долгосрочной перспективе (2026–2035 годы) будет продолжена работа по модернизации производственных фондов энергосистемы с применением инновационных технологий, обеспечению энергетической безопасности и экологической политики. Одна из целей развития энергетики в Республике Беларусь, обозначенных в НСУР 2040 – рост объема производства первичной энергии из возобновляемых источников энергии до 9,5 % в 2040 году. Энергетическая безопасность и независимость государства повышаются за счет вовлечения в топливно-энергетический баланс собственных энергоресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии.

СЕКЦИЯ 4
НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

Е. В. БОБРИНА

*Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь,
elb00603@g.bstu.by*

Научный руководитель – И. М. Гарчук, заведующий кафедрой, доцент, к. э. н.

Введение. Искусственный интеллект (ИИ) стремительно проникает во все сферы нашей жизни, и образование не является исключением. В последние годы технологии ИИ становятся важными инструментами в образовательных процессах, открывая новые горизонты для студентов, преподавателей и учебных учреждений.

Материалы и методы. Одним из самых значительных изменений, которые приносит ИИ в образование, является возможность персонализированного и адаптивного обучения. ИИ способен анализировать уровень знаний и предпочтения каждого школьника или студента, что позволяет создавать адаптивные образовательные системы, предлагающие индивидуальные задания и ресурсы, соответствующие конкретным нуждам обучающегося.

Результаты и обсуждение. Кроме того, ИИ способствует внедрению интерактивных технологий в образовательный процесс. Использование чат-ботов и виртуальных ассистентов предоставляет студентам возможность получать ответы на свои вопросы в любое время.

Еще одним важным аспектом применения ИИ в образовании является анализ данных. ИИ может обрабатывать большие объемы информации о процессе обучения, что позволяет преподавателям лучше понимать, какие методы работают, а какие требуют доработки.

Существует множество образовательных платформ, которые успешно интегрируют искусственный интеллект (ИИ) в свои сервисы, например, такие платформы как Khan Academy, Socratic, Duolingo, Coursera.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в образовательные процессы связано с рядом рисков и этических вопросов, которые необходимо учитывать. Эти проблемы требуют внимательного анализа и обсуждения, чтобы гарантировать, что использование ИИ в образовании будет не только эффективным, но и безопасным.

Заключение. Искусственный интеллект открывает новые возможности для улучшения образовательного процесса, делая его более персонализированным и эффективным. Однако с его внедрением необходимо учитывать возможные риски и этические вопросы.

ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЗДАНИЯХ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И СОХРАНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ ЦЕННОСТИ

О. Н. БОТОВА, А. Ю. ШИКУНЕЦ

УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
olybotovva@gmail.com

Научный руководитель – Н. Н. Шпендик, доцент, к. г. н.

Введение. Любое государство обладает зданиями и сооружениями историко-культурного наследия, которые несут национальную ценность, поэтому важной частью реконструкции и реставрации любого объекта является использование новых, современных и подходящих технологий улучшения и защиты основного конструктива. Сохранность культовых зданий, относящихся к историческому наследию, зависят от наружных и внутренних условий в помещениях, которые непосредственным образом создаёт и формирует система вентиляции. Задачами исследования являлись: определение основных факторов, негативно сказывающихся на состоянии микроклимата в исторических зданиях; разбор индивидуальных подходов для внедрения вентиляции, составление общих критериев для любого типа здания; оценка эффективности современных систем; соблюдение нормативных требований.

Материалы и методы. Систематический анализ публикаций с выделением ключевых аспектов вентиляции в исторических зданиях; анализ существующих систем вентиляции, установленных в зданиях историко-культурного наследия.

Результаты и обсуждение. Основными проблемами при конструировании и разработке систем вентиляции являются ограниченные возможности внедрения систем из-за уникальных конструктивных и архитектурных особенностей, изменения климата, перепады относительной влажности, суточные колебания влажности, световой режим. Общей единой концепции создания вентиляции в таких сооружениях не существует, так как каждый объект требует индивидуального подхода и внимания, однако можно выделить ряд принципов: по возможности использовать или реконструировать имеющуюся систему вентиляции (в том числе и естественную: слуховые окна, крытые галереи, лестничные пролёты); изучить возможную нагрузку на ограждения, которую будет создавать система; устранить воздействие как существующей влаги, так и той, которая может возникнуть вследствие новой системы (исследование показало, что до 40 % объектов подвержены повреждениям от повышенной влажности); рассмотреть отдельно отведённые места для спец. оборудования; система должна удовлетворять строительным и общественным требованиям.

Заключение. Применение индивидуального подхода позволяет достигнуть баланса между сохранением аутентичности и созданием оптимального микроклимата.

Список цитированных источников

1. Влияние температурного режима на сохранность культовых зданий / А. Г. Кочев, М. М. Соколов, Е. А. Кочева, В. А. Уваров // Строительство и техногенная безопасность. – 2023. – № S1. – С. 274–280.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВО ТЕПЛЫМ ПОЛОМ И РАДИАТОРАМИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AUTODESK REVIT

О. Н. БОТОВА, А. Ю. ШИКУНЕЦ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
olybotovva@gmail.com*

Научный руководитель – Ю. В. Капелрейко, ассистент

Введение. Современные технологии проектирования систем отопления играют важную роль в работе специалистов инженерных сетей. Благодаря моделированию разрабатываемых систем проектировщик получает возможность автоматизировать расчёты, минимизировать ошибки, сократить рабочее время над проектом, а главное – технологии позволяют интегрировать не только различные элементы систем отопления, такие как теплые полы и радиаторы в одну систему, но также и совместить работу специалистов разных областей в один общий проект. В работе проводится анализ спроектированной системы водяного отопления в программном комплексе Autodesk Revit.

Материалы и методы. Программное обеспечение Autodesk Revit, включая дополнительно установленные библиотеки отопительных элементов; нормативные акты, государственные стандарты и нормы (ГОСТ, СН, НПА); создание архитектурной модели с интеграцией систем отопления.

Результаты и обсуждение. В ходе проектирования СВО был выявлен ряд преимуществ в сравнении с традиционными методами разработки системы. Первое – возможность быстрого внесения изменений в проект, что сокращает время корректировки на 15–20 % во время непредвиденных поправок. Второе – возможность интеграции с другими инженерными системами, например вентиляцией, что упрощает проектирование в рамках единой модели. 3D-визуализация обеспечивает наглядное представление размещения отопительных элементов, в результате чего процесс согласования системы с архитекторами и заказчиками становится значительно проще и быстрее. Визуализация отопления теплым полом позволяет учесть высоты и заглубления труб, что сказывается на его прокладке и позволяет равномерно распределить поступление теплоты, сократить излишние потери тепла. Проектируя в Autodesk Revit, видно реальное воплощение системы, что позволяет сразу определить оптимальный, удобный и эстетически лучший способ соединения различных элементов и частей системы.

Заключение. Грамотное использование программного комплекса Autodesk Revit позволяет повысить эффективность, значительно упростить и оптимизировать процесс проектирования.

Список цитированных источников

1. Русакова, А. А. Организация информационного моделирования при разработке системы отопления жилого здания / А. А. Русакова // Наука и молодежь: материалы XX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Барнаул, 17–21 апреля 2023 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2023. – С. 146–149. – EDN BMNXZC.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Е. Р. ГАРАСТЮК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
lizagarastuk@gmail.com*

Научный руководитель – Е. К. Антонюк, старший преподаватель

Введение. Современные технологии полностью меняют систему обучения и передачи знаний. Они позволяют сделать образование более индивидуальным, интересным и легкодоступным для всех учащихся. Теперь учиться можно не только сидя в классе или аудитории, но и благодаря цифровым инструментам.

Материалы и методы. Аналитический метод. Использование информации о современных информационных и образовательных технологиях. Аналитический обзор научной литературы.

Результаты и обсуждения. Интерактивные доски используют для более наглядного объяснения тем с помощью презентаций, видео и других мультимедийных материалов.

Образовательные платформы и электронные дневники. Системы, такие как Google Classroom, "Электронная школа" или аналогичные платформы, помогают организовать учебный процесс, давать задания и отслеживать их выполнение.

Виртуальная реальность (VR). Например, занятия по географии с виртуальными экскурсиями по разным странам или погружение в исторические события на уроках.

Программируемые роботы и STEM-оборудование. Ученики изучают основы программирования и робототехники, собирая и программируя роботов.

Мобильные приложения для обучения. Такие приложения помогают в изучении языков, математики и других предметов через игровые формы.

Облачные технологии. Например, хранение и обмен учебными материалами через облачные сервисы, такие как Microsoft OneDrive.

Заключение. Такие технологии дают возможность не только изучать привычные предметы по-новому, но и развивать навыки, которые будут востребованы в будущем. Например, использование симуляторов помогает студентам-медикам практиковаться без риска для пациентов, а виртуальные экскурсии позволяют школьникам увидеть мировые достопримечательности, не выходя из класса. Также технологии делают возможным участие в образовательных процессах людей из самых отдалённых уголков мира, сокращая границы. Всё это делает образование более актуальным, увлекательным и полезным в стремительно меняющемся мире. В итоге эти изменения не только способствуют росту интереса к учёбе, но и создают прочный фундамент для успешной адаптации к вызовам цифрового века.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

И. С. ГОРВАЛЬ, И. В. НИКОЛЕНКО

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия, e-mail: energia-09@mail.ru*

*Научный руководитель – И. В. Николенко, зав. кафедрой химических технологий и водопользования Института биохимических технологий, экологии и фармации,
д. т. н., профессор, советник РААСН*

Введение. Темой работы является использование искусственного интеллекта (ИИ) в моделировании процессов водораспределения. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения точности прогнозирования водопотребления и оптимизации потребления водных ресурсов. Целью работы является анализ методов применения ИИ для моделирования процессов потокораспределения и оценка их эффективности. Основные задачи - обзор существующих подходов, сравнительный анализ моделей и определение перспектив интеграции ИИ с IoT и спутниковыми данными.

Материалы и методы. Основой исследования послужили экспериментальные данные, представленные в иностранных научных публикациях, включающие графики водопотребления, гидравлические параметры и показатели качества воды.

В качестве методов исследования использованы:

- Анализ литературных источников по применению ИИ в процессах водораспределения.
- Сравнение различных нейросетей для прогнозирования оптимальных гидравлических характеристик сети (CNN, LSTM, Attention-LSTM).
- Оценка точности моделей на основе коэффициента детерминации (R^2) и других метрических показателей.

Результаты и обсуждение. Использование свёрточных нейронных сетей (CNN) и механизмов расстановки приоритетов в сочетании с LSTM позволяет повысить точность прогнозирования, учитывая закономерности во времени и внешние факторы. Сравнение с существующими исследованиями показало, что комбинированные модели (например, CNN–Attention–LSTM) обеспечивают более достоверные прогнозы по сравнению с традиционными статистическими методами. Эти результаты подтверждают перспективность внедрения искусственного интеллекта в управление водными ресурсами, особенно в условиях изменяющихся климатических и демографических факторов.

Заключение. Применение ИИ в водоснабжении позволяет повысить точность прогнозирования, оптимизировать управление ресурсами и минимизировать потери. Дальнейшие научные исследования должны быть направлены на объединении данных IoT и спутниковых данных, разработке систем автоматического управления и адаптации моделей под особенности разных регионов.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ю. С. ДАВИДОВИЧ

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
seg98001@gmail.com*

*Научный руководитель – А. Н. Червань, заведующий кафедрой почвоведения и
геоинформационных систем, доцент, к. с.-х. н.*

Введение. Цель исследования – провести пространственный анализ трансформации структуры почвенного покрова Белорусского Полесья по материалам дистанционных съемок различного диапазона длин волн. Актуальность проведения исследований в данной области и применение их на практике в географических изысканиях определяется все большим внедрением в Республике Беларусь системы оценки состояния природных ресурсов с использованием данных дистанционного зондирования земли и необходимостью оценки трансформации природных систем крупного хозяйственно освоенного Полесья в условиях глобального изменения климата.

Материалы и методы. Исследования включают в себя: предварительную и тематическую обработку исходных данных, определение критериев дистанционной идентификации почвенных комбинаций по материалам дистанционных съемок и наземных данных, выделение параметров состояния структуры почвенного покрова по данным дистанционного зондирования Земли и наземным наблюдениям, пространственно-временной учет степени трансформации почвенных комбинаций по результатам дешифрирования и оценка его достоверности. Основными методами исследования являются: описательный, картографический, статистический и аэрокосмический.

Результаты и обсуждение. К основным результатам исследования можно отнести: определение основных критериев для выделения почвенных комбинаций по данным дистанционного зондирования земли, выявление ключевых параметров текущего состояния структуры почвенного покрова Полесья, разработка методики оценки состояния структуры почвенного покрова по данным дистанционного зондирования и наземных наблюдений.

Разработанная методика используется комплексно для оперативной оценки состояния земельных ресурсов сельскохозяйственных организаций и лесохозяйственных учреждений по почвенным комбинациям с пространственно-временным учетом их динамики.

Заключение. Выявленные в ходе исследования критерии и параметры оценки состояния почвенных комбинаций могут быть использованы в сельскохозяйственном производстве при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия, схем землеустройства административных районов республики, а также при разработке Государственных схем комплексной территориальной организации Брестской и Гомельской областей Республики Беларусь.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ 4 ЦУР РБ

М. А. ЖИТИНЕЦ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
zhitinets04@mail.ru*

Научный руководитель – Е. В. Куцобина, доцент, к. ф. н.

Введение. Целью исследования является анализ образовательных и воспитательных проектов, реализуемых в Республике Беларусь в контексте достижения Цели устойчивого развития (ЦУР) № 4 – «Качественное образование». Актуальность темы обусловлена глобальной необходимостью обеспечения качественного, инклюзивного и доступного образования для всех, что является основой для устойчивого развития общества.

Материалы и методы. Исследование основано на анализе данных международных организаций (ООН, ЮНЕСКО), государственных программ, стратегий и образовательных инициатив, направленных на реализацию 4 ЦУР в Республике Беларусь. Используются методы сравнительного анализа, обобщения, а также изучения нормативных документов, отчетов международных организаций и эмпирических данных о реализации проектов в сфере образования.

Результаты и обсуждение. Согласно данным ЮНЕСКО (2023 г.), наблюдается положительная тенденция в охвате школьного образования во многих странах мира. Однако около 244 млн детей в мире не посещают школу.

Беларусь имеет высокий уровень развития системы образования, подтвержденный международными рейтингами и показателем охвата школьным образованием (99 %). Среди ключевых образовательных инициатив, способствующих достижению ЦУР: III Республиканский образовательный проект «Уроки устойчивого развития», направленный на формирование у школьников осознания принципов УР; совместный проект «Поддержка усилий Республике Беларусь в национализации и локализации ЦУР», включает обучение государственных служащих и вовлечение населения в реализацию ЦУР. Международные конференции и Республиканские форумы содействует обновлению содержания образования в соответствии с принципами УР.

В Беларуси подготовлен университетский обзор по достижению ЦУР, ведутся работы по внедрению идей УР в содержание образования, учебные программы, научную, волонтерскую деятельность студентов. В Брестской области в начале 2025 года прошли обсуждения стратегии УР области до 2040 года, где состоялось подписание соглашения о вступлении высших учебных заведений г. Бреста, в т. ч. БрГТУ – в Международный консорциум «Благополучие человека в цифровой среде «умных» городов», который объединяет 11 белорусских и российских университетов, занимающихся этой проблематикой.

Заключение. Реализация 4 ЦУР в Республике Беларусь показывает положительную динамику, но требует совершенствования. Важно продолжать интеграцию инновационных подходов, укреплять международное сотрудничество и расширять образовательные инициативы, ориентированные на устойчивое развитие.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ BLENDER ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

А. О. ЗДРОК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
annazdrok95@gmail.com*

Научный руководитель – Н. Н. Шпендик, доцент, к. г. н.

Введение. Проектирование инженерных сетей включает разработку чертежей, схем и 3D-моделей, обеспечивающих функционирование зданий. Современные CAD-программы, такие как AutoCAD и Revit, обладают широкими возможностями, но требуют значительных финансовых вложений. В связи с этим актуален поиск альтернативных решений. Blender – бесплатная программа для 3D-моделирования, которая благодаря своим возможностям может использоваться в техническом проектировании. Однако у нее есть ограничения, связанные с отсутствием специализированных инструментов для инженерных расчетов и параметрического моделирования. Цель работы – анализ возможностей Blender в проектировании инженерных сетей и выявление его преимуществ и недостатков в данной области.

Материалы и методы. Для исследования использованы методы сравнительного анализа функционала Blender и традиционных CAD-систем, а также изучение возможностей расширения программы за счет плагинов и скриптов на Python. Рассматриваются примеры моделирования инженерных сетей, включая водоснабжение, вентиляцию и электроснабжение, а также способы интеграции Blender с другими программами.

Результаты и обсуждение. Blender обладает рядом преимуществ: доступностью, гибкостью моделирования, мощными инструментами визуализации и поддержкой импорта/экспорта CAD-форматов. Однако у программы есть ограничения – отсутствие BIM-функционала, параметрического моделирования и специализированных инструментов для инженерных расчетов. Возможности программы можно расширить за счет аддонов и интеграции с FreeCAD, но это требует дополнительных настроек и знаний. Несмотря на ограничения, Blender можно использовать в инженерном проектировании для визуализации, моделирования и интеграции с другими системами.

Заключение. Blender – перспективный инструмент для проектирования инженерных сетей, особенно в области визуализации и создания концептуальных моделей. Однако его использование требует дополнительных доработок и интеграции с другими программами для точных инженерных расчетов.

Список цитированных источников

1. 10 актуальных дополнений для Blender. – ArtCraft. – URL: <https://artcraft.media/3d/113-10-aktualnyh-dopolnenij-dlya-blender> (дата обращения: 17.03.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИИ

И. Д. КОЗИК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
zmyhryh@yandex.ru*

Научный руководитель – Ю. В. Савицкий, доцент, к. т. н.

Введение. Современные платформы онлайн-обучения сталкиваются с проблемой низкой эффективности из-за отсутствия индивидуального подхода к учащимся. Персонализация обучения с использованием нейронных сетей может решить эту проблему, адаптируя контент под уровень знаний и предпочтения каждого учащегося [1].

Материалы и методы. Нейронные сети, такие как рекуррентные (RNN) и сверточные (CNN), способны анализировать большие объемы данных о поведении учащихся, выявляя закономерности в их успеваемости. Для генерации персонализированных рекомендаций используются методы машинного обучения, включая collaborative filtering, которые используют известные предпочтения (оценки) группы пользователей для прогнозирования неизвестных предпочтений другого пользователя и уже доказали свою эффективность в других областях.

Результаты и обсуждение. Основной недостаток существующих методов онлайн-обучения — их универсальность, которая не учитывает различия в уровне подготовки учащихся. Нейронные сети позволяют создавать адаптивные траектории, меняющиеся в зависимости от прогресса учащегося. Однако внедрение таких систем требует решения проблем, связанных с конфиденциальностью данных и сложностью их обработки.

Заключение. Использование нейронных сетей для персонализации образовательных траекторий открывает новые возможности для онлайн-обучения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку более эффективных алгоритмов и интеграцию с другими технологиями, такими как виртуальная или дополненная реальность.

Список цитированных источников

1. Иванов, А. В. Проблемы и перспективы дистанционного образования / А. В. Иванов // Образовательные технологии. – 2020. – № 3. – С. 45–52.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ COMSOL MULTIPHYSICS ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПОМЕЩЕНИЙ

М. М. МИЦКОВИЧ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
mmitskovich@gmail.com*

Научный руководитель – Ю. В. Савицкий, доцент, к. т. н.

Введение. Моделирование воздушных потоков в помещениях является важной задачей при проектировании систем вентиляции, отопления и кондиционирования. Целью данной работы является анализ возможностей COMSOL Multiphysics для моделирования воздушных потоков и их применения в различных сценариях эксплуатации помещений.

Материалы и методы. В работе использованы численные методы моделирования, реализованные в программном пакете COMSOL Multiphysics. Основные применяемые модули: CFD Module (для расчета воздушных потоков), Heat Transfer Module (для анализа теплообмена), Transport of Diluted Species (для моделирования распространения загрязняющих веществ), а также Particle Tracing Module (для оценки траекторий частиц в воздухе). Исследование включает моделирование различных сценариев воздухообмена, анализ эффективности вентиляции, распределение температурных полей и распространение примесей.

Результаты и обсуждение. Анализ полученных данных показал, что использование COMSOL Multiphysics позволяет: оптимизировать расположение вентиляционных систем и воздуховодов, снижая зоны застоя воздуха; исследовать влияние конструктивных элементов здания на циркуляцию воздушных потоков; оценивать распределение температур в помещениях и разрабатывать эффективные схемы отопления и кондиционирования; моделировать распространение дыма и токсичных газов при пожаре, что важно для проектирования систем эвакуации и дымоудаления; определять концентрацию загрязняющих веществ в воздухе и разрабатывать стратегии их удаления.

Сравнение результатов моделирования с экспериментальными и литературными данными подтверждает высокую точность расчетов, выполняемых в COMSOL Multiphysics. Это делает данное ПО перспективным инструментом для решения широкого круга задач в области вентиляции и микроклимата помещений.

Заключение. Проведенные исследования подтвердили высокую точность и надежность программного обеспечения COMSOL Multiphysics. Перспективным направлением является дальнейшая разработка моделей, учитывающих сложные физико-химические процессы, что позволит повысить эффективность управления микроклиматом в зданиях.

Список цитированных источников

1. Введение в COMSOL Multiphysics. Версия 5.4. – COMSOL. – URL: [https://cdn.comsol.com/doc/5.4/Introduction ToCOMSOL Multiphysics.ru_RU.pdf](https://cdn.comsol.com/doc/5.4/Introduction%20ToCOMSOL%20Multiphysics.ru_RU.pdf) (дата обращения: 15.03.2025).

СРАВНЕНИЕ РАЗМЕРА БАТЧА ДЛЯ MLP-MIXER ДЛЯ ДАТАСЕТА CIFAR-10

Н. С. МОНТИК, А. П. ГОЛОВАЧ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
nikolay.montik@gmail.com*

Введение. Объектом исследования данной работы является архитектура нейронной сети MLP-Mixer, применяемая для решения задач классификации изображений на примере датасета CIFAR-10. MLP-Mixer представляет собой относительно новую архитектуру, которая, в отличие от традиционных сверточных нейронных сетей или трансформеров, основана исключительно на многослойных перцептронах. Такой подход позволяет исследовать возможности чисто линейных преобразований данных без использования сложных операций. Актуальность обусловлена тем, что современные методы глубокого обучения активно развиваются, и появляются новые архитектуры, которые стремятся упростить моделирование при сохранении высокой точности.

Эффективность обучения таких моделей существенно зависит от выбора гиперпараметров, одним из ключевых из которых является размер батча. Правильный подбор этого параметра может существенно влиять на скорость сходимости, стабильность обучения и итоговое качество модели. Целью данной работы является сравнительный анализ влияния различных размеров батча на процесс обучения модели.

Материалы и методы. CIFAR-10 — это набор данных, состоящий из 60000 цветных изображений размером 32×32 , разделённых на 10 классов (по 6000 изображений на каждый класс). Датасет разбит на обучающую выборку (50000 изображений) и тестовую (10000 изображений).

Для реализации поставленной задачи использовался язык программирования Python, библиотека pytorch. Значение параметра seed установлено равным 42. В качестве оптимизатора выбран Adam. Для повторяемости эксперимента недетерминированные алгоритмы CUDA, shuffle и т. д. были отключены, что несколько снизило точность. Обучение проводилось в течение 10 эпох.

Результаты и обсуждение. В качестве метрик оценки производительности использовались длительность обучения и точность. Результаты проведенных экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение точности и длительности обучения

Метрика	Размер батча					
	8	16	32	64	128	256
Точность, %	61,66	62,26	63,25	63,48	59,85	59,95
Длительность обучения, с.	844,26	361,23	286,17	182,62	142,92	137,01

Заключение. На основе проведенных экспериментов установлено, что размер батча, равный 32 или 64, обеспечивает оптимальный баланс между точностью и временем обучения для данной задачи.

ГИС-КАТАЛОГ «ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БРЕСТА»

А. В. НЕСТЕРОВИЧ

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, alinanesterovich18@gmail.com

Научный руководитель – О. В. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Особо охраняемая природная территория (ООПТ) – часть территории страны с ценными природными комплексами и/или объектами, в отношении которой установлен особый режим охраны и использования. В городской среде ООПТ служат не только местом сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, но и рекреационными зонами, способствующими улучшению качества жизни горожан и их экологическому образованию. В то же время городские жители часто не знают о наличии в городе охраняемых территорий, а также особенностях их размещения. Таким образом, большое значение имеет создание картографических материалов.

Материалы и методы. Цель работы – создание ГИС-каталога «Особо охраняемые природные территории города Бреста». Инструментальной средой для выполнения работы являлась облачная платформа картографирования ArcGIS Online (шаблон ArcGIS StoryMaps). Исходными данными для проведения работы служили данные Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также собственные полевые исследования.

Результаты и обсуждение. В Бресте статус особо охраняемой территории имеют 13 объектов: 2 заказника местного значения («Брестский» и «Барбастелла») и 11 памятников природы, один из которых – «Ели обыкновенные змеевидной формы «Брестские» – республиканского значения.

Для объединения информации об ООПТ разработан ГИС-каталог «Особо охраняемые природные территории города Бреста» (<https://arcg.is/10aXmy2>).

В пределах ГИС-каталога размещаются две отдельные интерактивные карты. На одной из них отображены заказники города, на другой – памятники природы.

Каждая охраняемая территория имеет четкое местоположение на карте. Базовой картой каталога является карта Openstreetmap. Местоположения заказников обозначены пунсоном, полигоном и названием, памятников природы – пунсоном и названием. Коричневым цветом подписей отображаются республиканские особо охраняемые природные территории, зеленым – местные.

Любая особо охраняемая территория имеет название и фотографию.

Для каждой ООПТ разработана единая схема характеристики: значение (республиканское или местное), местоположение, описание, дата создания и преобразования, площадь. Для памятников природы также указывается вид (ботанические, геологический, гидрологический).

Заключение. Использование ГИС позволяет систематизировать и визуализировать данные об ООПТ. ГИС-каталог внедрен в работу Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПЛОЩАДОК ДЛЯ СБОРА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БРЕСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Е. В. ПАСЕЧНИК

БрГУ имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, evgeny24122003@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Площадки для сбора твердых коммунальных отходов (ТКО) в городе являются важным элементом городской инфраструктуры. Их изучение можно проводить для целей анализа доступности, экологического состояния, благоустройства и т. д. Инвентаризация площадок для сбора ТКО – это важный процесс, который позволяет оценить существующую инфраструктуру, выявить недостатки и разработать планы по улучшению системы управления отходами.

Материалы и методы. В исследовании применялись полевые, статистические, оценочные и геоинформационные методы. Территория исследования – центральная часть города Бреста (в границах улиц Орджоникидзе, Ленина, проспекта Машерова и бульвара Космонавтов). Объект исследования – площадки для сбора ТКО, расположенные внутри жилых кварталов. Для проведения исследования использовалась программа Survey123 (мобильная форма для сбора полевых данных облачной платформы картографирования ArcGIS Online).

Результаты и обсуждение. Для выполнения инвентаризации площадок для сбора ТКО с использованием конструктора Survey123 была составлена анкета (<https://arcg.is/1DOvWH0>), которая может заполняться как с компьютера, так и с телефона. Анкета включала 19 вопросов, разных по типу и тематике.

Во-первых, исходя из элементов конструктора, в анкету были включены вопросы, разные по типу: числовые, текстовые, один или несколько вариантов выбора, рейтинг и местоположение (карта).

Во-вторых, по тематике опрос был разделен на три блока: «Местоположение», «Контейнеры» (общее количество, возраст, тип материала), «Благоустройство» (ограждение, тип покрытия), «Оценка» (чистота, общая).

Сбор данных осуществлялся при непосредственных полевых исследованиях территории в весенний период 2025 года.

Особенностью программы Survey123 является возможность анализа полученных данных, которые автоматически представляются в виде графиков (круговой, линейной или столбчатой диаграмм), интерактивной карты и статистической таблицы. Таким образом, сразу после заполнения опроса возможно проведение графико-статистического анализа полученных данных.

Заключение. Современные ГИС-технологии дают возможность не только автоматизации процесса сбора полевой информации о благоустройстве городской среды, но и их наглядного и быстрого анализа. Сформированная картографическая база данных позволяет выполнять тематические карты, электронные атласы, аналитические ГИС-системы.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

И. В. СМУЖЕВИЧ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
vsmuzhevich@gmail.com*

Научный руководитель - Н. Н. Шпендик, доцент, к. г. н.

Введение. Проектирование вентиляционных систем требует использования специализированного программного обеспечения (ПО), которое позволяет автоматизировать процессы моделирования, расчета и проектирования. Цель данной работы — провести обзор и сравнительный анализ ПО AutoCAD, MagiCAD, Revit, CADvent и Ventsim для выявления их наиболее эффективного использования.

Методы исследования. Для выполнения обзора и анализа были использованы следующие подходы: исследование технических характеристик ПО на основе официальной документации и обзоров пользователей; проведение сравнительных тестов на основе типичных задач проектирования вентиляционных систем, включая создание 3D-моделей, расчет воздушных потоков и подбор оборудования; сравнение пользовательского интерфейса, доступных инструментов и интеграции с другими программами.

Результаты и обсуждение. Обзор ПО показал, что каждая из программ имеет свои сильные стороны:

- AutoCAD. Универсальная платформа с широким набором инструментов для проектирования. Преимущества включают гибкость и широкую совместимость, однако недостаток — необходимость дополнительных модулей для вентиляции.

- MagiCAD. Специализированное ПО для систем ОВиК (отопления, вентиляции и кондиционирования), удобное для расчетов и подбора оборудования. Преимущества: встроенные базы данных производителей. Недостаток: высокая стоимость лицензии.

- Revit. Мощная BIM-платформа с возможностью интеграции вентиляции в общую модель здания. Отличается высокой точностью и возможностью совместной работы, но требует обучения для эффективного использования.

- CADvent. Программа для проектирования сложных систем вентиляции. Преимущества включают точность расчетов и детализацию.

- Ventsim. Специализированное ПО для вентиляции подземных сооружений, таких как шахты. Преимущества: адаптация к условиям подземного проектирования. Ограниченность применения в традиционных зданиях.

Заключение. Обзор показал, что выбор ПО зависит от специфики задач проектирования, бюджета и уровня подготовки специалистов. MagiCAD и Revit идеально подходят для комплексного проектирования зданий, тогда как Ventsim специализирован для вентиляционных систем. Развитие технологий требуют от специалистов глубоких знаний и умения работать с современными ПО для повышения качества и точности проектных решений.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОВАРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХАХ И В ТОРГОВЫХ ЗАЛАХ

М. Д. ТАРАСЕВИЧ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
makstar348@gmail.com*

Научный руководитель – Л. И. Вабищевич, доцент, к. т. н.

Введение. В работе описываются экономические преимущества использования беспилотных грузовых тележек в производственных цехах, в торговых залах, приводится экономическое обоснование.

Материалы и методы. Использован новый метод ориентации и навигации тележки в заданном помещении [1].

Результаты и обсуждение. Беспилотная грузовая тележка позволит автоматизировать процесс перемещения товаров со склада по торговому залу, между оборудованием в производственных цехах, что позволит значительно снизить человеческий труд, ускорить транспортировку товаров и повысить производительность труда [2, 3]. Даже при нулевом экономическом росте повышение производительности труда позволит экономить ресурсы и более рационально их распределять. Это значит, что в перспективе можно ожидать рост производства: сэкономленный труд задействуется на других участках.

Заключение. Следует резюмировать, что беспилотный транспорт представляет собой инновационную и перспективную область развития, однако для его успешного внедрения необходимо решить ряд существующих проблем и вызовов. Работа над улучшением безопасности, разработка новых типов управления позволит создать благоприятные условия для развития беспилотного транспорта и его успешного использования в различных отраслях экономики [4, 5].

Список цитированных источников

1. Патент на полезную модель ВУ13516, Республика Беларусь, МПК G01C21/04 / Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении // В. Н. Шуть, Е. В. Василюк, И. С. Туз, М. Д. Тарасевич, Е. В. Швецова, заявитель и патентообладатель учреждение образования «Брестский государственный технический университет».
2. Шуть, В. Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В. Н. Шуть, Л. Персия. – Брест : Издательство УО «БрГТУ», 2017. – 230 с.
3. Пегин, П. А. Современные тенденции развития бортовых интеллектуальных транспортных систем / П. А. Пегин, Д. В. Капский, В. В. Касьяник, В. Н. Шуть. – СПб : СПбГАСУ, 2019. – 198 с.
4. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V Shuts, V. Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – V. 12, No 4. – P. 52–60.
5. Шуть, В. Н. Городской автоматический транспорт / В. Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1 (72). – С. 3–7.

КРУПНЫЕ СЕТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ МАГАЗИНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

З. И. ХРИПУНОВА

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, zlatakhripunova@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Объектом исследования выступают республиканские сети объектов розничной торговли продовольственными товарами универсального спроса. Актуальность работы обуславливается недостатком отечественного опыта исследований в данной области. Цель исследования – формирование представления о крупных сетях продовольственных магазинов Республики Беларусь. Основная задача – сбор и анализ соответствующих статистических данных.

Материалы и методы. Сбор данных осуществлялся на основе информации, размещённой в открытых интернет-источниках. Исследование выполнялось с использованием разных групп методов (статистических, аналитических, сравнительных, геоинформационных).

Результаты и обсуждение. Структура сетей розничной торговли Республики Беларусь в последние годы претерпевает значительные изменения: преобладание на рынке крупных торговых организаций, увеличение доли частного бизнеса в структуре отрасли, увеличение торговых площадей и т. д.

В данном исследовании учитывались только сети, осуществляющие розничную торговлю продовольственными товарами универсального спроса, торговые объекты которых распространены более чем в одной административной области Республики Беларусь.

Исходя из собранной информации, в стране осуществляют свою деятельность 16 торговых компаний, владеющих 23 крупными сетями объектов розничной продовольственной торговли.

Наиболее широкое распространение в Беларуси имеют торговые объекты компании ООО «Евроторг» (сети «Евроопт», «Хит!» и «Грошык») – суммарно 1138 объектов. Самой распространённой сетью продовольственных магазинов является «Копеечка» (ЗАО «Доброном»), которая насчитывает 916 магазинов. Наименьшим количеством торговых объектов отличается сеть магазинов-складов «Юнистор» (ООО «ЮниСтор Групп») – 8 магазинов в республике.

Наиболее широкая география распространения торговых объектов характерна для сети «Родны кут», магазины которой располагаются в 314 населённых пунктах страны; наименее широкая – для российской сети супермаркетов «Перекрёсток», владеющей торговыми объектами в трёх городах Республики – Минске, Могилёве и Бобруйске.

Для визуализации особенностей распространения сетей розничной торговли в Беларуси был создан веб-каталог с использованием облачной ГИС.

Заключение. Таким образом, в Республике Беларусь действуют 23 крупные сети продовольственных магазинов. Наиболее распространённой является сеть магазинов «Копеечка», наименее – сеть магазинов-складов «Юнистор».

ИНФОГРАФИКА КАК СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИСТЕМЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ ГОРОДА

Е. А. ЦИБУЛЬСКИЙ, З. И. ХРИПУНОВА

БрГУ имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, jahor.cybulski@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Инфографика – визуализация данных или идей, целью которой является донесение сложной информации до аудитории быстрым и понятным образом. Средства инфографики помимо изображений могут включать в себя графики, диаграммы, таблицы, карты, блок-схемы, списки. Инфографика в общественном питании является мощным инструментом, который помогает визуализировать информацию и облегчить восприятие данных как для потребителей, так и для профессионалов в этой области.

В настоящее время инфографика наиболее актуальна, представление информации на инфографиках является интерактивным и доступным для восприятия. В условиях избытка информации и сокращения времени на восприятие, инфографика помогает выделить ключевые моменты и облегчить понимание, что делает её незаменимой в образовании, маркетинге и журналистике.

Материалы и методы. В исследовании применялись методы анализа литературных источников по теме исследования.

Результаты и обсуждение. Выделяется ряд ключевых аспектов использования инфографики в анализе системы общественного питания. Например, она может использоваться для создания ярких и привлекательных меню, которые не только показывают блюда, но и рассказывают о их ингредиентах, калорийности, способах приготовления и др. Это помогает посетителям быстрее ориентироваться и принимать решения. Инфографика хорошо воспринимается в социальных сетях, где визуальный контент привлекает больше внимания.

Инфографика может использоваться для отображения результатов анализа размещения в пределах города объектов общественного питания разных типов. Например, при изучении кофеен центра Бреста было составлено несколько видов инфографики, отображающей в красочной сжатой форме такие характеристики, как ассортимент, максимальная и минимальная порции кофе, средняя стоимость основных видов кофе, обустроенность кофеен и др.

В настоящее время техническая база для создания инфографики представлена широким выбором, например, онлайн-платформы – Canva, Infogram, Google Charts либо стационарные – Adobe Illustrator, Microsoft PowerPoint. Каждый из этих инструментов имеет свои особенности, поэтому выбор использования зависит от потребностей и уровня подготовки пользователя.

Заключение. Таким образом, инфографика в исследовании общественного питания помогает не только привлекать внимание и информировать клиентов, но и улучшать взаимодействие с ними, повышая уровень обслуживания и лояльность. Она может выступать важной частью научных исследований.

СЕКЦИЯ 5
ТУРИЗМ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

ЭКСКУРСИЯ ПО ЕВРЕЙСКИМ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЯМ БРЕСТА: ПОРТРЕТ ЦЕЛЕВОЙ АУДИТОРИИ

Е. С. ВОЛОЧКОВИЧ

БрГУ имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, lizavolochkovich@gmail.com

Научный руководитель – А. Д. Панько, доцент, к. и. н.

Введение. Объектом исследования является целевая аудитория тематической экскурсии. Это позволит адаптировать экскурсионное предложение, соответствующее интересам и потребностям различных целевых групп. Цель исследования: анализ целевой аудитории тематической экскурсии в городе Бресте на еврейскую тематику.

Материалы и методы. Для достижения поставленных целей использовались различные методы, включая наблюдение, интервью с гидами и представителями туристических компаний, а также статистические данные о туристическом потоке в Бресте.

Результаты и обсуждение. Целевая аудитория тематической экскурсии на еврейскую тематику в Бресте представляет собой разнообразную группу, которую можно разделить на несколько демографических категорий:

Туристы. Возраст: включает людей разных возрастов, от молодежи (18–30 лет) до пожилых людей (65+); национальность: местные жители и иностранцы, в том числе туристы из стран СНГ, Европы, Израиля и США; интересы: заинтересованы в культурном и историческом наследии, часто имеют предшествующий интерес к еврейской культуре.

Исследователи. Возраст: обычно это студенты (18–25 лет) и молодые ученые (25–40 лет); образование: высшее образование или обучение в вузах, часто изучающие историю, социологию или культурологию. Цели: ищут информацию для научных работ, диссертаций или личных исследований.

Потомки евреев. Возраст: разнообразный, от молодежи до пожилых людей, но часто 30–60 лет; происхождение: люди, чьи предки были евреями и эмигрировали либо те, кто хочет узнать полезную информацию о культуре и традициях своих корней.

Ожидания. Все группы ожидают, что экскурсия будет не только образовательной, но и эмоционально насыщенной, с акцентом на личные истории и взаимодействие с культурным наследием. Для адаптации экскурсионных программ рекомендуется улучшить содержание, добавив интерактивные элементы, разработать специализированные маршруты для разных групп и активно продвигать программы через социальные сети и туристические платформы.

Заключение. Тематическая экскурсия на еврейскую тематику в Бресте представляет собой важный туристический продукт, способствующий сохранению культурного наследия и привлечению туристов. Понимание характеристик и потребностей целевой аудитории позволит адаптировать экскурсионные программы, повысить их привлекательность и, в конечном итоге, способствовать развитию туризма в регионе.

ПЕШЕХОДНЫЕ ПЕРЕХОДЫ ГОРОДА ЖАБИНКИ: АНАЛИЗ И ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Н. Г. ВОЛЫНЕЦ

БрГУ имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, nikolayvolynec@gmail.com

Научный руководитель – Т. А. Шелест, доцент, к. г. н.

Введение. Пешеходные переходы – ключевой элемент городской инфраструктуры, обеспечивающий безопасность пешеходов. Актуальность работы обусловлена необходимостью оптимизации сети пешеходных переходов в условиях роста уровня автомобилизации, а также положительным мировым опытом применения ГИС для пространственного анализа транспортных объектов. Цель исследования – анализ пешеходных переходов города Жабинки и составление картографической базы для выявления проблемных зон и разработки рекомендаций по улучшению их расположения и оснащения.

Материалы и методы. Был проведен полевой сбор данных, в ходе которого зафиксированы координаты пешеходных переходов города Жабинки, тип их разметки, количество дорожных полос, уровень занижения бордюров, качество освещения, наличие светофоров, островков безопасности, препятствий в треугольнике боковой видимости, искусственных неровностей, разметки велосипедных переездов и тактильных наземных указателей. Маршрут сбора данных проходил по основным улицам города с отступлениями на второстепенные улицы, где были обнаружены переходы при помощи спутниковых снимков. Сбор данных проводился с использованием программы «ArcGIS Survey123».

Результаты и обсуждение. Были собраны данные по 112 пешеходным переходам, что составляет более 90 % всех размеченных переходов города.

Выявлены следующие особенности: наибольшая концентрация переходов вблизи многоэтажной застройки; 93 % переходов расположены на двухполосных дорогах; только 10 % обеспечено светофорами; 81 % обозначен разметкой 1.14.1 (белая зебра); полностью отсутствует разметка 1.14 (велосипедный переезд) и островки безопасности; на 20 % наблюдаются препятствия в треугольнике боковой видимости; на 82 % переходов бордюры занижены, но только на 29 % занижение выполнено на безбарьерном уровне; 57 % пешеходных переходов обеспечено освещением, 8 % – специализированным направленным светом; 21 % расположен рядом с искусственной неровностью или имеет приподнятую разметку; 23 % обеспечено тактильными наземными указателями (6 % только с одной стороны).

Заключение. Выполнен анализ и проведено ГИС-картографирование пешеходных переходов города Жабинки. Полученные данные могут служить основой для осуществления мероприятий по повышению безопасности пешеходов и совершенствованию сети пешеходных переходов города, что будет способствовать снижению количества инцидентов и нарушений правил проезда пешеходных переходов водителями.

РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО ТУРИСТИЧЕСКОГО РЫНКА В БЕЛАРУСИ

У. А. ВОЛЫНЕЦ, Е. Г. БЕЛИКОВА

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
belikowa@yandex.ru*

Научный руководитель – Е. Г. Беликова, старший преподаватель

Введение. В Республике Беларусь в 2024 г. стоимость туров, оплаченных туристами, приблизилась к 2 млрд рублей, что на треть больше, чем в 2023 г. (1,4 млрд руб.). Однако 86 % этой суммы пришлось на выездной туризм (1,63 млрд руб.). Въездной туризм составил около 136 млн руб., внутренний – чуть больше 120 млн руб. В связи с этим доходы от туристической отрасли не радуют. Поэтому нужны изменения по развитию внутреннего туризма в Республике Беларусь. По данным Белстата в 2024 году Республику Беларусь посетило 366,7 тыс. иностранных туристов, в 2023 г. – 331,1 тыс., а в 2022 г. – 143 тыс. человек.

Результаты и обсуждение. В качестве примера для развития внутреннего туризма можно рассмотреть опыт Китайской Народной Республики, которая занимает второе место в мире по объему внутренних путешествий [5].

Одним из ключевых направлений развития внутреннего туризма в Беларуси является изменение законодательства. Госстандарт утвердил программу разработки профессиональных стандартов в сфере туризма на 2025–2027 годы, которая будет включать в себя аспекты внутреннего туризма.

Утвержден новый профессиональный стандарт «Специалист по туризму», целью которого является продвижение и реализация туров, а также оказание туристических услуг. Создание реестра инструкторов по активному туризму, этот документ будет синхронизирован с аналогичными разработками в России, что позволит гармонизировать стандарты с международными документами [3].

В 2025 году запланированы изменения, касающиеся услуг гостиниц и аналогичных средств размещения, а также новых стандартов на туристические символы и экскурсионное обслуживание.

В 2026–2027 годах будут разработаны стандарты, касающиеся пешеходного туризма, горнолыжных комплексов и других видов активного отдыха.

Заключение. Разработанная программа по развитию внутреннего и въездного туризма в Беларуси направлена на создание условий для эффективного функционирования туристической сферы, формирование конкурентоспособного национального туристического продукта и повышение качества туристических услуг. Внедрение новых профессиональных стандартов и гармонизация с международными практиками будут способствовать улучшению качества подготовки кадров и развитию туристического сервиса в стране.

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ В РАЗВИТИИ ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

М. Д. ГОЙШИК, Е. Г. БЕЛИКОВА

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
belikowa@yandex.ru*

Научный руководитель – Е. Г. Беликова, старший преподаватель

Введение. В 2024 году стоимость туров, оплаченных туристами в Беларуси, приблизилась к 2 млрд рублей, что на треть больше, чем в 2023 году (1,4 млрд руб.). Однако 86 % этой суммы пришлось на выездной туризм (1,63 млрд руб.), в то время как въездной составил около 136 млн руб., а внутренний — чуть больше 120 млн руб. Эти данные указывают на необходимость внедрения изменений для стимулирования внутреннего туризма в стране.

Результаты и обсуждение. Одним из ключевых направлений для улучшения ситуации является законодательное регулирование. Для этого Госстандарт утвердил программу разработки профессиональных стандартов в сфере туризма на 2025–2027 годы. Эти стандарты будут касаться туристических символов, компетенций персонала и услуг гостиниц, что позволит повысить уровень сервиса и качества предоставляемых услуг. Важным шагом стало постановление Министерства труда и социальной защиты от 30.08.2024 № 69, которое утвердило новый профессиональный стандарт «Специалист по туризму». Этот стандарт определяет содержание трудовых функций и требования к квалификации, что способствует профессиональному росту специалистов в области туризма и улучшению качества туристических услуг. Также в Беларуси разрабатывается реестр инструкторов по активному туризму, который будет синхронизирован с аналогичными документами в России. Это позволит создать единую нормативную базу и гармонизировать стандарты с международными требованиями. В 2025 году планируется разработка изменений к стандартам, касающимся гостиничных услуг, а также новая редакция государственного стандарта на туристические символы и экскурсионное обслуживание. В 2026 году будет расширена нормативная база, включая системы управления устойчивым развитием гостиничных учреждений и услуги речных круизов. На 2027 год запланированы стандарты, регулирующие пешеходный туризм и услуги горнолыжных комплексов. Кроме того, особое внимание уделяется разработке секторальной рамки квалификаций (СРК), которая станет важным элементом национальной системы квалификаций (НРК). Это позволит унифицировать требования и улучшить взаимодействие между системой образования и рынком труда.

Заключение. Разработанная программа направлена на развитие внутреннего и въездного туризма в Беларуси, создание условий для эффективного функционирования сферы, формирование конкурентоспособного национального туристического продукта и повышение качества туристических услуг. Законодательные инициативы и профессиональные стандарты будут способствовать улучшению туристического сервиса и подготовке высококвалифицированных кадров в стране.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРАКТИВНЫЙ КАТАЛОГ «ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЕ ЦЕННОСТИ МОГИЛЕВА»

Е. А. ЗЕМЦОВА

БрГУ имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, iwkelee@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Географические информационные системы (ГИС) играют важную роль в изучении и визуализации историко-культурных достопримечательностей городов, а том числе их историко-культурных ценностей (ИКЦ). В настоящее время перечень ИКЦ Беларуси представлен в виде интернет-таблицы. Использование ГИС-технологий при изучении ИКЦ имеет множество преимуществ: картографирование и визуализация, анализ пространственных данных, использование в туризме. Современные ГИС позволяют создавать детализированные карты либо веб-приложения, на которых можно визуализировать расположение историко-культурных объектов, а также размещать информацию о них. Это помогает как исследователям, так и туристам.

Материалы и методы. Материалами для создания ГИС-каталога являются данные Государственного списка историко-культурных ценностей Республики Беларусь, а также собственные исследования. Основными методами являются геоинформационные (элементы конструктора ArcGIS StoryMaps облачной платформы картографирования ArcGIS Online).

Результаты и обсуждение. Интерактивный каталог «Архитектурные историко-культурные ценности г. Могилева» (<https://arcg.is/1fbaCO>) был создан в ArcGIS StoryMaps. Создание каталога изначально подразумевает создание системы, содержащей отдельные разделы (вкладки) со структурированными сведениями об объектах одного вида (типа).

Для создания каталога использовались различные элементы конструктора ArcGIS StoryMaps, такие как «текст», «таблица», «тур по карте» (компоновка «список»), «изображение», «разделитель».

Выбор дизайна каталога также являлся важным пунктом в его создании, так как он очень влияет на восприятие информации. Темой для каталога была выбрана «Mesa». Тема выполнена в коричнево-бежевых цветах, которые наиболее подходят для темы архитектуры, включает тонкий шрифт.

Каталог отображает историко-культурные ценности (ИКЦ) Могилева и содержит в себе пять разделов: 1. Могилев. 2. Историко-культурные ценности. 3. 1 категория. 4. 2 категория. 5. 3 категория.

Каждый раздел имеет свою задачу. Так, разделы «Могилев» и «Историко-культурные ценности» дают краткую информацию о городе и его ИКЦ соответственно, а разделы «1, 2, 3 категории» систематизируют данные о ИКЦ одной категории в один «тур по карте» (веб-карту), таким образом показывают их месторасположение, фотографию краткую информацию об объектах.

Заключение. Данный веб-каталог является наглядным примером использования ГИС-технологий в изучении историко-культурных ценностей, в частности для визуализации и структурирования информации.

НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БГК «МЕШКОВ БРЕСТ»

В. А. ЗУБОВИЧ

БрГУ имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, zubovich5a@gmail.com

Научный руководитель – С. А. Заруцкий, доцент, к. г. н.

Введение. В спортивной деятельности БГК «Мешков Брест» можно выделить три основных направления: сам клуб БГК «Мешков Брест», фарм-клуб ЦОР-БГК и детско-юношеская гандбольная лига Zubr Cup.

Результаты и обсуждение. Спортивная деятельность БГК «Мешков Брест» в первую очередь направлена:

- на участие в чемпионатах, турнирах, соревнованиях различного рода. Уже в первые годы существования БГК стал лидером белорусского гандбола, а позже закрепился в числе лучших команд Европы;

- трансферы игроков, проводимые в специально отведённый период для покупки, продажи и аренды игроков;

- неотъемлемой частью является тренировочный процесс. У клуба есть хорошая тренировочная площадка – ЦОР «Виктория», оборудованная по последнему слову техники, с разнообразным инвентарем. В распоряжении клуба есть тренажерный зал. Также за тренировочными процессами следят специалисты высокого уровня. За все время существования клуба здесь успели поработать тренеры из Украины, Испании, Португалии и многих других стран, которые принесли опыт зарубежных команд и значительно увеличили качество тренировочного процесса;

- восстановительный процесс игроков. На данный момент в команде есть игроки с серьезными травмами, за их состоянием следят лучшие специалисты. В клубе есть договоренности с клиниками Беларуси и лучшими физиотерапевтами. У команды в штате есть два физиотерапевта, которые всегда следят за состоянием игроков, помогают в скорейшем восстановлении.

В спортивной деятельности БГК нельзя не выделить команду ЦОР-БГК, за которую выступают молодые спортсмены, которые в будущем будут играть за ведущие клубы не только Беларуси, но и Европы. Практика перехода из фарм-клуба в основной состав регулярна.

Так же клуб проявляет заботу о подрастающем поколении, они создали социально ориентированный проект – детскую гандбольную лигу Zubr Cup под патронажем клуба. Благодаря лиге более 1500 детей со всей страны не только имеют возможность заниматься гандболом, но и путешествуют по стране, познают ее историю и культуру. Также игроки клуба проводят тренировки для ребят, делятся опытом.

Заключение. Нынешний спорт является четко выстроенным механизмом получения прибыли, как и любой другой бизнес. Только этот направлен на поддержание здоровья человека, что делает его на порядок лучше, чем какой-либо другой вид заработка денег. И как и в любой другой отрасли, для управления данным механизмом нужен человек – управляющий или просто менеджер. Поэтому менеджмент в спорте очень важен.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛЬТРАЛОКАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДСКИХ КВАРТАЛОВ

Е. А. ЦИБУЛЬСКИЙ, В. В. ИВАНИСЬ

БрГУ имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, jahor.cybulski@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. В современных исследованиях городской среды большое место занимают работы, посвященные анализу ее благоустройства либо комфортности. В то же время чаще всего данные работы связаны с проведением оценочных работ, когда на основании выбранных показателей проводится сравнительная характеристика большого количества внутригородских объектов (кварталов, улиц, зеленых территорий и др.). Большое значение приобретают ультралокальные исследования, связанные с углубленным подробным анализом небольших по площади территорий. В данной работе приводятся перспективные направления крупномасштабных исследований благоустройства городских кварталов.

Материалы и методы. Исследование проводилось в летний период 2024 года на примере жилого квартала в исторической части Бреста, ограниченного улицами Комсомольской, Маяковского, Карла Маркса и Гоголя. Квартал характеризуется сочетанием разновременной застройки. Для выполнения работы использовались наблюдение, полевые, статистические, исторические (изучение разновременных карт и описаний квартала), геоинформационные методы.

Результаты и обсуждение. При изучении благоустройства городского квартала было предложено несколько основных направлений:

1. *Экологическое.* Включало изучение озелененности. Была составлена полная картографическая база данных всех древесных растений. На территории квартала произрастает 172 дерева и кустарника (74 из которых чужеродных), которые создают общую площадь тени более 300 м². С использованием ГИС-технологий было выполнено флористическое картографирование квартала, а также оценка общего состояния растений и выполнена их эстетическая оценка.

2. *Функциональное.* Заключалось в изучении особенностей застройки (была составлена типизация внутриквартальных объектов по функциональному назначению (жилые, хозяйственные, административные и др.); инфраструктуры для отдыха (лавочки, детские площадки и др.); городской мобильности (парковки для велосипедов, удобные заезды); наличие умных технологий.

3. *Геометрическое.* Состояло в изучении городских каньонов, т. е. формы улицы в профиль, от расположения и характеристик городского каньона зависит микроклимат, состояние воздуха и др. Были выполнены замеры вдоль всего квартала и составлена карта городских каньонов.

Заключение. Таким образом, современные исследования благоустройства городских кварталов могут проводиться на ультралокальном уровне и быть весьма разнообразными и информативными.

ГИС-КОЛЛЕКЦИЯ «ВИРТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ БРЕСТА»

А. А. ИГНАТЧУК, Д. С. ПОЛЯЧОК

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, angelokbrest@gmail.com, polyasokdaria103@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Наиболее распространенными и востребованными ГИС-продуктами как в современных университетах, так и в школах являются виртуальные (интерактивные) экскурсии. В этой статье представлен пример разработки и объединения в единой ГИС-оболочке экологических виртуальных экскурсий, возникших в ходе научной и учебной деятельности.

Материалы и методы. Для выполнения исследования использовался конструктор ArcGIS StoryMaps облачной платформы картографирования ArcGIS Online. ArcGIS StoryMaps позволяет создавать интерактивные и визуально привлекательные картографические веб-приложения (так называемые «карты историй»), используя веб-карты, текстовые описания, изображения и другие мультимедийные элементы. Коллекция StoryMaps представляет собой набор связанных историй, которые могут быть объединены по определенной теме или проекту. В Интернете можно найти много примеров использования коллекции ArcGIS StoryMaps, среди которых самыми популярными являются образовательное (объединение учебных материалов), социальное (группировка карт-историй по отдельным социальным проектам) и туристическое (создание интерактивных путеводителей) направление.

Результаты и обсуждение. В данном исследовании приводится пример создания туристической коллекции, основная цель которой объединение серии виртуальных экологических экскурсий Бреста (<https://arcg.is/mTafr>).

Виртуальные экологические экскурсии создавались с использованием конструктора ArcGIS StoryMaps. Данные экскурсии разрабатывались для разных территориальных уровней (всего Бреста, отдельных микрорайонов, городских парков, улиц и др.). Например, «Синяя» экскурсия Брестской крепости», «Green Line Brest: интерактивный веломаршрут по территории Бреста» и др.

Экскурсии выполнялись с использованием элемента конструктора «тур по карте». «Тур по карте» представляет собой простое картографическое веб-приложение, где происходит объединение набора местоположений (точек) на карте с различными типами информации по данным точкам. В частности, к каждому местоположению можно привязать название точки, ее описание, иллюстрацию (набор иллюстраций), кнопки, гиперссылки и др.

Для объединения созданных экскурсий они были объединены в единую коллекцию, где можно просмотреть их все по очереди или выбирая каждую.

Заключение. Таким образом, инструменты ГИС-технологий (коллекция ArcGIS StoryMaps) позволяют упростить процесс объединения виртуальных экскурсий, их распространения и популяризации.

ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА «ОСТАНОВКИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА БРЕСТА»

М. В. КАСЯНЮК

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, mariabartasevic12@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Остановки общественного транспорта являются важными узлами городской инфраструктуры. Они являются местами, где пассажиры могут ожидать свои маршруты, и играют ключевую роль в организации транспортного потока. Правильное размещение и удобство остановок влияют на доступность общественного транспорта, что, в свою очередь, сказывается на качестве жизни горожан. Для оценки размещения остановок можно использовать возможности ГИС-анализа, в том числе простые инструменты в виде редактора легенды.

Материалы и методы. Цель выполнения информационно-справочной системы (ИСС) – отобразить возможности создания карт для целей ГИС-анализа с использованием разных типов редактора легенды Map Viewer облачной платформы картографирования ArcGIS Online. Исходными данными являются табличные сведения автобусного парка Бреста, преобразованные в интерактивную картографическую базу данных в виде веб-карты (<https://arcg.is/0OHsy1>).

Результаты и обсуждение. ИСС объединяет 11 интерактивных карт, созданных с использованием разных типов легенды ГИС, а также двух способов агрегирования. Система выполнена с использованием картографического веб-конструктора ArcGIS Instant Apps шаблона «Портфолио» (<https://arcg.is/0jei4a1>). Данный шаблон дает возможность объединять в единую систему коллекции файлов разных типов (в том числе изображений), веб-карты, ссылки на другие интерактивные страницы. В данном случае использовалось объединение интерактивных карт, созданных с применением разных типов легенды. Т. к. данная система создавалась в первую очередь для описания возможностей использования разных типов легенды для проведения ГИС-анализа, то в описательной части к каждой карте давалась краткая характеристика данного типа легенды и собственно самой карты.

Каждая интерактивная карта включает: 1) легенду (она находится в свернутом виде, чтобы не загружать сразу внешний вид системы); 2) всплывающее окно, которое содержит информацию для каждой остановки. При составлении карт использовались самые разные возможности редактора легенды: для разных карт применялись разные типы значков; настраивались цвета исходя из логики исследования (в Бресте автобусы преимущественно зеленого цвета, троллейбусы – синего); при значительном перекрытии значков использовались возможности настройки прозрачности цвета и яркого контура.

В связи с большим количеством остановок в городе Бресте и плотным расположением друг к другу в пределах центральных микрорайонов использование интерактивной карты позволяет, изменяя ее масштаб, подробно изучать сеть остановок транспорта в городе.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ВЕБ-КАТАЛОГ «ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БРЕСТА»

В. Г. ЛЫЧИК

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, veronikalyscik@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Ландшафтно-рекреационные территории (ЛРТ) – это озелененные территории, основная функция которых – организация отдыха населения. В городе они включают парки, скверы, бульвары, ботанические и дендросады, озеленённые территории общественных центров и др. Их важность многогранна и охватывает различные аспекты городской жизни. Таким образом, большое значение играют исследования, направленные на инвентаризацию и картографическую визуализацию данных об ЛРТ с описанием их характеристик.

Материалы и методы. Цель работы – выполнение картографического веб-каталога «Ландшафтно-рекреационные территории г. Бреста», отображающего структуру, пространственные особенности размещения и основные сведения об основных ЛРТ города. Веб-каталог создан с использованием средств облачной платформы картографирования ArcGIS Online. Исходными данными являются сведения организаций, ответственных за управление ЛРТ, картографические сервисы и собственные полевые исследования.

Результаты и обсуждение. Для визуализации и анализа информации об ЛРТ был создан сложный интерактивный каталог с использованием шаблона ArcGIS StoryMaps, который включает пять разделов: парки, скверы, бульвары, дендросады и озелененные территории общественных центров (ОТОЦ). Каждый раздел состоит из нескольких частей. Первая часть – это краткое, структурированное описание каждой зеленой территории. В описательной части к каждой зеленой территории приводится следующая информация: расположение, год создания, площадь и основные сведения. Также каждая картируемая ландшафтно-рекреационная территория сопровождается фотографией. Вторая часть – интерактивная карта, на которой с помощью метода значков нанесены эти ландшафтно-рекреационные территории города. Каждая карта каталога отображает только отдельные виды ЛРТ и имеет свой цвет. Преимущество такого каталога состоит в доступности информации в любое время, удобстве использования, интерактивности (пользователи могут взаимодействовать с картой, приближать и отдалять масштаб, перемещаться по территории города, выбирать объекты и получать о них информацию), а также пользователи могут быстро находить нужные ЛРТ по различным критериям, таким как тип, размер, расположение, доступность и т. д.

Заключение. Таким образом, с помощью картографического веб-каталога можно анализировать данные и визуализировать информацию об ЛРТ. Систематическое описание ЛРТ служит основой для принятия обоснованных решений, направленных на удовлетворение потребностей общества в отдыхе и рекреации, поддержание экологического баланса и повышение качества жизни.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРИЕМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТРО ЩЕЛЕВОГО ТИПА

М. В. ЛЯШЕНКО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
tixehko@gmail.com*

Научный руководитель – В. Н. Шуть, доцент, к. т. н.

Введение. В работе описываются экономические преимущества использования метро щелевого типа перед классическим, приводится экономическое обоснование.

Материалы и методы. Использованы расчеты, выполненные в рамках эскизного проектирования системы.

Результаты и обсуждение. Согласно данным по стоимости материалов на один километр изготовления конструкций метро щелевого типа в заводских условиях в ценах на 01.01.2024 г. в рублях Республики Беларусь, общая стоимость с земляными работами составила 2 122 833 белорусских рубля или 707 611 доллара. Изготовление одного километра железнодорожного пути стоит 3 млн долларов. Добавим сюда 1 млн долларов на монтаж одного километра конструкций и 1 млн на оборудование подземных остановочных пунктов, то получим стоимость около 6 млн долларов. Один километр стоимости современного метро начинается с 40 млн долларов. Таким образом, экономический эффект на один километр пути метро составляет 34 млн долларов. Основной экономический эффект состоит в низкой стоимости строительства, а также в его высокой скорости. Помимо этих параметров имеются и другие. Например, скорость доставки пассажиров к месту работы (скорость в 3–5 раз выше).

С реализацией данного проекта станет возможным строительство метро не только в крупных городах, но и в областных центрах с населением более 300 тысяч. Первоочередными в этом процессе освоения станет Республика Беларусь и Российская Федерация

Заключение. Таким образом, прокладка транспортных линий метро щелевого типа позволяет не только ускорить и удешевить сам процесс строительства метро, но и увеличивает пропускную способность и оптимизирует использование транспортных средств за счет внедрения интеллектуальных технологий.

Список цитированных источников

1. Шуть, В. Н. Новый тип роботизированного метрополитена низкой стоимости и высокой энергоэкономичности / В. Н. Шуть, В. В. Касьяник, А. В. Тур // Сборник статей II Международной научной конференции «Актуальные проблемы исследования материалов, конструкций, технологий и организации строительства в трансграничном аспекте». – Брест : Издательство БрГТУ, 2017. – С. 243–246.

2. Шуть, В. Н. Щелевое интеллектуальное метро «Кротовые норы» / В. Н. Шуть, А. В. Тур, Г. Г. Гогоберидзе // Вестник БрГТУ Физика, математика, информатика, 2018. – № 5 (113). – С. 44–47.

ТУРИСТСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА БЫХОВСКОГО РАЙОНА

К. А. МАКАР

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
kristina.mazurina.02@mail.ru*

Научный руководитель – А. Е. Яротов, директор НИИЦ МО БГУ, к. г. н.

Введение. Объектом данного исследования выступает имеющаяся туристская инфраструктура (ТИ) Быховского района. Актуальность обусловлена растущим интересом к внутреннему туризму в Беларуси. Развитая инфраструктура туристских зон способна значительно увеличить экономическую устойчивость регионов. Цель работы – анализ текущего состояния объекта исследования.

Материалы и методы. Сбор данных осуществлялся с сервисов «Яндекс Карты» и «Google Карты». Далее полученные данные были систематизированы при помощи Microsoft Excel. Для визуализации использовался ArcGIS 10.7.

Результаты и обсуждение. Быховский район является одним из крупнейших районов Республики Беларусь. В него входит один город и 183 сельских населенных пунктов, из всего перечня наличие ТИ обладает в 19 населенных пунктах. Было зафиксировано и отнесено к числу объектов туристской инфраструктуры: 27 агроэкоусадьб, 20 средств размещения, 9 объектов питания, 31 продуктовый магазин, 4 аптеки, 4 АТМ, 4 АЗС (рисунок).

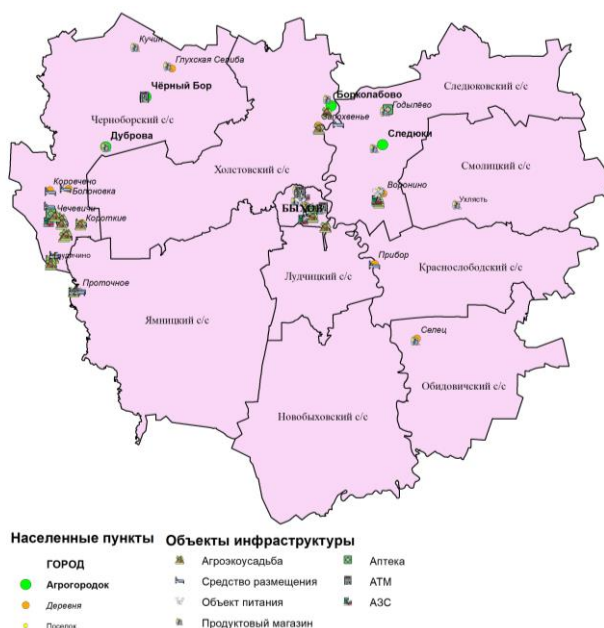


Рисунок – Туристская инфраструктура Быховского района

Заключение. На основе полученных результатов можно говорить об необходимости инвестиций в развитие туристской инфраструктуры Быховского района, так как имеющейся базы недостаточно для устойчивого развития туризма в региональном контексте. Наиболее оснащенными и готовыми к принятию туристских потоков являются г. Быхов и населенные пункты, входящие в «Чигиринский туристический кластер» (южная часть Черноборского с/с), а также д. Коровчено, где расположен загородный комплекс «Чигиринка».

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИЗВЕСТНЫХ МУЗЕЕВ-УСАДЕБ БЕЛАРУСИ

Е. С. НИКОЛАЕВА

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, kat55413@gmail.com

Научный руководитель – С. А. Заруцкий, доцент, к. г. н.

Введение. Музеи-усадьбы не только являются хранителями уникальных коллекций, отражающих многовековую историю, быт и традиции белорусского народа, но и служат популярными туристическими объектами, привлекающими внимание как местных жителей, так и иностранных гостей.

Материалы и методы. Был проведен сравнительный анализ туристической деятельности четырех известных музеев-усадоб Беларуси (усадьба М. К. Огинского в д. Залесье, усадьба Немцевичей в д. Скоки, музей «Лошицкая усадьба» в г. Минске, дворец Тызенгауза в г. Постава) по следующим критериям: расположение, состояние экспонатов, наличие фирменных сувениров, разнообразие предлагаемых услуг, время на экскурсию, освоенность приусадебной территории и др.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ усадеб-музеев по показателям развития туристической деятельности показал, что самый высокий уровень имеют усадьба М. К. Огинского и Лошицкая усадьба. Усадьба Огинского обладает богатой историей и привлекательным культурным контекстом, успешно сочетает традиционные экскурсии с современными культурными событиями, что обеспечивает высокий интерес со стороны как туристов, так и местных жителей. Лошицкая усадьба, в свою очередь, привлекает внимание через акценты на этнотуризм и активные виды досуга, что располагает к формированию позитивного имиджа места и интереса к природе.

Средний уровень развития туристической деятельности наблюдается в усадьбе Немцевичей. Этот музей обладает историческим значением и проводит интересные образовательные программы, что делает его привлекательным для школьных экскурсий и культурных мероприятий. Однако для того, чтобы повысить свою конкурентоспособность на фоне лидеров, усадьбе необходимо увеличить ассортимент предлагаемых услуг и активнее развивать мероприятия, способные привлечь более широкую аудиторию. Дворец Тызенгаузов демонстрирует отставание в туристической активности. Несмотря на его архитектурные и исторические достоинства, объект не смог завоевать должного интереса среди туристов. Это связано с недостатком разнообразия в предлагаемых услугах и культурных мероприятиях. Стоит рассмотреть возможность внедрения новых программ и мероприятий, которые могли бы повысить привлекательность дворца как культурного и туристического объекта.

Заключение. Перспективы развития туристической деятельности этих музеев-усадоб зависят не только от их исторической значимости, но и от способности адаптироваться к современным требованиям туристического рынка. Акцент на разнообразие предлагаемых услуг и активное вовлечение аудитории через культурные мероприятия представляется ключевым фактором для повышения их привлекательности и успеха в будущем.

ТУРИЗМ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

К. О. ОСТАПОВИЧ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
K.ostapovich@internet.ru*

Научный руководитель – Е. К. Антонюк, старший преподаватель

Введение. Туризм является одним из самых важных факторов устойчивого развития региона, так как напрямую связан с экономикой, социальной структурой, экологической составляющей и может оказывать положительное влияние на здоровье отдыхающих. Устойчивый туризм позволяет региону использовать культурные и природные ресурсы таким образом, чтобы не только минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и население, но и поддерживать их актуальность для последующих поколений.

Методы исследования. Основой исследования являются статистические данные о туристических потоках, сравнительный анализ полученных данных, экономические показатели, опросы местного населения и туристов, а также анализ экологической нагрузки.

Результаты и обсуждение. Экономическая роль туризма. С экономической точки зрения туризм – это развитие малого и среднего бизнеса, создание рабочих мест, увеличение доходов местного населения и привлечение инвестиций. Развиваются такие отрасли, как гостиничный бизнес, общественное питание, сувенирные производства. Что, в свою очередь, увеличивает поступления денежных средств в бюджет региона, что создаёт дополнительные ресурсы для развития инфраструктуры.

Социальное значение туризма. Здесь значимость туризма связана с развитием межкультурных связей, образовательных процессов, поддержанием исторического культурного наследия и традиций местного населения. Кроме того, это способствует развитию чувства взаимопонимания и толерантности по отношению к другим нациям, что в современном мире является не мало важным человеческим фактором. Экологическая устойчивость туризма. Экологическая составляющая устойчивого развития туризма направлена в первую очередь на сохранение биологического разнообразия природы и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Это связано с развитием экологических технологий, использования вторичных материальных ресурсов, экологически чистого транспорта, также озеленением и посадкой деревьев, сохранением флоры и фауны, чем непосредственно занимаются программы экотуризма. Популярностью в экотуризме пользуются экологические тропы, которые позволяют туристам безопасно изучать природные территории и направлять поток путешественников, что снижает риск разрушения природных ландшафтов.

Заключение. Туризм для устойчивого развития регионов является мощным инструментом, который объединяет экономическую, социальную, экологическую и другие составляющие. Он не только приносит доход регионам, но и сохраняет их уникальность.

ГАСТРОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ТУРИСТОВ В ОРГАНИЗАЦИИ ГАСТРОНОМИЧЕСКИХ ТУРОВ ПО МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. ПОТЕЙЧУК

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, verookapo@gmail.com

Научный руководитель – С. А. Заруцкий, доцент, к. г. н.

Введение. Гастрономический туризм становится важной частью туристической индустрии, привлекая интерес как местных жителей, так и туристов. В Беларуси наблюдается рост интереса к гастрономическим путешествиям благодаря разнообразию местной кухни и кулинарным традициям.

Материалы и методы. Для выявления гастрономических предпочтений жителей Беларуси в организации гастрономических туров по Минской области было проведено онлайн-анкетирование, в котором приняло участие 128 человек.

Результаты и обсуждение. Минская область, расположенная в центре Беларуси, является не только административным, но и кулинарным сердцем страны. Этот регион обладает богатым гастрономическим наследием, которое отражает как национальные традиции белорусской кухни, так и уникальные особенности, характерные для центральной части страны.

Результаты социологического исследования показали, что туристы при посещении Минской области предпочитают белорусскую кухню другим. Гастрономические туры не являются распространенной практикой среди респондентов, и лишь небольшая доля населения имеет опыт участия в них. Дегустации играют ключевую роль в гастрономических турах для респондентов.

Большинство участников предпочитают двухдневные гастрономические туры, что может указывать на неограниченность времени или желание получить больше впечатление от местной кухни. Ценовая чувствительность высока, и большинство респондентов ориентированы на доступные варианты, что может быть важным аспектом для планирования будущих туров. Высокий интерес к гастрономическим событиям при высоком уровне знакомства с белорусской кухней создает большие возможности для организаторов мероприятий. Есть высокий интерес к белорусской кухне среди большинства респондентов, что указывает на повышенную осведомленность или популяризации этих блюд. Знания о гастрономическом туризме варьируются, но значительное количество людей имеет положительное восприятие этой темы, что может быть использовано для развития гастрономического туризма в регионе. Высокий уровень осведомленности о местных производствах может быть использован для продвижения гастрономического туризма, так как люди уже имеют базовые знания о продуктах.

Заключение. Таким образом, гастрономический туризм в Минской области имеет значительный потенциал для развития. Высокий интерес к белорусской кухне и гастрономическим событиям создает условия для расширения предложений. Положительная оценка гастрономических туров открывает возможности для маркетинговых инициатив и улучшения туристических программ, что будет способствовать развитию региона.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ МАССОВОГО ТУРИЗМА

А.В. РАДИВОНЮК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
radivonyuksa@mail.ru*

Научный руководитель – С. В. Басов, доцент, к. т. н.

Введение. Массовый туризм как одна из наиболее динамично развивающихся отраслей экономики оказывает значительное влияние на экологическую устойчивость регионов. Объектом исследования являются природные и культурные ресурсы, подвергающиеся воздействию туристических потоков. Актуальность работы обусловлена необходимостью осознания негативных последствий, связанных с увеличением числа туристов, и поиска путей их минимизации. Цели исследования заключаются в анализе экологических последствий массового туризма и разработке рекомендаций по устойчивому развитию туристической отрасли. Задачи включают выявление основных экологических проблем, связанных с массовым туризмом, и оценку их влияния на окружающую среду.

Материалы и методы. В ходе исследования использованы данные статистики международных туристических организаций, а также результаты научных публикаций по экологии и устойчивому развитию. Применялись методы анализа, сравнения и систематизации информации о влиянии массового туризма на экосистемы различных регионов. Также проведены кейс-стадии по примерам стран с высоким уровнем туристической активности, таких как Испания, Таиланд и Исландия.

Результаты и рассуждения. Результаты исследования показывают, что массовый туризм приводит к ряду экологических проблем. Во-первых, это деградация природных экосистем из-за чрезмерной эксплуатации ресурсов, таких как вода и земля. Во-вторых, увеличение отходов и загрязнение окружающей среды: туристы зачастую не соблюдают правила утилизации мусора, что приводит к загрязнению пляжей и природных заповедников. В-третьих, массовый туризм негативно влияет на биоразнообразие: разрушение мест обитания животных и растений в результате строительства инфраструктуры и увеличения потока людей.

Обсуждение результатов показывает необходимость перехода к устойчивым практикам в туристической отрасли. Рекомендуется внедрение концепции ответственного туризма, которая включает в себя меры по снижению негативного воздействия на природу, такие как ограничение числа туристов в уязвимых зонах, развитие экотуризма и активное участие местных сообществ в управлении туристическими потоками.

Заключение. Таким образом, массовый туризм имеет значительные экологические последствия, требующие комплексного подхода к их решению. Разработка стратегий устойчивого развития в сфере туризма позволит сохранить природные ресурсы для будущих поколений и обеспечить гармоничное сосуществование человека и природы.

ВОЗМОЖНОСТИ ВОСХОЖДЕНИЯ НА ГОРНЫЕ ВЕРШИНЫ КАВКАЗА СО СТОРОНЫ ГРУЗИИ ДЛЯ БЕЛОРУССКИХ ТУРИСТОВ

Я. А. РУМАЧИК

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, rumayanka@gmail.com

Научный руководитель – С. А. Заруцкий, доцент, к. г. н.

Введение. Активный туризм становится все более популярным. Белорусские туристы, которые ищут новые возможности для приключений и активного проведения времени, всё чаще выбирают Грузию как приоритетное направление для отдыха. Восхождения на Кавказ могут стать не только физическим испытанием, но и возможностью для белорусских туристов познакомиться с уникальной культурой и традициями Грузии.

Материалы и методы. На основе социологического опроса были выявлены предпочтения организации восхождений на горные вершины Кавказа белорусских туристов со стороны Грузии. Результаты опроса с использованием статистического анализа позволили выявить социологический портрет, желающих подняться на горные вершины Кавказа.

Результаты и обсуждение. Кавказские горы – это один из самых привлекательных регионов для горного спортивного туризма в мире. Они не только поражают своей красотой, но и предоставляют разнообразные возможности для активного отдыха, от простых пеших прогулок до сложных альпинистских восхождений.

Популярным горным направлением для восхождения туристов в Грузии является гора Казбек (5033 м). Гора находится на границе Грузии и России, существует несколько вариантов восхождения на гору. Маршрут с Грузинской стороны считается более легким. Логистика здесь довольно проста, а туристическая инфраструктура хорошо развита. Например, к метеостанции, расположенной в базовом лагере на высоте 3650 метров, можно добраться без особых усилий. Социологический опрос показал, что 85 % респондентов предпочитают активный отдых, а 89 % интересуются горными восхождениями. 30 % респондентов имеют опыт восхождений, 41 % респондентов готовы подняться на вершину г. Казбек. В финансовом плане 60 % участников опроса готовы потратить на восхождение не более 500 долларов США, еще 25 % опрошенных – 500–700 долларов США. Главными мотивирующими факторами восхождения являются: прекрасный вид на горные ландшафты, новые эмоции, отдых от окружающих.

Заключение. Социологический опрос подтвердил высокий интерес белорусских туристов к восхождениям на Кавказ. Более 70 % респондентов рассматривают этот вид отдыха как основную цель путешествия. Грузия имеет огромный потенциал для развития горного туризма, который может быть более активно представлен на белорусском рынке. С учетом роста интереса к активным видам отдыха и уникальности грузинских гор, необходимо совершенствовать маркетинговые стратегии и улучшать информационное обеспечение для белорусских потребителей. Эти шаги могут способствовать увеличению числа туристов, желающих открыть для себя красоты Грузии.

ЗДАНИЕ ПОЧТЫ В Г. ЛИДЕ КАК ОБЪЕКТ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ И ТУРИЗМА

Е. Ю. РУСАК

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
rusakkatsiaryna@gmail.com*

Научный руководитель – Э. А. Тур, доцент, к. т. н.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь проводится большая работа по реставрации сотен объектов историко-культурного наследия с целью поддержания их надлежащего технического состояния и использования в качестве объектов туризма. Одним из таких объектов является здание почты в г. Лиде, по улице Мицкевича, 8 – памятник архитектуры первой половины XX века. Автором были проведены физико-химические исследования окрасочных составов, отобранных с фасадов здания почты. Целью данных исследований являлось определение аутентичных окрасочных составов.

Материалы и методы. Для анализа применялись микрохимический и петрографический методы исследований [1, 2]. Цвета окрасочных составов указаны по каталогу «3D-System plus» компании CAPAROL, применяемым в настоящее время архитекторами-реставраторами. Цвет окрасочных составов определяли путём визуального сравнения образца с эталонной типографской выкраской при рассеянном естественном освещении [3].

Результаты и обсуждение. Важным моментом в исследованиях являлось определение аутентичного цветового решения фасадов здания. Опыт показывает, что очень часто аутентичное цветовое решение может кардинально отличаться от последних ремонтов. В результате проведенных исследований определено, что аутентичное цветовое решение фасадов здания действительно кардинально отличается от последнего современного ремонта. Первоначально основная плоскость стены всех фасадов здания была окрашена составом желтовато-бежевого цвета на минеральной основе. Цвет близок к образцу «Ginster 115» по каталогу «3D-System plus».

Заключение. Здание почты неоднократно штукатурилось и перекрашивалось составами на минеральной основе. Окрасочные работы в раннее время производились составами на минеральной основе, а в позднее – составами на основе полимерного пленкообразующего. Восстановление аутентичного облика исторического здания почты в г. Лиде Гродненской области повышает его ценность как объекта туризма в нашей стране.

Список цитированных источников

1. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М. : Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
2. Пруцын, О. И. Реставрация и реконструкция архитектурного наследия. Теоретические и методические основы реставрации исторического и архитектурного наследия / О. И. Пруцын. – М.: Академия реставрации, 1996. – 91 с.
3. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб. : Профессия, 2007. – 528 с.

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПОСЕЩЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПАРКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В. А. СОРОЧИНСКАЯ

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, violettasorochinskaya04@gmail.com
Научный руководитель – С. А. Заруцкий, доцент, к. г. н.

Введение. В настоящее время все большую популярность у туристов приобретает посещение тематических парков, которые создают уникальные условия для отдыха и развлечений, позволяют увлекательно провести время на территории комплекса, а также погрузиться в уникальную культуру и природу страны. Во многих странах мира тематические парки выступают ядрами формирующейся туристской инфраструктуры. Тематические туристические парки являются относительно новым направлением в туризме и требуют глубокого анализа их роли в экономике и культуре страны.

Материалы и методы. На основе социологического анкетирования была выявлена привлекательность туристических услуг тематических парков Беларуси среди жителей страны. Анкета содержит 14 вопросов, которые охватывают различные аспекты: возраст, предпочтения, достаток информации, качество услуг. Методы исследования включают количественный анализ ответов и их интерпретацию в контексте существующего опыта.

Результаты и обсуждение. В настоящее время в Республике Беларуси функционируют 12 тематических парков для туристов, значительная часть из них располагается в пригородной зоне города Минска. Наиболее известными из них являются музейный комплекс старинных народных ремесел и технологий «Дудutki» (1994 г.), сафари-парк в г. Могилеве (2005 г.), парк «Коробчицы» (2001 г.) под г. Гродно, парк интерактивной истории «Великое княжество Сула» (2012 г.), музейный комплекс «Дукорский маёнтак» (2015 г.) и др.

Результаты социологического исследования показали, что большинство респондентов (55 %) предпочли бы посещение тематического парка, который располагается в центральной части города, указывая на важность фактора доступности. Обсуждение ответов на вопрос о необходимых туристических зонах в тематическом парке показало, что респонденты ценят качественное питание (30 %) и возможности для экстрима (14 %). Кроме того, 33 % респондентов указали на ассортимент развлечений как наиболее важный фактор при выборе парка, в то время как 22 % отметили цену билета.

Сравнение с международными практиками показывает, что недочеты в инфраструктуре могут быть устранены путем внедрения уникальных предложений и активной рекламы. Низкий уровень информированности о парках на экологическую тематику открывает новые перспективы для развития.

Заключение. В Республике Беларусь тематические парки получили свое развитие относительно недавно. Согласно полученным данным, можно рекомендовать увеличения разнообразия тематических зон, улучшение транспортной доступности и активное продвижение услуг тематических парков, что может способствовать привлечению большего числа посетителей.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В РЕГИОНАЛЬНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ КАК АСПЕКТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ

Е. Л. ШИШКО

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
aljonaschischko@mail.ru*

Научный руководитель – Л. П. Зенькова, профессор кафедры экономики и управления УО «Белорусский государственный экономический университет», д. э. н.

Введение. Управление рисками в региональных логистических системах играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития страны. Логистика является важным элементом экономики, связывающим производство, распределение и потребление товаров и услуг.

Материалы и методы. Сбор данных, анализ и синтез научной литературы.

Результаты и обсуждение. Основные аспекты управления рисками в региональных логистических системах:

1. Идентификация рисков: экономические риски: изменение цен на топливо, колебания валютных курсов; политические риски: изменение законодательства, таможенные ограничения, санкции; экологические риски: стихийные бедствия, изменение климата, загрязнение окружающей среды; социальные риски: забастовки, нехватка квалифицированных кадров; технологические риски: сбои в работе оборудования, кибератаки, устаревание технологий. 2. Анализ и оценка рисков: оценка вероятности возникновения рисков; оценка возможного воздействия на логистическую систему и экономику региона. 3. Разработка стратегий управления рисками: избегание рисков: отказ от рискованных операций или маршрутов; снижение рисков: внедрение современных технологий, обучение персонала, улучшение инфраструктуры; передача рисков: страхование грузов, заключение договоров с надежными партнерами; принятие рисков: принятие рисков с учетом их возможного воздействия. 4. Мониторинг и контроль: регулярный пересмотр рисков и корректировка стратегий; использование систем раннего предупреждения и анализа данных.

Влияние управления рисками на устойчивое развитие страны:

1. Экономическая устойчивость: снижение издержек за счет минимизации рисков; повышение конкурентоспособности региональных логистических систем. 2. Экологическая устойчивость: снижение негативного воздействия на окружающую среду за счет оптимизации маршрутов и использования экологически чистых технологий. 3. Социальная устойчивость: создание новых рабочих мест в логистической отрасли; повышение уровня жизни [1].

Заключение. Управление рисками в региональных логистических системах является важным аспектом устойчивого развития страны. Оно способствует повышению экономической, экологической и социальной устойчивости, обеспечивая стабильность и эффективность логистических процессов.

Список цитированных источников

1. Шишко, Е. Л. Управление рисками в региональных логистических системах / Е. Л. Шишко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – 200 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КАССЕТНО-КОНВЕЙЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СКОРОСТНЫХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА ДЛЯ СВЯЗИ ГОРОДОВ-СПУТНИКОВ С МИНСКОМ

Д. В. ШОРОХ

*УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
shorakhdzmitry@gmail.com*

Научный руководитель – В. Н. Шуть, доцент, к. т. н.

Введение. Развитие транспортной инфраструктуры является одним из ключевых факторов обеспечения эффективной связи между крупными городами и их спутниками. В современных условиях, когда вопросы устойчивого развития и оптимизации транспортных систем становятся всё более актуальными, необходимо внедрение инновационных решений, способных улучшить качество и скорость транспортных перевозок.

Материалы и методы. Для анализа применения кассетно-конвейерной технологии в скоростных системах транспорта, связывающих города-спутники с Минском, был использован комплексный подход, включающий теоретические исследования, моделирование и анализ существующих транспортных технологий.

Результаты и обсуждение. Основным недостаток обычного скоростного трамвая – ограничение скорости (до 30 км/ч), что снижает его провозную способность [1]. Суперскоростной трамвай решает эти проблемы с помощью новой кассетно-конвейерной технологии.

Алгоритм перевозки пассажиров включает два этапа: развозка по строкам и столбцам матрицы корреспонденций [2, 3] (рисунок 1), что позволяет минимизировать время ожидания и повышает эффективность развозки.

$$M_Z = \begin{pmatrix} 0 & m_{12} & m_{13} & \dots & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1k} \\ 0 & 0 & m_{23} & \dots & \dots & m_{2j} & \dots & m_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & m_{ii+1} & \dots & m_{ij} & \dots & m_{ik} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & m_{k-1k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 1 – Матрица корреспонденций

Заключение. Технические особенности суперскоростного трамвая [4]: система состоит из кассет с беспилотными инфобусами, которые могут двигаться со средней скоростью до 100 км/ч; кассеты движутся одиночно или в составе от 2 до 6 инфобусов; движение организуется алгоритмами, учитывающими пассажиропоток и оптимизирующими маршруты.

Список цитированных источников

1. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts // Transport and Telecommunication. – 2011. – V12, No 4. – P. 52–60.
2. Шуть, В. Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В. Н. Шуть, Л. Персия. – Брест : БрГТУ, 2017. – 230 с.
3. Шуть, В. Н. Кассетно-конвейерная технология скоростных систем городских перевозок / В. Н. Шуть, Е. В. Швецова. – БрГТУ, 2023. – 207 с.
4. Шуть, В. Н. Городской автоматический транспорт / В. Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1(72). – С. 3–7.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ ГОРОДА КОБРИНА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А. С. ЯРМОЛЮК

БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, artemyarmoluk16@gmail.com

Научный руководитель – С. М. Токарчук, доцент, к. г. н.

Введение. Статистический анализ маршрутов общественного транспорта в городе позволяет решить многие задачи, связанные с оптимизацией общественного транспорта и улучшением качества обслуживания пассажиров.

Материалы и методы. Объектом исследования выступает сеть автобусных маршрутов в городе Кобрине. Цель исследования – формирование представления о автобусной сети города Кобрина и проведение статистического анализа существующей маршрутной сети. Сбор данных осуществлялся на основе информации, размещённой в открытых интернет-источниках, а также в результате личных исследований. Для работы применялись возможности ГИС-технологий, в частности инструменты ГИС-анализа платформы ArcGIS Online.

Результаты и обсуждение. Сеть общественного транспорта Кобрина представляет из себя 19 автобусных маршрутов и 5 маршрутов маршрутного такси.

Самый длинный автобусный маршрут в Кобрине, который следует на протяжении 18 километров – маршрут № 2 «Пески – Залесье». Самый короткий автобусный маршрут в Кобрине, который следует на протяжении 5,83 километров – маршрут № 3 «Компрессорная – Железнодорожный вокзал».

Сеть автобусов имеет в себе два кольцевых маршрута № 15 «УПТК – Больница» и № 17А – «Площадь Свободы – улица Дружбы – Площадь Свободы».

Также автобусная сеть имеет два вспомогательных маршрута к основным маршрутам, такие как 1А «Больница – Сельмаг», который совершает девять рейсов в рабочие дни и дополняет маршрут 1 «Больница – Химик» на том участке, где более высокий пассажиропоток, а также маршрут 7А «Ленина – Борисово» (центр), который совершает десять рейсов в рабочие дни и дополняет маршрут 7 «Ленина – Борисово» по основной его трассе. Также маршрут 7А совершает заезд непосредственно в центр деревни Борисово.

В автобусной сети Кобрина маршрут № 2 в выходные дни кардинально меняет свою трассу следования по выходным дням с трассы «Пески – Залесье», на «Площадь Свободы – Брилёво» при этом следуя по улице Первомайской.

Только по рабочим дням курсируют 8 из 19 маршрутов в городе.

Самый большой разрыв по количеству рейсов в рабочие и выходные дни составляет у маршрута № 6 «Новая – Мазури». В рабочие дни маршрут совершает 26 рейсов, а в выходные всего 14.

Заключение. Таким образом, статистический анализ автобусных маршрутов является важным инструментом для повышения эффективности и качества общественного транспорта. Большую роль для систематизации и картографического представления информации могут иметь ГИС-технологии.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

ЭКОЛОГИЯ И СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

АЛЕШКО А. В., КОЦУБА Е. М.

Снижение экологических потерь при внедрении адаптивной системы управления
улично-дорожной сетью 4

АПЕТ А. А.

Методы контроля и оценки шумового воздействия на окружающую среду
в промышленных технологиях..... 5

АСАУЛОВ Р. В.

Перспективы использования климатических характеристик при разработке
проектов мелиоративных систем 6

БОЧКО Н. А.

Мониторинг подземных вод Минской агломерации..... 7

БУЛИЧ Д. Д., ЗОТОВА В. Д.

Классификация нарушенных земель в Республике Беларусь..... 8

ВАСИЛЬЕВА Е. А., ШНОК А. И.

Характеристика поверхностных водных объектов г. Гродно по концентрации
растворенного кислорода и содержанию органических веществ 9

ГОРЕГЛЯД А. С.

О некоторых проблемных моментах изготовления и размещения искусственных
гнездовий для птиц..... 10

ГРИЦУК Н. П.

Экологические последствия изменения температурных аномалий осени и весны
в Беларуси 11

ГУЛЬКО А. А.

Восстановление экосистем 12

ДОМИНИКОВСКАЯ И. В.

Изучение процессов компостирования некоторых отходов производства..... 13

ЕПИШИНА А. Н.

Применение отходов формовочных смесей в качестве сорбентов для снижения
жёсткости воды..... 14

ЕРМАЧЕК Г. Г.

Меры по сохранению и восстановлению коралловых рифов 15

ЗАВАДСКИЙ К. В., КЛОЧКОВ М. Ю.

Использование ультразвуковой обработки в процессе получения магнитных
сорбентов..... 16

КАЛИСЕЦКАЯ А. Д., ГРИНЕВИЧ А. З.

Характеристика водоемов г. Гродно по гидрохимическим показателям 17

КОСТЕНКО Е. А.

Вторичное использование отхода производства бумаги 18

ЛУКША М. В.

Пространственно-временное распределение зимних гроз на территории Беларуси в условиях изменяющегося климата 19

МАЛЕЙКО М. О.

Анализ эколого-рекреационного потенциала Дрогичинского района 20

МАЛЕЙКО М. О., ВОРОБЕЙ И. А.

Методы оценки и нормирования воздействия акустических шумов на здоровье населения..... 21

МАСЛОВ К. С.

Системы управления жидкими отходами в молокоперерабатывающей промышленности..... 22

МАТЕЙЧИК А. А.

Особенности воздействия на окружающую среду различными энергетическими предприятиями 23

МИЩУК Е. А.

Электромобили: анализ положительных и отрицательных аспектов в сфере экологии 24

МЫТЬКО Д. В.

Получение сорбентов на основе древесных опилок 25

НИКИТИН К. А.

Опыт совместного применения методов термодинамического и математического моделирования для прогноза температуры засоленных мерзлых грунтов полуострова Ямал..... 26

ПАЦКЕВИЧ Е. Н.

Пространственно-временная изменчивость туманов в Могилевской области..... 27

ПРОТАСЕВИЧ А. С.

Экстремальный ветровой режим территории Белорусского Полесья 28

РУЧКА В. В., МОГУКАЛО А. В.

Определение буферной емкости активного ила..... 29

САМЕДОВА А. Р.

Сравнительная характеристика состава биопрепаратов для утилизации отходов 30

СОВЕНОК Е. А.

Сфагновые мхи в заброшенных карьерах 31

ТАРАСЮК А. П. Адвентивные виды во флоре обочин автотрассы М1 в окрестностях д. Черни Брестского района	32
ТИМОФЕЕВА М. И. Оценка качества питьевой воды родников города Гродно	33
ХВЕЩУК М. Я. Борьба с изменением климата – общий долг человечества	34
ЧЕРНЯКОВА И. М., ГЛЕДКО Ю. А. Научный анализ актуального состояния метеорологической сети наблюдений Республики Беларусь с учетом физико-географического районирования	35
ШЕЛОНИК М. А. Экологичность использования вермикомпоста, полученного из отходов грибоводства для использования в сельскохозяйственной практике	36
ШПИГУН А. В. Зеленая инфраструктура как элемент устойчивого развития городов	37
ШУНЕВИЧ Е. В. Факторы антропогенного влияния на территорию Березинского биосферного заповедника	38
ЯЩУК Д. В. Экологическое воспитание и образование: роль осведомленности в улучшении состояния природы	39

СЕКЦИЯ 2 ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

БАГДАНАВА А. А. Водные ресурсы центральной Азии	41
АВРАМЧИК К. В., ЗЕНОВИЧ Е. В. Использование осадка очистных сооружений гальванического производства для получения художественной керамики	42
АЗАРЕНКО А. С. Режим орошения клевера лугового сорта Мерея	43
АНИСИМОВ В. В., ГЛУШКО К. А., ГЛУШКО К. К. Анализ принципиальных подходов к проектированию дренажных систем и их использование в природоохранных целях	44
БОГОВИЧ К. А., КАПЛИНСКИЙ В. М. Оценка степени нарушения гидрологического режима строительством линий коммуникаций в Беловежской пуще	45
ВАБИЩЕВИЧ Д. Г., ГЛУШКО К. А., ГЛУШКО К. К. Организация ухода за открытой проводящей сетью мелоративных систем в зимний период	46

ГОГИНА Е. С., ГУЛЬШИН И. А., СПАСИБО Е. В. Эффективность повторного использования серых и дождевых вод в городской застройке	47
ГОРОДНЮК Ю. П. Климатически обусловленное моделирование продуктивности озимых зерновых в Брестском районе	48
КАЗАЧИХИНА А. А. Сорбционная очистка воды от ионов меди в динамических условиях	49
КРЫМОВ Р. С., СОЛОШЕНКО Е. В. Совершенствование аэробной очистки городских сточных вод с помощью иммобилизованных микроорганизмов	50
КРЫМОВ Р. С., ОВСЯННИКОВ Э. С. Использование пенополистирольной загрузки для предварительной очистки природных вод	51
МЕЛЬНИКОВА Н. С., ПАНКОВ Я. И. Оптимизация работы малых канализационных очистных сооружений «Алые паруса» г. Алушты, Республика Крым	52
МУШИНСКАЯ А. Д. Перспективные способы очистки поверхностных стоков с улично-дорожной сети города Бреста	53
ПЕТУХ Е. М. Применение коагуляции для очистки сточных вод предприятий молочной промышленности	54
ПРОХОРОВА В. С. Проблемы водопользования и ирригации Кашгарии	55
РОСЛЯКОВА А. А., ГУДИМ Д. Н. Инновационные системы сбора и хранения дождевой воды с целью устойчивого развития вододефицитных регионов	56
САЗОНОВ А. А. Оценка агроэкологического потенциала агроландшафтов Беларуси	57
СОКОЛОВ И. Ю. Разработка экологически безопасных технологий применения электромагнитного поля в системах подготовки воды	58
СТАТУТА В. В. Анализ выборок при исследовании физических характеристик торфяной почвы бассейна р. Бобрик	59
УГЛЯНИЦА Г. Ю. Состояние водных объектов Республики Беларусь	60

ХВЕЩУК М. Я., ШПИГУН А. В.

Обеспечение системами централизованного водоснабжения сельскохозяйственных населенных пунктов 61

ХЛЫВНЮК А. Р.

Особенности картографирования природных ресурсов 62

ШПИГУН А. В.

Особенности и проблемы реализации в Республике Беларусь ЦУР 6: чистая вода и санитария 63

ЯКУБЮК А. В.

Исследование процессов очистки сточных вод от взвешенных веществ на зернистом фильтре 64

СЕКЦИЯ 3 ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

АЗАРЕНКО А. С., ВЕРХОВОДКО К. Д.

Энергетическая эффективность дополнительного увлажнения сырьевого конвейера из разноспелых сортов клевера лугового 66

АННАБЕРДИЕВА Н. К., БЕГМЫРАДОВА Г. Р.

Международно-правовая основа энергетической отрасли Туркменистана 67

ВАСИЛЮК Е. В.

Ресурсосбережение при использовании мобильных роботов в складских грузоперевозках 68

ЗАВАДСКАЯ В. А., КОСЫНЮК А. А.

Экспертиза сетей теплоснабжения 69

ИГНАТОВЕЦ А. Н.

Вопросы эксплуатации вентиляционных систем в разных странах 70

КАПЕРЕЙКО Ю. В.

Оценка способов реализации метеопрогностического регулирования системы водяного отопления 71

КОЛЯДА А. В.

Вентиляция в умных домах 72

ТУРОВЕЦ С. А.

Возобновляемые источники энергии 73

ШУМИЛО Д. С.

Альтернативная энергетика в Республике Беларусь: проблемы и перспективы 74

СЕКЦИЯ 4 НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

БОБРИНА Е. В.

Искусственный интеллект в образовании: перспективы и вызовы 76

БОТОВА О. Н., ШИКУНЕЦ А. Ю.

Особенности вентиляции в зданиях историко-культурного наследия:
технологические подходы и сохранение архитектурной ценности 77

БОТОВА О. Н., ШИКУНЕЦ А. Ю.

Проектирование СВО теплым полом и радиаторами в программном комплексе
AUTODESK REVIT 78

ГАРАСТЮК Е. Р.

Применение новых информационных и образовательных технологий в учебных
заведениях 79

ГОРВАЛЬ И. С., НИКОЛЕНКО И. В.

Анализ методов моделирования процессов водораспределения с применением
искусственного интеллекта 80

ДАВИДОВИЧ Ю. С.

Оценка состояния структуры почвенного покрова Белорусского Полесья
с использованием данных дистанционного зондирования земли
и геоинформационных технологий 81

ЖИТИНЕЦ М. А.

Образовательные и воспитательные проекты в интересах устойчивого развития
в рамках реализации 4 ЦУР Республики Беларусь 82

ЗДРОК А. О.

Программное обеспечение BLENDER при проектировании инженерных сетей 83

КОЗИК И. Д.

Использование нейронных сетей для персонализации образовательных траекторий
в онлайн-обучении 84

МИЦКОВИЧ М. М.

Программное обеспечение COMSOL MULTYPHYSICS для моделирования
воздушного потока помещений 85

МОНТИК Н. С., ГОЛОВАЧ А. П.

Сравнение размера батча для MLP-MIXER для датасета CIFAR-10 86

НЕСТЕРОВИЧ А. В.

ГИС-каталог «Особо охраняемые природные территории города Бреста» 87

ПАСЕЧНИК Е. В.

Инвентаризация площадок для сбора твердых коммунальных отходов
в центральной части Бреста с использованием ГИС-технологий 88

СМУЖЕВИЧ И. В.

Сравнительный анализ программного обеспечения для проектирования
вентиляционных систем 89

ТАРАСЕВИЧ М. Д.

Оптимизация перемещения товаров в производственных цехах и в торговых залах 90

ХРИПУНОВА З. И.

Крупные сети универсальных продовольственных магазинов Республики Беларусь 91

ЦИБУЛЬСКИЙ Е. А., ХРИПУНОВА З. И.

Инфографика как средство визуализации при изучении системы общественного питания города..... 92

СЕКЦИЯ 5**ТУРИЗМ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ****ВОЛОЧКОВИЧ Е. С.**

Экскурсия по еврейским достопримечательностям Бреста: портрет целевой аудитории 94

ВОЛЫНЕЦ Н. Г.

Пешеходные переходы города Жабинки: анализ и ГИС-картографирование..... 95

ВОЛЫНЕЦ У. А., БЕЛИКОВА Е. Г.

Развитие внутреннего туристического рынка в Беларуси 96

ГОЙШИК М. Д., БЕЛИКОВА Е. Г.

Законодательные способы в развитии туризма в Республике Беларусь 97

ЗЕМЦОВА Е. А.

Картографический интерактивный каталог «Историко-культурные ценности Могилева» 98

ЗУБОВИЧ В. А.

Направления организации спортивной деятельности БГК «Мешков Брест» 99

ИВАНИСЬ В. В., ЦИБУЛЬСКИЙ Е. А.

Перспективные направления ультралокальных исследований благоустройства городских кварталов 100

ИГНАТЧУК А. А., ПОЛЯЧОК Д. С.

ГИС-коллекция «Виртуальные экологические экскурсии Бреста» 101

КАСЯНЮК М. В.

Информационно-справочная система «Остановки общественного транспорта Бреста»..... 102

ЛЫЧИК В. Г.

Картографический веб-каталог «Ландшафтно-рекреационные территории города Бреста»..... 103

ЛЯШЕНКО М. В.

Экономические преимущества использования метро щелевого типа 104

МАКАР К. А.

Туристская инфраструктура Быховского района..... 105

НИКОЛАЕВА Е. С. Особенности развития туристической деятельности известных музеев-усадб Беларуси	106
ОСТАПОВИЧ К. О. Туризм как фактор устойчивого развития региона	107
ПОТЕЙЧУК В. А. Гастрономические предпочтения потенциальных туристов в организации гастрономических туров по Минской области	108
РАДИВОНЮК А. В. Экологические последствия массового туризма.....	109
РУМАЧИК Я. А. Возможности восхождения на горные вершины Кавказа со стороны Грузии для белорусских туристов	110
РУСАК Е. Ю. Здание почты в г. Лиде как объект историко-культурного наследия и туризма	111
СОРОЧИНСКАЯ В. А. Потребительские предпочтения посещения тематических туристических парков в Республике Беларусь.....	112
ШИШКО Е. Л. Управление рисками в региональных логистических системах как аспект устойчивого развития страны	113
ШОРОХ Д. В. Применение кассетно-конвейерной технологии скоростных систем транспорта для связи городов-спутников с Минском	114
ЯРМОЛЮК А. С. Статистический анализ автобусных маршрутов города Кобрина на основе ГИС-технологий	115

Научное издание

«УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ»

**Сборник тезисов докладов
XVII Международной научно-практической
конференции молодых учёных**

в рамках Года благоустройства

Брест, 17–18 апреля 2025 года

Ответственный за выпуск: Мороз В. В.

Редактор: Винник Н. С.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А. П.

Корректор: Дударук С. А.

ISBN 978-985-493-658-1



Издательство БрГТУ.

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 3/1569 от 16.10.2017 г.

Подписано в печать 21.07.2025 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага «Performer». Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 7,21. Уч. изд. л. 7,75. Заказ № 358.

Тираж 50 экз. Печать цифровая. Изготовлено
и отпечатано в типографии учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.