

Экологическая неделя БРУ - СПбПУ

Сборник материалов II научно-практической
конференции с международным участием

14-16 октября 2025 года

г. Могилев

2025

II Экологическая неделя БРУ – СПбПУ: Сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, 14-16 октября 2025 г. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. - 312 с.

Вторая научно-практическая конференция с международным участием «Экологическая неделя БРУ – СПбПУ» была организована в рамках выполнения государственного проекта «Реализация комплекса мер по повышению эффективности деятельности Российско-Армянского (Славянского) и Белорусско-Российского университетов по подготовке профессиональных кадров для цифровой экономики за счет развития научно-исследовательских программ, программ дополнительного образования и повышения квалификации для обучающихся и молодых научно-педагогических работников, в том числе с использованием современных дистанционных технологий». Проект финансируется Министерством науки и высшего образования РФ.

В сборнике конференции опубликованы работы ученых, аспирантов и студентов направленные на решение вопросов, связанных с устойчивым развитием, охраной окружающей среды, рациональным природопользованием и экологической безопасностью.

Материалы сборника предназначены для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся проблемами охраны окружающей среды, рационального природопользования и др. в различных областях научной, образовательной и производственной деятельности.

Редакционная коллегия

*М.В. Петроченко, М.В. Романов (отв. ред.), А.Н. Чусов, В.В. Жажков (СПбПУ),
А.В. Щур (отв. ред.), Л.А. Сиваченко, П.С. Орловский (БРУ)*

Печатается по решению

Совета по издательской деятельности Ученого совета

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важным условием качественного образования, а также развития познавательной активности, можно смело назвать научно-исследовательскую работу. Она является особым видом деятельности и обеспечивает выработку у студентов личностного знания, собственных взглядов, научного мировоззрения, обеспечивает бесценный опыт и навык работы с информацией. Занятие научно-исследовательской деятельностью является одним из главных критериев в стремлении к самореализации студенческой молодежи в вузах, которое помогает развитию самой личности, а также реализации ее в современном мире.

Во всем мире с каждым годом растет интерес к проблемам, связанным с охраной окружающей среды и рациональным природопользованием. И, как следствие, это требует изменений в мышлении людей, формировании экологического мировоззрения, осознания причин возникновения экологических проблем, возможных путей их решения и понимания.

Вторая научно-практическая конференция с международным участием «Экологическая неделя БРУ-СПбПУ», прошедшая с 14 по 16 октября 2025 года на базе межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет» (Беларусь, г. Могилев) при поддержке Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (Российская Федерация) была призвана обсудить актуальные проблемы охраны окружающей среды, оценить готовность к пониманию и принятию важности решения вопросов экологии и техносферной безопасности, являющихся неотъемлемой частью как жизни общества, так и каждого человека в отдельности.

Успешность специалиста в современном обществе зависит не только от профессиональных качеств, но и от умения креативно оценивать информацию, принимать нестандартные решения. Мы должны готовить не просто инженера, бакалавра, магистра, а современного, конкурентоспособного и мобильного специалиста, который должен быть творческой личностью, способной адаптироваться к любой ситуации и позитивно влиять на окружающую действительность.

Таким образом, основными задачами конференции стали:

- вовлечение студентов в поисково-исследовательскую деятельность в области экологии, приобщение к решению задач, имеющих практическое значение для государств-членов СНГ и БРИКС;
- выявление и поддержка талантливых студентов, проявляющих интерес к экологическим знаниям и научно-исследовательской деятельности;
- формирование у студентов интереса к научно-исследовательской работе, умений и навыков ее организации;
- обучение студентов навыкам самостоятельной работы по изучению материалов, выходящих за рамки учебных программ;

- повышение качества подготовки высококвалифицированных специалистов за счет творческого подхода к освоению студентами дополнительного учебного материала;
- привлечение студенческой молодежи, ориентированной на исследовательскую деятельность, к решению актуальных проблем и их практического применения;
- совершенствование навыков устного выступления и ведения дискуссии.

В сборник докладов II-ой научно-практической конференции с международным участием «Экологическая неделя БРУ-СПбПУ» вошли работы специалистов и молодых ученых, направленные на проведение исследования, анализа и выработки предложений по разрешению различных проблемных вопросов, связанных с устойчивым развитием, охраной окружающей среды, рациональным природопользованием и техносферной безопасностью.

Материалы сборника предназначены для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся проблемами устойчивого развития, охраной окружающей среды, рациональным природопользованием и экологической безопасностью в различных областях научной и производственной деятельности.

Оргкомитет Конференции

УЧАСТНИКАМ, ОРГАНИЗАТОРАМ, ГОСТЯМ
II научно-практической
конференции с международным участием
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ
БРУ – СПбПУ»

Представительство Россотрудничества в Республике Беларусь приветствует организаторов, участников и гостей II Экологической недели Белорусско-Российского университета и Санкт-Петербургского политехнического университета.

Проведение подобных мероприятий является важным направлением нашей совместной работы, способствующим укреплению научных и образовательных связей Союзного Государства, развитию международного академического сотрудничества и практико-ориентированного взаимодействия в ESG-сфере и экологии.

Объединяя молодых исследователей, преподавателей и экспертов, стремящихся к поиску эффективных решений актуальных экологических задач, конференция формирует новое поколение специалистов, готовых бережно относиться к окружающему миру и активно внедрять экологические принципы в жизнь общества.

Представленная в рамках мероприятия выставка ГК «Росатом», отражающая передовые технологии и экологически ответственные решения российской атомной отрасли, подчёркивает важность межотраслевого сотрудничества в деле охраны окружающей среды и внедрения инноваций.

Убеждены, что мероприятия Экологической недели станут значимым вкладом в развитие научного диалога, укрепят взаимопонимание и дружбу между нашими странами, а также вдохновят участников на новые достижения и проекты.

Желаем всем участникам конференции плодотворной работы, ярких открытий и успехов в реализации новых идей!

Руководитель представительства

Ю.А. Макушин

ПЛЕНАРНАЯ СЕКЦИЯ

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА МИКРОБОЦЕНОЗ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Л.Г. Донерьян¹, Л.П. Воронина^{1,2}

¹ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, LDonerian@cspfmba.ru

²МГУ имени М.В. Ломоносова, LVoronina@cspfmba.ru

В статье представлены результаты эколого-гигиенической оценки городских почв, загрязненных нефтяными углеводородами с точки зрения воздействия их на почвенный микробоценоз и опосредованно на заболеваемость проживающего населения микозами различной этиологии.

Ключевые слова: нефтяные углеводороды, городские почвы, микробицеты, заболеваемость.

В настоящее время более 1,5 % земной поверхности занимают городские почвы (урбанозёмы). Эта величина отражает уровень трансформации почвенного покрова планеты под влиянием урбанизации. Город стал доминирующим фактором почвообразования, и естественные ненарушенные почвы встречаются лишь небольшими островками в городских парках, лесопарках и рекреационных зонах. За счет своей огромной тонкодисперсной поверхности почва может служить «депо» для токсических веществ и при этом служить биогеохимическим барьером для большого количества соединений, в частности для нефтяных углеводородов. Эти вещества могут задерживаться, вступать в различные комплексы, не продвигаясь дальше и не поступая в контактирующие среды, но в большинстве случаев наблюдается миграция их в грунтовые и поверхностные воды в растения и далее по трофическим цепям в организм человека.

Почва во многом определяет условия жизни человека в городе именно за счет ее специфических санитарно-гигиенических функций. К сожалению, результаты антропогенной деятельности, приводящие к нарушению почвенного покрова, влияют и на природный комплекс в целом и как следствие создают угрозу здоровью и жизни человека в городской среде. Для предприятий, расположенных на территории городов мегаполисов, таких как Москва, проблема охраны окружающей среды актуальна еще и в связи с тем, что выбросы этих предприятий увеличивают общий фон загрязнений города и тем самым усугубляют условия жизни населения. И даже такие положительные изменения в жизни городского населения как восстановление производственных мощностей, улучшение городской инфраструктуры, расширение сети автодорог и автозаправочных станций, быстрый рост

автотранспортных средств тем не менее сопровождаются резким объемом потребления нефтепродуктов, их утечкой и загрязнением почв и грунтовых вод [1].

Почвы города выполняют ряд важных эколого-гигиенических функций, направленных на создание благоприятных условий для роста растений - легких города, а также на способность почвы к самоочищению от различных поллютантов. Реализация этих функций невозможна без деятельности почвенных микроорганизмов [2,3]. Важность изучения биологического состояния городских почв отражена в законе правительства г. Москвы «О городских почвах» от 04.07.2007 N 31. Токсичные вещества, среди которых большой процент составляют нефтяные углеводороды (НУВ) наносят огромный вред микробоценозу, тем более в связи с увеличением их содержания в объектах окружающей среды в последние годы за счет техногенных катастроф, отчуждения земельных территорий в районах нефтедобычи и пр.

Целью исследований явилось изучение изменений в микробоценозе городских почв, загрязненных нефтяными углеводородами.

Для оценки состояния городских почв различного функционального назначения были проанализированы почвенные образцы, отобранные из ряда реперных точек г. Москвы. Выделены три категории почв: почвы рекреационной или лесопарковой зоны (фоновые образцы); промышленной зоны и селитебной. Образцы лесопарковой зоны отобраны с территорий Битцевского парка, Тимирязевского парка, Лосиног острова. Промышленная зона представлена районом Капотни. Большую часть района занимает предприятие МНПЗ – Московский Нефтеперерабатывающий Завод, принадлежащий нефтяной компании «Газпромнефть». К тому же, район располагается вблизи МКАДа - крупнейшей автомобильной дороги столицы, что отрицательно влияет на экологический фактор территории. Селитебная зона представлена районом Хамовники центрального административного округа г. Москвы.

В отобранных почвенных образцах определяли количество НУВ методом ИК-спектрофотометрии, производился учет основных групп почвенных микроорганизмов (сапротрофных бактерий, почвенных грибов и актиномицетов), бактерий группы кишечной палочки (БГКП).

По результатам содержания НУВ в проанализированных образцах было выделено несколько уровней: низкий (25 – 100), средний (от 100 до 500), высокий (500 – 3000) и очень высокий (>10000 мг/кг почвы) (табл.1). В таблице также приведены усредненные данные по содержанию основных групп микроорганизмов: почвенные микроскопические грибы (микромикеты), актиномицеты, сапротрофные бактерии и бактерий группы кишечной палочки.

Таблица 1.

Содержание основных групп микроорганизмов в образцах почв г. Москвы с учетом уровня их загрязнения НУВ

Объекты	НУВ мг/кг	Микромицеты КОЕ *10 ⁴	Актиномицеты КОЕ *10 ⁵	Сапротрофы КОЕ *10 ⁶	БГКП КОЕ/г
Парковые территории (25 – 100 НУВ мг/кг)					
Тимирязевский парк	47	2,5	2,0	2,3	33
Лосиный остров	71	4,3	4,5	3,3	33
Битцевский парк	28	2,8	2,2	2,9	66
СРЕДНЕЕ	47,3	3,2	2,9	2,8	44,05
СТ.ОТКЛ,	±27,6	±1,0	±1,4	±0,5	±9,05
Капотня (100 – 500 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	226	1,6	3,1	3,1	753,33
СТ.ОТКЛ,	±85	±1,0	±1,3	±2,1	±52,19
Капотня (>500 <3000 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	1248	2,1	4,8	5,3	5000
СТ.ОТКЛ,	±97	±1,5	±1,8	±3,7	±45,5
(Капотня >10000 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	12990	0,8	0,6	1,1	2000
Хамовники (100 – 500 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	157	0,96	2,3	2,4	200
СТ.ОТКЛ,	±3,5	±0,5	±0,6	±0,9	±41,4
Хамовники (>500 <3000 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	1004,00	2,5	2,80	2,40	1525,00
СТ.ОТКЛ,	±151,20	±1,5	±0,41	±0,26	±780,5

В почвенных образцах с загрязнением НУВ от 100 до 3000 мг/кг снижалась численность микромицетов при некотором возрастании группы сапротрофных бактерий. В образцах с высоким содержанием НУВ (>10000 мг/кг) были угнетены все три группы почвенных микроорганизмов: микромицеты на 75% (от 3, 2 до 0,8), сапротрофные бактерии на 69 % (2,8 – 1,1) и актиномицеты на 79% (2,9 до 0,6), что может быть обусловлено изменением условий их жизнедеятельности, а также и непосредственным воздействием ряда углеводородов, например, нафтеновых кислот. Однако, через некоторое время численность микроорганизмов в загрязненной нефтью почве может возрастать даже в большей степени, чем в начальный период [4]. Это может указывать на процесс биodeградации нефтяных углеводородов и на использование микроорганизмами более простых соединений углерода в качестве источника питания, что является предметом изучения многих ученых и, по-видимому, зависит от экосистемы и местных условий окружающей среды [5].

Индекс БГКП во всех пробах колебался от 33 до 5000 КОЕ/г. Для парковых территорий характерен низкий средний показатель – 44,05 КОЕ/г, тогда как для территории Капотни и Хамовников, со средними содержаниями НУВ 226 и 157 мг/кг индекс БГКП составлял 753 и 200 КОЕ/г, соответственно. С увеличением содержаний НУВ до 1248 и 1004 мг/кг в образцах из этих реперных площадок БГКП существенно увеличивался индекс до 5000 и 1525

КОЕ/г. Таким образом, присутствие нефти в почвах города не способствуют отмиранию условно патогенных бактерий (БГКП) вследствие губительного воздействия НУВ на аборигенную микрофлору, которая обеспечивает самоочищающую способность почвы.

Под воздействием нефти происходило изменение структуры комплекса микромицетов и накопление их токсичных видов. В урбанозёмах были обнаружены углеводородокисляющие микромицеты: *Aspergillus (flavus, A. Versicolor, A. funigatus)*, *Fusarium oxysporum, F. solani, Paecilomises variotti, Trichoderma hamatum, Sporothrix schenckii* и семейство темноокрашенных меланинсодержащих грибов *Dematiaceae spp.* Это представители условнопатогенных микромицетов, которые способны вызывать различные формы заболеваний у человека и, соответственно, эпидемическое состояние почв города усугубляется под воздействием присутствующих НУВ (таблица 2). Выделенный в работе комплекс почвенных микроскопических грибов из нефтегрязненных почв ранее описан, как комплекс характерный для почв мегаполисов [3]. Исходя из этого можно предполагать, что увеличение встречаемости патогенных видов микромицетов в почвах городов возрастает в связи с постоянным поступлением из разных источников НУВ (предприятия нефтехимии, огромный парк автотранспорта и др.) [6].

Таблица 2.

Грибы, выделенные из нефтезагрязненных почв. Их токсины и действия на макроорганизмы

п/п	Название микромицета	Микотоксин	Органы-мишени, возможные патологии
1	<i>Aspergillus flavus</i>	Афлатоксины	Мутагенность Канцерогенность Тератогенность
2	<i>Aspergillus funigatus</i>	Глиотоксин	Нефротоксичность
3	<i>Aspergillus Versicolor</i>	Стеригматоцистин	Гепатотоксичность Нефротоксичность Канцерогенность
4	<i>Fusarium oxysporum</i>	Трихотеценовые токсины	Алиментарные токсикозы
5	<i>Paecilomises variotti</i>	Аскофуранон	Спородические микозы Бронхиальная астма Сенная лихорадка Поражение кожи
6	<i>Trichoderma hamatum,</i>	Глиотоксин Виридин Триходермин	Легкие и лор-органы
7	<i>Sporothrix schenckii</i>	-	Поражение кожи и лимфатических узлов
8	<i>Dematiaceae spp.</i>	Альтернариол Тенуазоновая кислота	Поражение лор-органов, кожи и подкожной клетчатки

Результаты натурных исследований сопоставлялись с данными, полученными в модельном эксперименте.

В модельных исследованиях использовали городскую почву (урбанозем), в которую вносили смесь Западно-Сибирских нефтей (малопарофинистая с плотностью 0,825 г/см³) в диапазоне от слабого (25 мл/кг) до сильного, в природных условиях соответствующего нефтяным разливам (300-500 мл/кг). Статистически достоверное снижение количества интересующих нас микромицетов наблюдалось в почве с внесением нефти в дозе более 50 мл/кг почвы. Изменения в качественном составе происходило также при данной концентрации. Перечень микромицетов, выделенных из почв города оказался аналогичным видам, обнаруженным в модельных нефтезагрязненных почвах [7].

Полученные в микробиологических посевах одинаковые морфотипы токсинообразующих, условно-патогенных и аллергенных микромицетов на модельных почвах и почвах мегаполиса позволяет предполагать, что рост их может происходить именно под воздействием НУВ. Выделенные виды условно патогенных микромицетов можно использовать в экологическом мониторинге как индикаторные, характеризующие определенный уровень загрязнения городской почвы нефтяными углеводородами.

Библиографический список

1. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. О состоянии городских почв Саратовской области // Вестник КрасГАУ. 2009. Т 37, №10. С. 35-38.
2. Лысак Л.В., Лапыгина Е.В. Разнообразие бактериальных сообществ городских почв // Почвоведение. 2018. № 9. С.1108-1114. doi: 10.1134/S0032180X18090071
3. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. –М.: Медицина для всех, 2005. –196 с. – ISBN 5-93649-003-3
4. Liao J. Wang, J., Jiang, D., Wang, M. C., & Huang, Y. Long-term oil contamination causes similar changes in microbial communities of two distinct soils // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2015. – Vol. 99. – P. 10299-10310. – DOI: 10.1007/s00253-015-6880-y
5. Das N., Chandran P. Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: an overview // Biotechnology research international. 2011. No. 1. P. 941810. doi:10.4061/2011/941810
6. Алиев И.А., Ибрагимов Э.А. Развитие и характерные особенности потенциально патогенных грибов загрязненных почв // Почвоведение и агрохимия. 2021. № 4. С. 33-41
7. Донерьян Л.Г., Водянова М.А., Тарасова Ж.Е. Микроскопические почвенные грибы - организмы-индикаторы нефтезагрязненных почв // Гигиена и санитария. 2016. Т 95. № 9. С. 891-894. doi: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2016-9-891-894>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ПОСЛЕ УЛАВЛИВАНИЯ CO₂ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Н.В. Зибарев, А.М. Опарина, Н.А. Политаева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
ij1995@yandex.ru*

В работе представлены результаты получения биодизельного топлива из микроводорослей *Chlorella kessleri* ВКПМ AI-11 ARW.

Биодизель получали путем переэтерификации сухой биомассы, выращенной в условиях добавления 20-ти % углекислого газа в среду. Для полученного образца биодизеля рассчитаны топливные характеристики.

Ключевые слова: микроводоросли, липиды, углекислый газ, жирные кислоты, биотопливо.

Накопление углекислого газа в атмосфере и связанное с этим изменение климата стали одной из острейших экологических проблем современности, а сокращение концентрации CO₂ в атмосфере — ключевая экологическая задача [1]. Биологический метод улавливания CO₂ из газовых выбросов с помощью микроводорослей является перспективным, потому что CO₂, входящий в состав этих выбросов представляет собой источник неорганического углерода, который микроводоросли трансформируют в органический углерод биомассы, что способствует увеличению скорости роста и деления клеток микроводорослей [2, 3]. Улавливание CO₂ микроводорослями только ради утилизации углерода экономически невыгодно. Эффективнее — комбинировать биоулавливание CO₂ с производством ценных продуктов из биомассы, богатой белками, липидами, пигментами и др. Особенно перспективны липидсодержащие штаммы как сырьё для биодизеля — возобновляемого вида топлива [4, 5].

Целью настоящей работы является получение биодизельного топлива из микроводорослей *Chlorella kessleri* ВКПМ AI-11 ARW, выращенных в условиях дополнительного обогащения среды углекислым газом, и определение его топливных характеристик. В качестве контроля процесс культивирования проводили без добавления углекислого газа.

В исследовании использован штамм одноклеточной зеленой микроводоросли *Chlorella kessleri* ВКПМ AI-11 ARW (*C. kessleri*). Культивирование микроводорослей исследуемого штамма проводилось в герметичном фотобиореакторе (ФБР), объемом 100л. Объем суспензии микроводорослей в ФБР составил 65 л. Температура культивирования поддерживалась на уровне 26±2 °С. Освещенность обеспечивалась светодиодными лампами в диапазоне 3000±200 Лк. В качестве питательной среды использовали модифицированную среду, описанную в работе [6]. CO₂ подавали из баллона через распылитель на дне ФБР до достижения

концентрации 20 % в газовой фазе над суспензией. Продолжительность культивирования составила 14 суток, по завершению культивирования суспензия микроводорослей была подвергнута сгущению на 12-литровой центрифуге с охлаждением Thermo Scientific Sorwall RC12BP Plus (Thermo Fisher Scientific, США), входящей в приборный комплекс ЦКП «Аналитический центр нано- и биотехнологий СПбПУ». Для обезвоживания полученной суспензии использовалась лиофильная сушка AK5-50N, Proflab (ПрофЛаб, Россия).

Для получения опытного образца (5 мл) использовали метод прямой переэтерификации сухой биомассы. В качестве растворителя применяли этиловый спирт, катализатора — серную кислоту [7]. Жирнокислотный состав полученного биодизеля определяли методом высокотемпературной газовой хроматографии. Для полученного образца биодизеля были рассчитаны топливные характеристики: йодное число, цетановое число, плотность, наивысшая теплота сгорания [8].

В состав основных жирных кислот входили следующие насыщенные кислоты: миристиновая C14:0 (0,58 %), пальмитиновая C16:00 (24,62 %), стеариновая C18:00 (2,90 %) и ненасыщенные — пальмитолеиновая кислота C16:1w-9 (36,73 %), линолевая кислота C18:2 w-6 (11,87 %), альфа-линоленовая кислота C18:3 w-3 (6,64 %).

В таблице 1 показаны рассчитанные характеристики биодизеля в сравнении со стандартами.

Таблица 1

Рассчитанные характеристики биодизеля в сравнении со стандартами

Наименование	(IV) Йодное число	(CN) Цетановое число	(HHV) Наивысшая теплота сгорания, МДж/кг	(d) Плотность, кг/м ³
<i>C. kessleri</i>	120	47	36,0	817
Биодизель (стандарт EN 14214)	≤120	≥51	≥ 35	860-900
ГОСТ 53605-2009	≤120	≥51	—	860-900

Полученное йодное число соответствует литературным данным [9]; его высокая величина указывает на повышенную склонность биодизеля из микроводорослей к окислению. Цетановое число, характеризующее способность топлива к самовоспламенению, оказалось ниже оптимального, что может свидетельствовать о недостаточной эффективности воспламенения. Высшая теплота сгорания соответствует требованиям европейского стандарта EN 14212, подтверждая приемлемый энергетический потенциал топлива. Однако плотность биодизеля, полученного из *C. kessleri*, ниже минимально допустимого значения по стандарту, что может повлиять на точность дозирования при впрыске.

На рис. 1 представлена динамика изменения оптической плотности исследуемых штаммов микроводорослей *Chlorella kessleri*, где образец №1 – с подачей углекислого газа, образец №2 – без подачи углекислого газа.

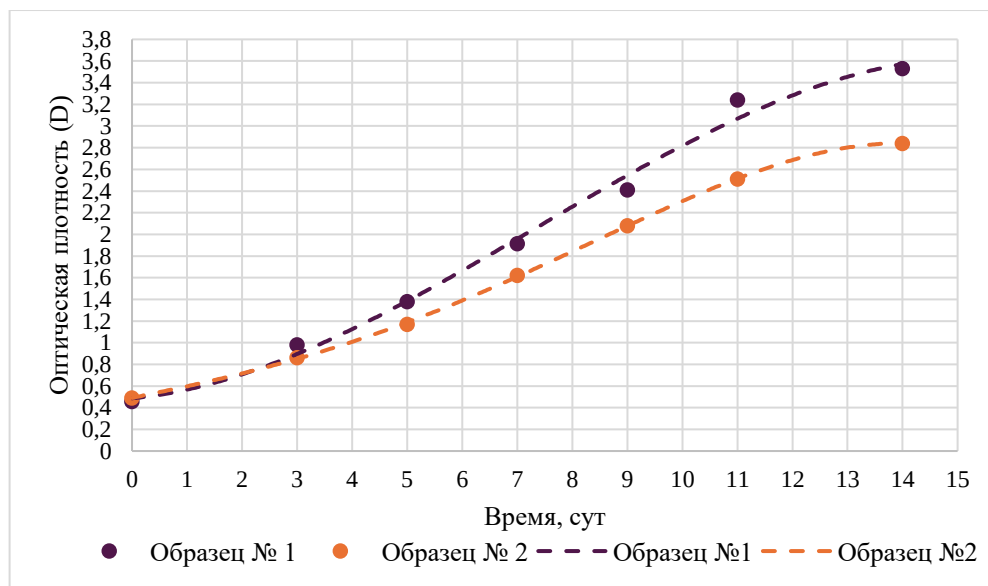


Рис. 1. Динамика изменения оптической плотности исследуемых штаммов микроводорослей *Chlorella kessleri*: образец №1 – с подачей CO_2 , образец №2 – без подачи CO_2

Микроводоросли, выращенные с подачей CO_2 (рис. 1), имеют более высокую оптическую плотность в контрольных точках исследования, соответственно их скорость образования биомассы выше. Микроводоросли без дополнительной подачи CO_2 показали заметно меньший прирост биомассы.

Выводы:

Культивирование *C. kessleri* с дополнительной подачей CO_2 (20% в газовой фазе) значительно ускоряет накопление биомассы по сравнению с контролем без обогащения CO_2 , что подтверждается более высокой оптической плотностью в течение 14 суток культивирования.

Из биомассы *C. kessleri* получен опытный образец биодизеля методом прямой переэтерификации. Жирнокислотный состав характеризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот — в частности, пальмитолеиновой (36,73 %), что обуславливает высокое йодное число (120 г $\text{I}_2/100$ г), соответствующее нормативному пределу по EN 14214 и ГОСТ 53605-2009, но указывает на повышенную склонность топлива к окислению и, как следствие, ограничения в сроках хранения.

Цетановое число (47) ниже минимального требования стандарта (≥ 51), что может привести к затруднённому воспламенению и ухудшению характеристик сгорания в дизельных двигателях.

Наивысшая теплота сгорания (36,0 МДж/кг) соответствует требованиям EN 14212, подтверждая высокий энергетический потенциал полученного биодизеля.

Плотность топлива (817 кг/м^3) не соответствует стандарту ($860\text{--}900 \text{ кг/м}^3$), что может повлиять на точность дозировки при впрыске и эффективность работы топливной системы.

Таким образом, *C. kessleri* является перспективным объектом для биоулавливания CO_2 с одновременным получением возобновляемого топлива. Однако для практического применения требуется оптимизация состава биодизеля (например, гидрогенизация для снижения степени ненасыщенности) и корректировка технологических параметров переработки с целью улучшения цетанового числа и плотности.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (Соглашение № 24–17–20004 от 12.04.2024). <https://rscf.ru/project/24-17-20004/>

Библиографический список

1. Emissions Gap Report 2023: Broken Record — Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again) / United Nations Environment Programme. – Nairobi: UNEP, 2023. DOI: 10.59117/20.500.11822/43922. ISBN 978-92-807-4098-4
2. Adamczyk M, Lasek J, Skawińska A. CO_2 Biofixation and Growth Kinetics of *Chlorella vulgaris* and *Nannochloropsis gaditana*. *Appl Biochem Biotechnol*. 2016, 179(7):1248-61. doi: 10.1007/s12010-016-2062-3.
3. Rosa GM, Moraes L, Cardias BB, Souza MRAZ, Costa JAV (2015) Chemical absorption and CO_2 biofixation via the cultivation of *Spirulina* in semicontinuous mode with nutrient recycle. *Bioresour Technol* 192:321–327. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.05.020>
4. Robles-Heredia, J., Sacramento-Rivero, J., Canedo-Lopez, Y., Ruiz-Marín, A., & Vilchiz-Bravo, L. (2015). A multistage gradual nitrogen-reduction strategy for increased lipid productivity and nitrogen removal in wastewater using *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus obliquus*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 32, 335-345. <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20150322S00003304>.
5. Deshmukh, S., Bala, K. & Kumar, R. Selection of microalgae species based on their lipid content, fatty acid profile and apparent fuel properties for biodiesel production. *Environ Sci Pollut Res* 26, 24462–24473 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05692-z>
6. Politaeva, N.; Ilin, I.; Velmozhina, K.; Shinkevich, P. Carbon Dioxide Utilization Using *Chlorella* Microalgae. *Environments* 2023, 10, 109. <https://doi.org/10.3390/environments10070109>
7. Michael. Simplifying biodiesel production: The direct or in situ transesterification of algal biomass. Haas and Karen Wagner. Article in *European Journal of Lipid Science and Technology*. October. 2011. P.1219-1229. DOI: 10.1002/ejlt.201100106.
8. Расчет характеристик биодизельного топлива на основе жирнокислотного состава липидов некоторых биотехнологически значимых микроорганизмов / Я. Э. Сергеева, Е. Б. Мостова, К. В. Горин [и др.] // Биотехнология. – 2017. – Т. 33, № 1. – С. 53-61. – DOI 10.21519/0234-2758-2017-33-1-53-61. – EDN YNTLYD.

9. X. Zhou, L. Xia, H. Ge, D. Zhang, & C. Hu. Feasibility of biodiesel production by microalgae *Chlorella* sp. (FACHB-1748) under outdoor conditions. *Bio-resource technology* 138. 2013. P.131-135. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.03.169>.

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Е.О. Сидельникова, Д.К. Алексеев,
А.А. Леонтьева, С.А. Сапешко, А.А. Стоцкая
Российский государственный гидрометеорологический университет,
d.alekseev@rshu.ru*

В данной работе рассматриваются основные понятия и определения, лежащие в основе концепции экологического каркаса города. В статье представлены результаты анализа состояния водно-зеленого каркаса города Санкт-Петербурга на основе данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем. Основное внимание уделяется различным подходам и методам для количественной оценке обеспеченности различных районов города зелеными насаждениями.

Ключевые слова: зеленые насаждения, экологический каркас, адаптация, климатические изменения

В последние годы изменение климата рассматривается как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения. Это происходит как напрямую через увеличение количества дней с экстремальными температурами, наводнениями, штормами и т.д., так и косвенно, через воздействие экологических или социально-экономических факторов (например, сокращение объемов качественной питьевой воды, повышение уровня загрязнения атмосферного воздуха и др.). С учетом возможных последствий изменения климата в РФ последнее время активно формируется система из Национального, отраслевых, региональных и корпоративных планов адаптации. Например, в конце 2023 г. был утвержден Региональный план адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата. Положительными тенденциями становятся перспективное планирование водно-зеленого каркаса [1], расширение особо охраняемых природных территорий и организация экологического туризма на прилегающих к мегаполисам территориям [2]. Одним из ключевых инструментов, способных обеспечить экологическую устойчивость, является формирование экологического каркаса города. Под этим термином понимается целостная система, объединяющую особо охраняемые природные территории (ООПТ), водно-зелёные пространства, санитарно-защитные зоны, лесные массивы,

городские парки и иные элементы природной структуры, образующих единую взаимосвязанную сеть.

Формирование экологического каркаса способствует решению целого комплекса задач за счет экосистемных услуг, выполняемых экологическим каркасом: снижение загрязнения воздушного бассейна, смягчение эффекта городского острова тепла, защита от шума (с помощью полос зеленых насаждений), снижение загрязнения водного бассейна, сохранение местной флоры и фауны, улучшение здоровья человека.

Подтверждением актуальности выбранной темы служат результаты анализа спутниковых данных на основе мультиспектральных снимков за 2002 и 2018 годы, они позволили проследить пространственно-временную динамику озеленения в Санкт-Петербурге. В среднем для Санкт-Петербурга в 2018 г. характерна следующая картина: наблюдается общая тенденция снижения площади озелененных территорий по сравнению с 2002 г. во всех районах города, что хорошо прослеживается на снимках [3]. В результате исследования было выявлено следующее: на долю площади поверхностей с растительным покровом приходится 62%, искусственные поверхности занимают 29% от площади города. Наблюдается увеличение площади запечатанной территории на 8% по сравнению с 2002 г. По данным за 2018 г. в восьми районах доля площади искусственных поверхностей превышает 50%. Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдается в исторических районах – Адмиралтейском, Василеостровском, Петроградском и Центральном [4].

Предыдущие исследования экологического каркаса уже показали тенденцию сокращения озелененных территорий. Поэтому была проведена детальная пространственная оценка актуальных зелёных и водных зон Санкт-Петербурга. В целях поддержания экологического баланса и обеспечения благоприятных условий проживания, в различных странах предполагается обязательное выделение минимальных площадей незапечатанных территорий. Незапечатанными территориями являются все поверхности не покрытые твердыми материалами, такими как асфальт, бетон, здания и другие искусственные покрытия. Проанализировав различные подходы к определению минимального значения незапечатанных территорий, можно сделать вывод, что минимальная граница процентного содержания равна 30%. Практическая часть работы заключалась в оценке распределения незапечатанных поверхностей по районам города Санкт-Петербурга с использованием плагина QuickOSM геоинформационной системы QGIS. С помощью подбора необходимых фильтров были выделены слои, характеризующие различные незапечатанные поверхности. После получения данных по каждому слою, объекты были проверены вручную на наличие ошибок. Слои были приведены к единой системе координат, выполнено их пересечение с административными районами. С помощью встроенного калькулятора площадей рассчитаны: общая площадь зелёных и водных объектов, суммарная площадь незапечатанных территорий по каждому району.

Результатом работы в программе QGIS стала карта экологического каркаса Санкт-Петербурга, представленная на рисунке. Природная структура включает как площадные (парки, ООПТ, леса), так и линейные элементы — такие как водные коридоры, речные долины, зелёные полосы. Однако пространственная структура каркаса неоднородна: ближе к центру она становится фрагментированной, что снижает его функциональность. Установлено, что только 8 из 18 районов успешно выполняют норматив незапечатанных территорий (30%): Выборгский, Колпинский, Курортный, Московский, Петроградский, Петродворцовый, Приморский и Пушкинский. Большинство районов не достигают установленного норматива, что указывает на неравномерное распределение экологических зон по городу. Далее было проведено сравнение двух показателей: незапечатанности территорий и обеспеченностью населения озеленёнными территориями общего пользования. В Выборгском, Московском и Приморском районах наблюдается высокая доля незапечатанных территорий при низкой обеспеченности озеленёнными зонами. Это может быть связано с преобладанием промышленных, складских и иных непригодных для общественного использования участков. В то же время в Адмиралтейском, Василеостровском, Кировском, Красногвардейском и Невском районах, несмотря на недостаточный уровень незапечатанности, отмечается высокий уровень обеспеченности зелёными пространствами. Это свидетельствует о целенаправленном формировании озеленённой инфраструктуры в условиях плотной застройки. В центральных районах это объясняется наличием исторически сложившихся зелёных пространств, парков и набережных.



Рис. 1. Водно-зеленый каркас Санкт-Петербурга, полученный с использованием плагина QuickOSM.

Проведенный пространственный анализ с использованием ГИС-технологий показал, что структура экологического каркаса Санкт-Петербурга в целом фрагментирована, а распределение зеленых и водных территорий — крайне неравномерное. Выявлены территории, в которых данный показатель значительно ниже установленного минимума. Это свидетельствует о высокой степени урбанизации, при которой значительная часть поверхности покрыта искусственными материалами, а природные или полуестественные участки играют второстепенную роль. Таким образом, выявленные различия по разным показателям указывают на то, что наличие незапечатанных территорий не всегда означает наличие благоустроенных зеленых зон, что важно учитывать в планировании.

Библиографический список:

1. О водно-зеленом каркасе Санкт-Петербурга / И.Б. Садикова, А.А. Павловский // Окружающая среда Санкт-Петербурга. Зеленый каркас города. – 2024. – №4(34). – С. 12 – 14.
2. Экологический туризм / Д.К. Алексеев Д.К., А.А. Курочкина, Е.А. Прима, Я.В. Бубнова, О.В. Тенилова, Е.Л. Рохлова, А.Е. Карманова, А.Ю. Панова, С.В. Арапов. – Санкт-Петербург: Человек, 2024. – 376 с. – ISBN: 978-5-93339-539-3.
3. Dynamics of Green Areas in St. Petersburg and Adaptation to Climate Change / D. Alexeev, L. Dmitricheva, E. Mikhiteeva, A. Kanukhina // Advances in Ecology and Environmental Engineering. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. (2024). – DOI: 10.1007/978-3-031-64423-8_3.
4. Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски / Д.К. Алексеев, Е.А. Прима Е.А., А.Ю. Канухина, Ф.В. Виноградов // Успехи современного естествознания. – 2024. – № 8. С. 6-11. – DOI: 10.17513/use.38297.

ВОЗМОЖНОСТИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

А.В. Щур¹, О.В. Валько¹, М.В. Романов²

¹Белорусско-Российский университет, shchur@yandex.by

*²Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, mega.rom19@mail.ru*

В статье рассмотрены направления биофиторемедиации засоленных почв в зависимости от состояния, уровня эродированности и состава и концентрации солей в почве.

Ключевые слова: биофиторемедиация, засоленные почвы, рудные отвалы.

Засоление почв, процесс накопления в почвенном профиле легкорастворимых солей, который не компенсируется их выносом. В

результате засоления формируются солевые горизонты и солевой профиль почвы.

Различают первичное (природное) и вторичное засоление почв. Первичное засоление почв связано с наличием разнообразных источников солей, их аккумуляцией и последующей миграцией в ландшафтах. Вторичное засоление – следствие ошибок человека при использовании водных и земельных ресурсов, когда создаются условия для усиленного испарения соленоватых грунтовых вод, приводящее к засолению почв и потере ими плодородия.

Засоленные почвы развиты на всех континентах, практически во всех природных зонах, господствуют в зонах степей, полупустынь и пустынь. Формируются в областях с аридным и семиаридным климатом в аккумулятивных или палеоаккумулятивных ландшафтах. По разным сведениям, их общая площадь варьирует от 250 до 950 млн га, преобладая в Северной и Центральной Азии, Австралии и Океании [1-2].

Точная информация о площади засоленных почв на территории РФ, как и в мире, отсутствует. По данным государственного земельного кадастра, около 21 % площади сельскохозяйственных земель России относится к категории засоленных, из них 16,3 млн га (около 9 %) составляют засоленные (несолонцовые) почвы и более 23 млн га (12,5 %) приходится на засоленные почвы солонцовых комплексов. Распределение засоленных почв на территории России также неравномерно и определяется зональными и провинциальными особенностями. В наибольшей степени они приурочены к южным регионам Европейской части (сухостепной и полупустынной зонам), Западной Сибири (лесостепной, степной и сухостепной зонам). Здесь распространены чернозёмы солонцеватые, каштановые и бурые пустынно-степные солонцеватые, солончаковые и солончаковатые почвы. В Поволжье засоленные почвы составляют 31 % общей площади экономического района, на Северном Кавказе – 16,5 %, на Урале – 15,6 %, в Западной Сибири – 7 %, в Центральночернозёмном регионе – 3,6 %. В ряде административных областей (Астраханская, Волгоградская, Новосибирская, Омская области, республика Калмыкия) занимают более 40 % сельскохозяйственных угодий.

Распространение засоленных почв на территории России и сопредельных стран подчинено определённой закономерности и зависит от длительности и интенсивности. Сочетание этих условий вызывает дифференциацию мигрирующих солей в пространстве, зависящую от свойств солей, времени их образования, быстроты движения в грунтах, растворимости, взаимных реакций и т. д.

Почвовед В. А. Ковда (1946) выделил провинции и подчинённые им области соленакопления, которые характеризуются общностью происхождения, физико-географических условий и химизма территории [1].

Для территории России и ближайших стран выделены следующие провинции соленакопления (с юга на север, хотя провинции смещаются как к западу, так и северо-западу и северо-востоку):

- хлоридного соленакопления;

- сульфатно-хлоридного соленакопления;
- хлоридно-сульфатного и сульфатного соленакопления;
- сульфатно-содового и содового соленакопления.

Важным фактором возникновения антропогенного засоления является добыча полезных ископаемых, особенно открытым способом. В результате этого в странах бывшего Советского Союза выведено из сельхозоборота более 2 млн. га, в США – 1. 3 млн. га, в Великобритании – 100 тыс. га. Структура нарушенных площадей в РФ и странах бывшего СССР выглядит следующим образом (в тыс. га): в результате добычи торфа – 900, цветных металлов – 520, нерудного сырья – 280, бурого и каменного угля – 110 (200), химического сырья – 60, железной и марганцевой руды – 60 [1-2].

В процессе добычи полезных ископаемых и деятельности обогатительных предприятий происходит погребение земель под отвалами из пустой породы, а также отходов ТЭЦ, металлургических заводов и складирование промышленных отходов и бытового мусора (человек в год «производит» примерно 1 т мусора). В настоящее время общий объем отходов в мире составляет более 1600 млрд. м³. В странах бывшего Советского Союза они занимают площадь в 240 тыс. га.

Эти отвалы оказывают негативное влияние на прилегающие территории в результате их самовозгорания, пыления, загрязнения дождевыми стоками с отвалов, содержащих вредные вещества. В результате такого воздействия, площадь земель, подвергающаяся вредному воздействию отвалов, часто в 10-12 раз больше площади отвалов. Следующим негативным фактором воздействия на состояние засоленности почв является строительство линейных сооружений: линий электропередач, автострад, магистральных нефте- и газотрубопроводов, оросительных и осушительных каналов [3].

Рост площади нарушенных земель ведет к сокращению площади пашни, приходящейся на душу населения. В результате сокращения пашни обостряется проблема дефицита продовольствия, которая очень остро стоит во всем мире. Эта проблема постоянно обостряется в связи с ростом народонаселения. По данным ФАО 200 млн. людей на планете голодают. Бывают годы (например, 1982), в которые от голода умирает более 20 млн. человек (из них 15 млн. детей). Это сравнимо с населением таких стран как Канада или Дания, Швеция, Норвегия и Финляндия вместе взятых. Решить проблему дефицита продовольствия можно только путем восстановления нарушенных земель, так как все земли, пригодные для сельскохозяйственного использования, уже используются человечеством [3-4].

На наш взгляд существует несколько направлений мелиорации засоленных почв. Наиболее простой и распространенный метод включает различные технологии уменьшения концентрации солей в корнеобитаемых горизонтах до величин меньше токсичных для растений. Распространенный приём – промывка солей ирригационной водой. В случае благоприятных условий естественного дренажа и наличия выраженного оттока грунтовых вод положительные результаты по рассолению почв даёт сочетание промывки, мелкого дренажа (сброса) и обязательно травосеяния (залужение на 2–3 года),

особенно люцерны. В естественно-недренированных районах радикальными мерами улучшения почв и предохранения их от повторного засоления является применение глубокого дренажа в неразрывном комплексе с другими мелиоративными мероприятиями [3-4].

Использование растений-галлофилов позволяет не только получать нормативно-чистую продукцию, пригодную для кормовых целей, но и очищать почвы от тяжёлых металлов [5-6].

Создание ген модифицированных растений, способных произрастать и давать нормативно-чистую продукцию в условиях значительного засоления и токсических нагрузок от отвалов рудных месторождений, а также обогатительных производств, позволит использовать территории, в настоящее время непригодные для ведения сельского хозяйства. На наш взгляд, следует рассмотреть возможность создания рекомбинантных быстрорастущих пород деревьев, способных расти на рудных отвалах и закреплять их своей корневой системой, тем самым уменьшая их пыление. Использование генетически модифицированной растительности в сочетании с современными полифункциональными препаратами позволит восстанавливать не только химически загрязненные почвы, но и снижать переход радионуклидов в продукцию [7].

Биофиторемедиация подобных территорий в разрезе системы «растения-микроорганизмы» имеет высокие перспективы за счет использования как автохтонного микроценоза, так и подбора ген модифицированных или даже синтетических микроорганизмов с заданными свойствами. Подобные микроорганизмы, причем не обязательно бактерии, позволяют иммобилизовать или не допускать к поступлению в растения соли, и переводить токсичные металлы в нетоксичную для растений форму, например, путем хелатирования [8].

Подбор разно ярусных многолетних компонентов фитоценоза позволит не только закреплять рудные отвалы, уменьшая их пыление, но и постепенно создавать плодородный слой на этих землях, позволяя добиться их возврата в сельскохозяйственный или лесной оборот. Наиболее остро проблема рудных отвалов стоит в регионах крайнего севера, где они часто находятся вблизи населенных пунктов, что негативно влияет на качество воздуха селитебных территорий и сказывается на здоровье человека [9].

Таким образом, возможно с помощью современных технологий биофиторемедиации и ген модификации ускоренно возвращать засоленные в результате антропогенных воздействий территории в лесной и сельскохозяйственный оборот, при этом экономические затраты на биоремедиацию неизмеримо меньше по сравнению с экстенсивными традиционными методами восстановления территорий.

Библиографический список

1. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса. Книга вторая. – М.: Наука, 1973. – 469 с.

2. Новикова А. В. Исследования засоленных и солонцовых почв: генезис, мелиорация, экология. Избранные труды. – Х.: КП «Друкарня 13», 2009. – 720 с.
3. Сельскохозяйственная экология / А. В. Щур, Н. Н. Казаченок, Д. В. Виноградов [и др.]; Белорусско-Российский университет; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева; Белорусский государственный университет. – Могилев-Рязань-Минск: Общество с ограниченной ответственностью "Рязанский Издательско-Полиграфический Дом "ПервопечатникЪ", 2017. – 228 с. – ISBN 978-5-98660-301-8. – EDN ZTYAVF.
4. Экология: Учебник / А. В. Щур, П. Н. Балабко, Д. В. Виноградов [и др.]. – Москва; Могилев; Рязань: ИП Колупаева Е.В., 2021. – 248 с. – ISBN 978-5-6047157-1-0. – EDN MQTGUN.
5. Shchur, A. V. Biotechnological aspects and the farming system in Belarus / A. V. Shchur, V. P. Valko, O. V. Valko // The ecological state of the natural environment and the scientific and practical aspects of modern agricultural technologies: Materials VIII International Scientific and Practical Conference, Ryazan, 21 марта 2024 года. – Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University, 2024. – P. 365-368. – EDN SHNJEI.
6. Балабко, П. Н. Экология / П. Н. Балабко, А. В. Щур, Д. В. Виноградов. – Рязань: ИП Колупаева Е.В., 2024. – 190 с. – ISBN 978-5-605-10040-9. – EDN KFWZZI.
7. Shchur, A. Possibilities of providing radioecological safety of the agrarian sector at the use of new polyfunctional convenient materials / A. Shchur, V. Valko // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы III Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 января 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 531-537. – EDN YSEBNY.
8. Валько, О. В. Биотехнологические аспекты биоремедиации отходов горнодобывающей промышленности / О. В. Валько, А. В. Щур // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: Материалы Международной научно-технической конференции, Могилев, 24–25 апреля 2025 года. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2025. – С. 240-241. – EDN TDLRNW.
9. Щур, А. В. Особенности внедрения технологий фиторемедиации в естественных экосистемах арктического региона / А. В. Щур, О. В. Валько // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: Материалы Международной научно-технической конференции, Могилев, 22–23 апреля 2021 года / Редколлегия: М.Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», 2021. – С. 271-272. – EDN PBJALC.

АНАЛИЗ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ПЕРСОНАЛОМ ПРИ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

И.В. Шилова

Белорусско-Российский университет, irina.schilova@tut.by

В статье представлены результаты анализа доз ионизирующего излучения, полученных персоналом, проводящим рентгеноскопические диагностические исследования в медицине.

Ключевые слова: эффективная доза, эквивалентная доза, рентгеноскопия, персонал, дозиметр

Существует некоторое количество исследований дозовых нагрузок на персонал и население как зарубежных, так и отечественных авторов [1-20], но анализ доз персонала медучреждений Могилевской области с учетом работы конкретного оборудования по-прежнему остается актуальной задачей. Рентгеноскопические диагностические исследования в медицине позволяют получить видеоизображение внутренних органов человека в режиме реального времени, т.е. видеоизображение, а не статический снимок. [21-22] Это позволяет врачу наблюдать внутренние органы в движении, видеть функциональные процессы. В данном исследовании доз персонала для проведения рентгеноскопии пациентов применялся рентгенодиагностический комплекс Vision G100RF (рис. 1)



Рис.1. Внешний вид Vision G100RF.

Источником излучения в комплексе Vision G100RF является рентгеновская трубка, приемником излучения – усилитель рентгеновского изображения (УРИ) на базе рентгеновского электронно-оптического преобразователя. На аппарате Vision G100RF проводилась рентгеноскопия желудка, пищевода, легких и ирригоскопия (исследование толстой кишки). Для того, чтобы выделить интересующий диагноста орган в рентгеновском диапазоне, в рентгеноскопии применяются контрастные вещества: сульфат бария, соединения йода, воздух и т.д., поскольку коэффициент ослабления рентгеновского излучения у многих внутренних органов человека примерно одинаковый.

Врач при рентгеноскопии в учреждении здравоохранения, на базе которого проводились исследования доз персонала, находится не удаленно, а возле пациента (рис. 2), в связи с чем получает повышенную дозу ионизирующего излучения.



Рис.2. Пациент и врач в процессе работы на рентгенодиагностическом комплексе Vision G100RF.

Для оценки доз персонала в данном учреждении здравоохранения используются термолюминесцентные дозиметры типа ДТГ-4 и ДТЛ-02, которые не показывают напрямую врачу полученную им дозу, что вызывает у персонала различных медучреждений нашей республики недоверие к их данным. Данные считываются только на специальной установке в областном Центре гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья 1 раз в 3 месяца для дозиметров, которые персонал носит на груди.

В среднем за год врач, занимающийся рентгеноскопией в одном из учреждений здравоохранения Могилевской области, получает годовую дозу на уровне груди 2,52 мЗв. Для сравнения: предел годовой эффективной дозы – 20 мЗв. [23]

В данном исследовании измерялась доза, получаемая персоналом на уровне груди за неделю на протяжении четырех недель. Использовались прямопоказывающие дозиметры на основе счетчика Гейгера ДКТ-АТ2503, который позволяет измерять индивидуальный эквивалент дозы $H_p(10)$, т.е. оценивать дозу не на поверхности тела, а на глубине 10 мм, где и находятся органы риска у персонала. Этот дозиметр врачи надевали под рентгенозащитный фартук со свинцовым эквивалентом 0,5 мм. Таким образом, средняя доза в неделю на уровне груди составила 20,3 мкЗв (т.е. 0,94 мЗв в год).

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что данные прямопоказывающих дозиметров на основе счетчика Гейгера и термолюминесцентных дозиметров расходятся незначительно.

Библиографический список

1. Радиационно-гигиеническая оценка современных медицинских технологий / С. Е. Охрименко [и др.]. // Гигиена и санитария. – 2020. – V. 99 (9). – P. 939-946.
2. Al-Haj, A. N. Statistical analysis of historical occupational dose records at a large medical center / A. N. Al-Haj, C. S. Lagarde // Health Physics. – 2002. – V. 83. – P. 854-860. DOI: 10.1097/00004032-200212000-00013
3. Occupational exposures of Chinese medical radiation workers in 1986–2000 / W. Weizhang, [at al.]. // Radiation Protection Dosimetry. – 2005. – V. 117. – P. 440–443.
4. Nassef, M. Occupational radiation dose for medical workers at a University Hospital / M. Nassef, A. Kinsara // Journal of Taibah University for Science. – 2017. – V. 11. – P. 1259-1266.
5. Al-Abdulsalam, A. Occupational radiation exposure among the staff of departments of nuclear medicine and diagnostic radiology in Kuwait / A. Al-Abdulsalam, A. Brindhaban // Medical Principles and Practice. – 2014. – V. 23. – P. 129-133.
6. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. – V. 1: UNSCEAR 2008 report to the General Assembly with Scientific Annexes. – New York: United Nations Publication, 2010. – 683 p.
7. Occupational exposure of medical radiation workers in Lithuania, 1950-2003 / V. Samerdokiene, [at al.]. // Radiation Protection Dosimetry. – 2008. – V. 130. – P. 239-243.
8. Assessment of occupational exposure to external radiation among workers at the institute of radiotherapy and nuclear medicine, Pakistan (2009-2016) / M. Ahmad, [at al.]. // Iranian Journal of Medical Physics. – 2017. – V. 14. – P. 197-202.
9. Shchur, A. Possibilities of providing radioecological safety of the agrarian sector at the use of new polyfunctional-nonal convenient materials / A. Shchur, V. Valko // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы III Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 января 2025

- года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 531-537. – EDN YSEBNY.
10. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation – V. 1: UNSCEAR 2000 report to the General Assembly with Scientific Annexes. – New York: United Nations Publication, 2000. – 659 p.
11. Occupational exposure from external radiation used in medical practices in Pakistan by film badge dosimetry / A. Jabeen, [at al.]. // Radiation Protection Dosimetry. – 2010. – V. 140. – P. 396-401.
12. Николаенко Е. Дозы облучения персонала медучреждений Беларуси / Е. Николаенко, Н. Елизарова // Информационный портал медработников Беларуси «Медицинский вестник». – Режим доступа: <https://medvestnik.by/news/dozy-oblucheniya-personala-meduchrezhdenij-belarusi>.
13. Гуменюк, В. И. Прогнозирование риска для жизнедеятельности населения в результате техногенных аварий с выбросами радионуклидов / В. И. Гуменюк, П. С. Орловский, А. В. Щур // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2019. – № 1(33). – С. 185-188. – EDN FZBUDT.
14. Орловский, П. С. Прогнозирование риска для жизнедеятельности населения в результате техногенных аварий с выбросами радионуклидов / П. С. Орловский, В. И. Гуменюк, А. В. Щур // Неделя науки СПбПУ : материалы научной конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 года / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2018. – С. 139-142. – EDN YXWMQX.
15. Агеева, Т. Н. Радиоактивное загрязнение естественных кормовых угодий Могилевской области и проблемы, связанные с ним / Т. Н. Агеева, А. В. Щур, Т. П. Шапшеева // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы Международной научно-практической конференции, Рязань, 22–23 марта 2018 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 8-13. – EDN LBFYUX.
16. Агеева, Т. Н. Оценка обеспечения безопасности населения в зонах радиоактивного загрязнения Могилевской области / Т. Н. Агеева, А. В. Щур // Безопасность в чрезвычайных ситуациях : Сборник научных трудов IX Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–14 апреля 2017 года. – Санкт-Петербург: Политехнического университета, 2017. – С. 18-22. – EDN YRLPIK.
17. Дозы внутреннего облучения детей Славгородского района Могилевской области / Т. Н. Агеева, А. Л. Мостовенко, А. В. Щур, Т. И. Чегерова // Чернобыльские чтения - 2012: Материалы Международной научно-практической конференции, Гомель, 19–20 апреля 2012 года. – Гомель:

Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека, 2012. – С. 51-53. – EDN ZVYPEZ.

18. Результаты комплексного радиационно-гигиенического обследования реперных населенных пунктов Могилевской области / Т. Н. Агеева, Т. И. Чегерова, А. В. Щур [и др.] // Экологический вестник. – 2011. – № 2. – С. 33-40. – EDN EVRTMA.

19. Роль радиоэкологических и социальных факторов в формировании доз внутреннего облучения сельских жителей территории радиоактивного загрязнения / Т. Н. Агеева, Т. И. Чегерова, А. В. Щур, Т. П. Шапшеева // Экологический вестник. – 2010. – № 2. – С. 48-57. – EDN WGCQIQ.

20. Результаты СИЧ-измерений различных социальных и профессиональных групп сельского населения территории радиоактивного загрязнения Могилевской области / Т. Н. Агеева, Т. И. Чегерова, А. В. Щур [и др.] // Сахаровские чтения 2008 года: экологические проблемы XXI века : Материалы 8-й международной научной конференции , Минск, 22–23 мая 2008 года. – Минск: Международный государственный экологический университет имени А. Д. Сахарова, 2008. – С. 178. – EDN YLCGXJ.

21. Черняев, А. П. Физические методы визуализации в медицинской диагностике: Учеб. пособие / А. П. Черняев, Д. В. Волков, Е. Н. Лыкова – Москва: ООП физического факультета МГУ, 2019. – 112 с. – (Серия «Библиотека медицинского физика»).

22. Ермолицкий, Н. М. Радиационная безопасность в лучевой диагностике: учеб.-метод. пособие для студентов 3-5 курсов медико-диагностического факультета медицинских вузов / Н. М. Ермолицкий. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 100 с.

23. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 г. №213 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к радиационной безопасности» и Гигиенического норматива «Критерии оценки радиационного воздействия».

СЕКЦИЯ 1. БИОРАЗНООБРАЗИЕ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ЭКОНОМИКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА.

ОСОБЕННОСТИ ЛИХЕНОБИОТЫ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ САДОВ ДЕРЕВНИ КОРЧЕМКИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Ю. Иванцова

*Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова
helenaiwantsova@mail.ru*

В статье представлены результаты биологических особенностей лишайников, произрастающих на территории заброшенных подворий с плодово-ягодными садами. Выявлено видовое разнообразие, проективное покрытие, частота встречаемости лишайников.

Ключевые слова: лишенобиота, видовой состав, проективное покрытие, частота встречаемости.

Видовое разнообразие лишенобиоты на территории некоторых районов Беларуси не изучалось [1, 2]. С целью выявления биологических особенностей лишайников, произрастающих на территории заброшенных подворий с плодово-ягодными садами нами были выбраны пять участков возрастом насаждений 45-50 лет в деревне Корчемки Могилевской области. Мы использовали методики количественной оценки лишенофлоры [1, 3]. Нами были рассчитаны лишеноиндикационные индексы, индексы полеотолерантности, учитывались такие показатели как проективное покрытие лишайников, их видовое разнообразие, численность разных видов лишайников на пробной площадке.

Видовое разнообразие выявленных лишайников в садах деревни Корчёмки представлено в таблице.

На исследуемых участках выявлено 17 видов лишайников, относящихся к двум классам (16 видов – к *Lecanoromycetes*, и один вид к классу *Coniocybales*), четырем порядкам (*Lecanorales*, *Caliciales*, *Teloschistales*, *Coniocybomycetes*). К порядкам *Lecanorales* и *Caliciales* относятся по шесть видов, к порядку *Teloschistales* – четыре вида, и один вид к порядку *Coniocybomycetes*. С высокой частотой встречаемости и проективным покрытием в 8-9 баллов (60-80%) отмечены представители видов, относящиеся к порядкам *Teloschistales* и *Caliciales*.

Выявленные виды принадлежат семи семействам (*Teloschistaceae*, *Lecanoraceae*, *Physciaceae*, *Parmeliaceae*, *Stereocaulaceae*, *Coniocybaceae*, *Ramalinaceae*). Из представленных семейств, наибольшее количество видов принадлежит *Physciaceae* (6 видов).

Средняя частота встречаемости выявлена у представителей семейства *Teloschistaceae*. И редко встречаются виды семейства *Coniocybaceae*, *Ramalinaceae*, *Stereocaulaceae*.

Таблица 1

Систематическое положение видов лишайников деревни Корчемки

№	Вид	Род	Семейство	Порядок
1	<i>Caloplaca cerina</i>	<i>Caloplaca</i>	<i>Teloschistaceae</i>	<i>Teloschistales</i>
2	<i>Chaenotheca trichialis</i>	<i>Chaenotheca</i>	<i>Coniocybaceae</i>	<i>Coniocybomycetes</i>
3	<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Hypogymnia</i>	<i>Parmeliaceae</i>	<i>Lecanorales</i>
4	<i>Lecania carpinea</i>	<i>Lecania</i>	<i>Ramalinaceae</i>	<i>Lecanorales</i>
5	<i>Lepraria finkii</i>	<i>Lepraria</i>	<i>Stereocaulaceae</i>	<i>Lecanorales</i>
6	<i>Melanelixia subargentifera</i>	<i>Melanelixia</i>	<i>Parmeliaceae</i>	<i>Lecanorales</i>
7	<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Parmelia</i>	<i>Parmeliaceae</i>	<i>Lecanorales</i>
8	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	<i>Phaeophyscia</i>	<i>Physciaceae</i>	<i>Caliciales</i>
9	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Physcia</i>	<i>Physciaceae</i>	<i>Caliciales</i>
10	<i>Physcia aipolia</i>	<i>Physcia</i>	<i>Physciaceae</i>	<i>Caliciales</i>
11	<i>Physcia caesia</i>	<i>Physcia</i>	<i>Physciaceae</i>	<i>Caliciales</i>
12	<i>Physconia distorta</i>	<i>Physconia</i>	<i>Physciaceae</i>	<i>Caliciales</i>
13	<i>Physconia enteroxantha</i>	<i>Physconia</i>	<i>Physciaceae</i>	<i>Caliciales</i>
14	<i>Polucauiona polycarpa</i>	<i>Polycauliona</i>	<i>Teloschistaceae</i>	<i>Teloschistales</i>
15	<i>Protoparmeliopsis muralis</i>	<i>Lecanora</i>	<i>Lecanoraceae</i>	<i>Lecanorales</i>
16	<i>Xanthoria ulophyllodes</i>	<i>Xanthoria</i>	<i>Teloschistaceae</i>	<i>Teloschistales</i>
17	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Xanthoria</i>	<i>Teloschistaceae</i>	<i>Teloschistales</i>

На садовом участке №1 было обнаружено 6 видов (*Physcia aipolia*, *Physcia adscendens*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria ulophyllodes*), принадлежащие одному классу *Lecanoromycetes*, трем порядкам (*Teloschistales*, *Caliciales*, *Lecanorales*) и пяти родам (*Physcia*, *Parmelia*, *Hypogymnia*, *Phaeophyscia*, *Xanthoria*).

На садовом участке №2 было обнаружено 12 видов (*Chaenotheca trichialis*, *Caloplaca cerina*, *Hypogymnia physodes*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Melanelixia subargentifera*, *Physconia distorta*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia enteroxantha*, *Xanthoria parietina*, *Xanthoria ulophyllodes*, *Physcia caesia*, *Polucauiona polycarpa*), принадлежащие к четырем порядкам (*Lecanorales*, *Caliciales*, *Teloschistales*, *Coniocybomycetes*) и пяти семействам (*Teloschistaceae*, *Lecanoraceae*, *Physciaceae*, *Parmeliaceae*, *Coniocybaceae*). Наибольшее количество видов принадлежит к семействам *Physciaceae* и *Teloschistaceae*, данные семейства лидируют по количеству представителей с высоким проективным покрытием (8-9 баллов) относительно всех выявленных видов лишайников в деревне Корчёмки.

На третьем участке было обнаружено 6 видов лишайников (*Physcia aipolia*, *Physconia enteroxantha*, *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes*, *Physcia adscendens*, *Phaeophyscia orbicularis*). Все обнаруженные виды принадлежат одному классу *Lecanoromycetes*, трем порядкам (*Teloschistales*,

Caliciales, *Lecanorales*), трем семействам и пяти родам (*Physcia*, *Hypogymnia*, *Phaephyscia*, *Xanthoria*, *Physconia*). Виды родов *Physcia* и *Hypogymnia* встречаются с высокой частотой и проективным покрытием 7-8 баллов.

На четвертом участке было обнаружено восемь видов (*Physcia aipolia*, *Physconia enteroxantha*, *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes*, *Physcia adscendens*, *Parmelia sulcata*, *Physconia distorta*, *Lepraria finkii*). Все выявленные виды лишайников принадлежат одному классу *Lecanoromycetes*, трем порядкам (*Teloschistales*, *Caliciales*, *Lecanorales*), четырем семействам (*Teloschistaceae*, *Physciaceae*, *Parmeliaceae*, *Ramalinaceae*) и шести родам (*Physcia*, *Hypogymnia*, *Xanthoria*, *Physconia*, *Lepraria*, *Parmelia*). Роды *Physcia* и *Physconia*, отличаются наибольшим количеством представителей с высокой частотой встречаемости и проективным покрытием 7-8 баллов.

На пятом участке было зафиксировано четыре вида лишайников, (*Physcia caesia*, *Physconia enteroxantha*, *Xanthoria parietina*, *Lecania carpinea*). Эти виды принадлежат одному классу *Lecanoromycetes*, трем порядкам (*Teloschistales*, *Caliciales*, *Lecanorales*), трем семействам (*Teloschistaceae*, *Physciaceae*, *Ramalinaceae*) и четырем родам (*Physcia*, *Xanthoria*, *Physconia*, *Lecania*).

Таким образом, анализируя видовое разнообразие лишайников на пяти участках в деревни Корчемки Могилевского района, выявлено 17 видов, относящихся к 13 родам и 7 семействам.

Нами были проанализированы сведения о жизненных формах и субстратах произрастания обнаруженных лишайников. Были выявлены представители всех трех жизненных форм лишайников: листоватых, накипных, кустистых. Наиболее распространенными оказались эпифитные лишайники (76,5%), реже всего встречались эпиксильные (12,3%) и эпилитные (11,2%) лишайники.

В общем, по количеству представителей разных видов, частоте встречаемости и проективному покрытию лидируют семейства *Physciaceae* (42,6% видов) и семейство *Teloschistaceae* (27,7% видов).

Библиографический список

1. Рогова Н.С. Разработка метода экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами: автореф. дис. канд. биол. наук. Томск, 2013.
2. Кравчук, Л.А. Лихеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха городов Беларуси: дис. ... канд. геогр. наук: 25. 00. 36 / Л.А. Кравчук – Минск, 2001.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология России / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова - М.: АО МДС, 1996.

РЫБОВОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА СРЕДУ

Е.О. Леонтьева¹, Н.А. Политаева¹, М.Б. Шилин²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого, katerina.leonteva.ol@gmail.com

²Российский государственный гидрометеорологический университет

Аквакультура как отрасль сформировалась сравнительно недавно, поэтому на разных уровнях регулирования и в научной литературе встречаются вариативные трактовки состава и границ как рыбохозяйственного комплекса, так и аквакультурного. В настоящей работе рыбоводческий комплекс предлагается рассматривать как природно-техническую систему (ПТС), где производственный результат определяется управляемыми потоками вещества, энергии и информации при ограничениях, задаваемых природной средой.

Показано, что аквакультурные объекты всё чаще функционируют в составе интегрированных площадок с береговой инфраструктурой и объектами переработки, что усиливает кумулятивное геоэкологическое воздействие и требует интегральной оценки.

Сопоставляются российские научные подходы и зарубежные нормативные определения; формулируется рабочее определение рыбоводческого комплекса как ПТС и обозначаются ключевые направления снижения нагрузки.

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводческий комплекс, природно-техническая система, УЗВ, геоэкологическое воздействие, утилизация отходов

Понятия «рыбное хозяйство», «рыбная отрасль», «рыбохозяйственный комплекс» и «аквакультурный комплекс» в современной литературе и нормативных документах используются неоднородно. «Рыбоводческий комплекс» используется редко. Это связано как с историей становления отрасли, так и с её быстрым технологическим развитием и институциональными различиями между странами.

Термин «рыбохозяйственный комплекс» оформился к концу XX века. В СССР преимущественно использовалось понятие «рыбное хозяйство». В современном понимании рыбохозяйственный комплекс трактуется как сложная многоэлементная и многокомпонентная система, структурированная по сферам деятельности и встроенная в реальный сектор экономики для обеспечения продовольственной безопасности в сегменте рыбы и морепродуктов [1]. Сегодня прослеживается трансформация понятий рыбного хозяйства, рыбной отрасли и рыбохозяйственного комплекса [2]. Ряд авторов включает в состав комплекса рыболовство, аквакультуру (рыбоводство) и

переработку [3]; в других трактовках структура описывается как набор из семи сфер [1].

С учётом сложившейся практики можно выделить четыре базовые области, которые охватывает рыбохозяйственный комплекс - промышленное рыболовство (добыча или вылов водных биоресурсов), аквакультура (рыбоводческая деятельность), рыбопереработка, обслуживание и обеспечение (флот, логистика, снабжение, сервисное сопровождение).

Для стран с развитым рыболовством нормативная база вылова исторически хорошо сформирована. Однако, аквакультура как самостоятельное направление в большинстве государств развивается сравнительно недавно и является ответом на задачи продовольственной безопасности и импортонезависимости. В ряде случаев, рыбохозяйственный комплекс полностью или частично включается в агропромышленный сектор (АПК), а аквакультура относится к системе АПК, что усложняет межотраслевое регулирование.

В прикладной российской литературе термин «аквакультурный комплекс» нередко употребляется как производственный контур УЗВ. Так, для подрачивания угря аквакультурный комплекс фактически описан как установка замкнутого водоснабжения с перечислением узлов и ёмкостей [4]. В методических указаниях УЗВ определяется как единый комплекс рыбоводных бассейнов и оборудования оборотного водоснабжения [5]. Вместе с тем в российских нормативных актах термина «аквакультурный комплекс» в узком смысле нет, шире регулируется «аквакультура (рыбоводство)» как вид деятельности.

В отдельных зарубежных юрисдикциях «аквакультурный комплекс» закреплён нормативно. Например, в штате Техас *aquaculture complex* — это «совокупность двух и более объектов аквакультуры, принадлежащих разным собственникам, расположенных на одной площадке и совместно использующих частные сооружения дренажа» [6]. Такой подход подчёркивает площадочную интеграцию и инфраструктурную общность как критерий «комплекса».

Учитывая многообразие трактовок и практику интеграции, предлагается определение междисциплинарного характера. Рыбоводческий (аквакультурный) комплекс - это природно-техническая система со связью «природная среда — техническая инфраструктура — управление», включающая один или несколько производственных объектов выращивания гидробионтов (садки, пруды, УЗВ) и обеспечивающую инфраструктуру. Элементы комплекса связаны обменом веществом и энергией, функционируют в едином контуре управления и оказывают интегральное геоэкологическое воздействие на окружающую среду.

Такое определение охватывает как простые виды комплексов (один объект УЗВ или садковое хозяйство с инфраструктурой), так и интегрированные площадки (садковая линия с береговой базой и перерабатывающими мощностями), а также гибридные технопарки на воде и суше.

В открытых аквакультурных системах первичное воздействие приходится на водную толщу и донный слой. Деятельность хозяйства влияет на процессы эвтрофикации, осадконакопления, на карбонатную буферность и на потоки климатически активных газов (CO_2 , CH_4 , N_2O). Включение в производственный контур береговой переработки дополнительно повышает кумулятивную нагрузку за счёт сточных вод и отходов.

Определение рыбоводческого комплекса как ПТС позволяет: установить чёткие границы системы — объект, площадка, акватория влияния; определить потоки вещества, энергии и информации; выделить контуры управления процессами — кормление, гидрохимия, энергообеспечение, сбор осадка, переработка отходов и др.; разработать интегральный показатель воздействия, аккумулирующий вклад производственного контура и инфраструктуры.

С учётом современной практики, к ключевым направлениям снижения нагрузки на среду относятся: оптимизация рациона и режимов кормления, что уменьшает поступление органического вещества в воду и, как следствие, снижает вынос за пределы системы азот- и фосфорсодержащих соединений; сбор твёрдой фракции осадка и её эффективная утилизация путём переработки во вторичные продукты; создание мультитрофических систем и аквапонного блока как биологического контура очистки и источника дополнительной продукции; повышение энергоэффективности и использование ВИЭ; внедрение подходов к учёту и снижению эмиссий климатически активных газов; рациональное размещение новых производственных площадок с учётом гидрологического режима.

Таким образом, вариативность определений рыбохозяйственного комплекса отражает реальное многообразие конфигураций отрасли. Для оценки влияния и управления устойчивостью целесообразен ПТС-подход, позволяющий формализовать потоки, границы и кумулятивные эффекты. Это, в свою очередь, создаёт основу для интегральной оценки геоэкологического воздействия и для технологических решений, снижающих нагрузку при сохранении производственной эффективности.

Библиографический список

1. Семин, А. Н. Рыбохозяйственный комплекс в системе продовольственной безопасности: сущностное содержание и приоритеты научных исследований / А. Н. Семин, И. С. Кондратенко, М. М. Кислицкий // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 44(6). – С. 268-272. – EDN UCRPYJ.
2. Бетин, О. И. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура / О. И. Бетин, А. С. Труба, Т. О. Мухамедова // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 188. – С. 166-173. – DOI 10.36038/2307-3497-2022-188-166-173. – EDN YXFQUW.
3. Варламова, М. С. Российский рыбохозяйственный комплекс: структура, потенциал, противоречия развития / М. С. Варламова, А. В. Родионов // Russian Journal of Management. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 217–226. – DOI 10.29039/2409-6024-2023-11-2-217-226.

4. Долина, Д. С. Эффективность выращивания европейского угря в УЗВ / Д. С. Долина, В. И. Лишко, Е. В. Давыдович // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 4(43). – С. 24-27. – EDN KUOSCF.
5. Выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения. – Саратов: Саратовский источник, 2024. – 62 с. – ISBN 978-5-605-19284-8. – EDN YAKREO.
6. Texas Parks and Wildlife Department. Texas State Comprehensive Management Plan for Aquatic Nuisance Species. Appendix C: Rule §57.111 Definitions [Электронный ресурс]. – 2011. – URL: https://westernregionalpanel.org/wp-content/uploads/2022/07/Texas_ANSPlan-2011.pdf (дата обращения: 10.09.2025).

БИОКОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В.В. Седайкина, Е. А. Чабина

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
victoriasedaikina@yandex.ru, katyushka-bond@mail.ru*

Строительная отрасль является одним из крупнейших источников выбросов CO₂, что определяет необходимость перехода к низкоуглеродным технологиям и внедрению экологичных строительных материалов. Одним из наиболее перспективных направлений для снижения углеродного следа от строительной индустрии является применение биокomпозитных материалов на основе натуральных волокон (льна, конопли, джута) и биополимерных либо переработанных полимерных матриц. В статье представлен обзор современных зарубежных и российских исследований в области строительных биокomпозитов, рассмотрены свойства натуральных волокон и полимерных матриц, а также методологические подходы к проектированию и оценке долговечности биооснованных композитов. Проанализированы эксплуатационные характеристики и факторы, определяющие перспективы широкого внедрения биокomпозитных материалов в строительную сферу.

Ключевые слова: биокomпозиты, натуральные волокна, устойчивое строительство, выбросы, полимерные матрицы, теплоизоляция, жизненный цикл.

Введение.

Строительная отрасль является одной из наиболее ресурсо- и энергоёмких сфер экономики, формируя 39,4% от суммарных эмиссий CO₂. Из которых 20,4% - выбросы CO₂ при эксплуатации зданий и сооружений 18,7% - при производстве строительных материалов и конструкций и 0,3% на строительство зданий и сооружений [1]. В условиях ужесточения

экологических требований и перехода к модели устойчивого развития особое внимание уделяется снижению углеродного следа строительных материалов. Одним из ключевых направлений является разработка биокompозитов — композитных материалов, содержащих биополимерное связующее и армированные натуральные растительные волокна [2,3]. Современные исследования сосредоточены на создании материалов, обладающих не только высокими техническими характеристиками, но и способностью к биоразложению, что позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла (производство, эксплуатация, утилизация) [4,5].

Натуральные волокна, такие как лён, конопля и джут, обладают благоприятной экологической характеристикой, высокой доступностью и механической прочностью. Благодаря этим свойствам они рассматриваются как альтернатива традиционным армирующим материалам, включая стекловолокно. Комбинирование натуральных волокон с биоразлагаемыми или вторичными полимерными матрицами открывает новые возможности в производстве теплоизоляционных, акустических и конструкционных материалов для устойчивого строительства.

Зарубежные исследования. В европейской научной практике значительное внимание уделяется разработке теплоизоляционных материалов на основе конопляного волокна и полилактида (Polylactic Acid (PLA)). Исследования показали, что композиты плотностью около 40 кг/м³, изготовленные методом чесания и термообработки, обеспечивают низкую теплопроводность, высокое звукопоглощение и удовлетворительную механическую прочность [6]. Оптимизация состава с использованием гидрофобизаторов и антипиренов позволила существенно повысить водоотталкивание и огнестойкость материалов, что расширяет их применение в строительстве.

Интересным примером практической реализации является опыт французской компании HempHouse, применяющей конопляный бетон с улучшенными теплоизоляционными характеристиками и высокой паропроницаемостью. Такие композиты обладают устойчивостью к плесени, биоповреждениям и способствуют созданию здорового микроклимата в помещениях. Конопля как растение обеспечивает высокую экологическую эффективность — поглощение до 15 т СО₂/га, отсутствие потребности в интенсивном орошении и химических обработках.

В США сформирована научная база исследований механических свойств композитов на основе конопляных волокон. Установлено, что обработка поверхности волокон усиливает межфазное взаимодействие и повышает прочность композитов, в ряде случаев превосходя показатели материалов с армированием стекловолокном [7]. На основе конопляных волокон активно развиваются биопанели, способные снижать углеродный след производства до 76% [8].

Китай активно внедряет бамбуковые композиты, что связано с высокой скоростью роста бамбука, его возобновляемостью и низким углеродным следом по сравнению с традиционными строительными материалами [9].

Российские исследования. В России активное развитие биокompозитных технологий связано с наличием обширной сырьевой базы натуральных волокон. Исследования отечественных научных центров (МГСУ, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, Костромской государственной университет) демонстрируют возможность создания конструкционных и теплоизоляционных материалов, сопоставимых с зарубежными аналогами.

В МГСУ разработаны панели на основе льняного волокна и переработанного полиэтилентерефталата (ПЭТ) (Recycled Polyethylene Terephthalate (rPET)), обеспечивающие высокую механическую прочность при снижении стоимости производства. Щелочная обработка волокон улучшает адгезию к полимерной матрице на 20–25% [10].

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева разработал морозостойкие композиты на основе конопляного волокна и биоэпоксидных смол. Материалы сохраняют прочность после 100 циклов замораживания и оттаивания, что делает их перспективными для суровых климатических условий [11].

В ряде регионов (Костромская область, Татарстан) реализуются пилотные проекты строительства модульных домов с применением биокompозитных панелей, демонстрирующие высокую энергоэффективность и сокращение сроков возведения зданий.

Характеристики биокompозитных материалов.

Натуральные волокна и их свойства. Ключевыми армирующими компонентами строительных биокompозитов являются льняные, конопляные и джутовые волокна. Лён обладает высокой прочностью (до 1100 МПа) и низкой теплопроводностью, однако требует гидрофобизации. Конопляные волокна демонстрируют лучшие акустические свойства и устойчивость к биоповреждениям. Джут характеризуется наименьшей стоимостью при высоком коэффициенте звукопоглощения, но требует антисептической обработки.

Полимерные матрицы. Наиболее экологически перспективны биополимеры, такие как PLA, однако их высокая стоимость ограничивает распространение. На практике чаще применяются переработанные термопласты (rPET, rPP), которые обеспечивают достаточную механическую прочность при снижении себестоимости и решении задач утилизации пластиковых отходов [10].

Методы, подходы и концепции устойчивого проектирования.

Оценка экологической и эксплуатационной эффективности биокompозитов невозможна без современных методологических подходов.

Применение анализа жизненного цикла (АЖЦ) показывает, что использование натуральных волокон позволяет снизить энергозатраты на производство материалов на 30–45%. Компьютерное моделирование, позволяет оптимизировать содержание волокон, достигая оптимального армирования при соотношении 60:40. Биомиметические решения, основанные

на природных структурах, приводят к увеличению ударной вязкости многослойных панелей в 1,5–2 раза.

Результаты лабораторных исследований, где в соответствии с международными стандартами (ISO 9142, ISO 4892-3) моделируется ускоренное старение материалов подтверждают сохранение 80–85% прочности биокompозитов после 50 климатических циклов, что соответствует долговечности 25–30 лет эксплуатации. Развитие нормативной базы, включая внедрение ISO 22157, обеспечивает условия для стандартизации и сертификации материалов.

Заключение.

Биокompозитные материалы на основе натуральных волокон представляют собой перспективное направление развития устойчивого строительства благодаря сочетанию экологичности, доступности и достаточных эксплуатационных свойств. Современные исследования подтверждают возможности их применения в теплоизоляционных, акустических, ограждающих и конструкционных системах зданий. Для расширения сфер применения необходимо дальнейшее совершенствование огнестойкости, влагостойкости и нормативной документации. В условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике биокompозиты обладают значительным потенциалом для формирования экологичной инфраструктуры и могут занять значимую долю в сегменте малоэтажного и модульного домостроения.

Библиографический список

1. Building Green Sustainable. Construction in Emerging Markets. International Finance Corporation. URL: <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2023/building-green-sustainable-construction-in-emerging-markets.pdf> (дата обращения 13.10.2025).
2. Al-Oqla F. M., Sapuan M. S. Material selection of natural fiber composites // Materials Selection for Natural Fiber Composites. — 2017. — DOI: 10.1016/B978-0-08-100958-1.00005-0.
3. Sameni J., Ahmad S., Zakaria S. Effect of MAPE on the mechanical properties of rubber wood fiber/thermoplastic natural rubber composites // Adv. Polym. Techn. — 2004. — Vol. 23, No. 1. — P. 18–23.
4. Stokke D. D. Introduction to Wood and Natural Fiber Composites. — John Wiley & Sons. — 2013.
5. Севастьянов Д. В., Сутубалов И. В., Дасковский М. И., Шеин Е. А. Полимерные биокompозиты на основе биоразлагаемых связующих, армированных натуральными волокнами (обзор) // Авиационные материалы и технологии. — 2017. — № 4(49). — С. 42–50. — DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-4-42-50.
6. Stapulionienė R., Tupčiauskas R., Vaitkus S., Vėjelis S. Development and investigation of thermal insulation from hemp-poly lactide fibres // Engineering Structures and Technologies. — 2016. — Vol. 8, No. 1. — P. 23–30.

7. Shahzad A. Hemp fiber and its composites – a review // Journal of Composite Materials. — 2012. — Vol. 46, No. 8. — P. 973–986.
8. Парсанов А. С., Антонова М. В., Красина И. В. Применение конопли в производстве композитных материалов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. — 2021. — № 6(396). — С. 292–297. — DOI: 10.47367/0021-3497_2021_6_292.
9. Chen Z., Ma R., Du Y., Wang X. State-of-the-art review on research and application of original bamboo-based composite components in structural engineering. — 2022. — Vol. 35, No. 9. — P. 1010–1029. — DOI: 10.1016/j.istruc.2021.11.059.
10. Донецкий К. И., Хрульков А. В., Городилова Н. А., Мельников Д. А. Перспективы применения полимерных композиционных материалов на основе льняных волокон // Труды ВИАМ. — 2023. — № 10(128). — С. 82–95. — DOI: 10.18577/2307-6046-2023-0-10-82-95.
11. Кудяков К. Л., Бучкин А. В., Юрин Е. Ю., Хлебников С. К., Пентюхова В. А. Влияние параметров предварительного напряжения арматуры композитной полимерной на жесткость и трещиностойкость изгибаемых бетонных элементов. Подготовка и проведение экспериментальных исследований // Вестник НИЦ «Строительство». — 2023. — Т. 39, № 4. — С. 68–81. — DOI: 10.37538/2224-9494-2023-4(39)-68-81.

КОЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ОТ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

В.А. Сенченко¹, М.А. Шахраманьян¹, Т.Т. Каверзнева²

*¹Российский государственный социальный университет,
vladimir.senchenko1973@gmail.com*

*²Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, kaverztt@mail.ru*

В статье рассматривается проблема утилизации растительных отходов от зеленых насаждений в городе Волгограде. Анализируется актуальность внедрения технологий вторичной переработки этих отходов в рамках федеральных проектов «Экономика замкнутого цикла» и «Биоэкономика».

Ключевые слова: растительные отходы, зеленые насаждения, урбанизированные территории, экономика замкнутого цикла, коэволюционный подход.

Согласно Стратегии экологической безопасности Российской Федерации, на период до 2025 года в России ежегодно образуется 4 млрд. тонн отходов производства и потребления, из которых 55-60 млн. тонн составляют

твердые коммунальные отходы. Увеличивается количество отходов, которые не вовлекаются во вторичный хозяйственный оборот, а размещаются на полигонах и свалках, что приводит к выводу продуктивных сельскохозяйственных угодий из оборота. Территория, занимаемая санкционированными объектами размещения отходов в России, занимает 4 млн. гектаров, и эта территория ежегодно увеличивается на 300-400 тыс. гектаров [1].

Вместе с тем с 2022 года в Российской Федерации стартовал федеральный проект Экономика замкнутого цикла, целью которого является создание устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами, обеспечивающей сортировку отходов в объеме 100 процентов и снижение объема отходов, направляемых на полигоны, в два раза [2].

Национальный проект «Биоэкономика» направлен на создание в России инфраструктуры для использования биологического сырья и на разработку уникальных технологий, востребованных в сельском хозяйстве, экологии и при создании лекарственных препаратов. По мнению Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) биоэкономика, основанная на устойчивом и замкнутом цикле использования биологических ресурсов и процессов для производства продуктов питания, кормов, биологических продуктов и услуг, обладает огромным невостребованным потенциалом в части смягчения последствий изменения климата. Устойчивая биоэкономика замкнутого цикла - это возможность повысить эффективность адаптации к изменению климата и невосприимчивость к внешним воздействиям — посредством обеспечения восстановления экосистем и удержания питательных веществ и воды в почвах, сохранения источников средств к существованию местного населения на основе использования биологических продуктов и услуг, а также на основе создания условий для более устойчивого управления лесами, сельскохозяйственными угодьями и рыболовством [3].

Отходы от зеленых насаждений в городе Волгограде утилизируются на полигонах ТБО [4], тем самым увеличивая размеры полигонов, что в конечном итоге приводит к выводу продуктивных сельскохозяйственных угодий из оборота.

Растительные отходы от зеленых насаждений имеют разнородную структуру и территориально разбросаны. Поэтому многие технологии переработки данных отходов не подходят с технической и экономической точек зрения.

Отходы от зеленых насаждений не входят в Перечень видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается в России [5].

Остатки древесины — это биологический продукт природы, остатки которого миллиарды лет были включены в круговорот веществ в природе. С развитием городов и обустройства общественных зон в виде парковых зон отходы от зеленых насаждений стали отходами, которые в конечном счете попадают на полигоны ТБО городов и смешиваются с промышленными и

токсичными отходами, которые увеличивают антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Актуальной задачей в коэволюционном подходе человека и природы в области обращения с отходами является включение растительных отходов от общественных пространств городов во вторичную переработку или естественный кругооборот природы. Это устойчивая схема развития общества.

Известно, что на территории Волгоградской области находится более 10 тысяч голов лошадей [6].

Подстилка для лошадей — это материал, используемый для обеспечения комфортных условий и гигиены в конюшне. Правильная подстилка помогает поддерживать чистоту, предотвращать развитие болезней и комфортно содержать лошадей.

Основные виды подстилок для лошадей в Волгоградской области: солома, сенаж или опилки.

При выборе подстилки важны такие факторы:

- гигиена и безопасность для лошади;
- способность собирать и удерживать влагу, запахи и пыль;
- простота уборки и замены;
- стоимость и доступность.

Советы по уходу за подстилкой:

- регулярная смена — по мере загрязнения;
- своевременная уборка и дезинфекция для предотвращения распространения болезней;
- соблюдение баланса между чистотой и комфортом для лошади.

Использование правильной подстилки способствует сохранению здоровья лошади, её комфортному содержанию и предотвращает множество проблем, связанных с влажностью и грязью в конюшне.

Конезаводчики постоянно сталкиваются с проблемой поиска подстилки для лошадей по приемлемой цене. Опрос показал, что релевантная цена опилок на лето 2025 года составляет 100 рублей за 1 единицу 50-литрового мешка. Крупные конезаводчики готовы брать опилки в объеме 10 м³ в неделю. Вид дерева, из которого сделаны опилки, не играет никакой роли. Щепа не подойдет, она ранит лошадь. Играет роль фракция опилки.

Использованную подстилку от лошадей из опилок можно использовать в качестве органического удобрения. Она содержит много питательных элементов: азот, бор, калий, магний, марганец, фосфорную кислоту, цинк и другие.

Идея использования древесных отходов для подстилки с точки зрения коэволюционного подхода очень перспективна. Она решает проблему отходов, решает гигиеническую проблему конезаводчиков, ухаживающих за лошадьми, а также способствует экологическому балансу. Этот подход может стать примером цепочной переработки, где отходы превращаются в ценность, и что важно — замыкает цикл, возвращая их в природную среду в виде удобрения в землю.

На рисунке изображена схема вовлечения отходов от зеленых насаждений в повторный оборот.



Рис. Схема вовлечения отходов от зеленых насаждений в повторный оборот

В данный момент развития общества для реализации данной схемы требуются еще и экономические механизмы, связанные с маржинальностью проекта. В настоящий момент экологические проекты, как правило, имеют маленькую маржинальность, поэтому в портфелях инвесторов доля их невелика. Однако стоимость утилизации отходов на полигоне со временем будет только возрастать и маржинальность будет расти. Поэтому важно уже сейчас развивать эту нишу, так как в будущем планка входа в бизнес будет значительно выше из — за конкуренции.

Проекты будут иметь положительный экономический эффект, когда затраты на утилизацию будут больше, чем затраты на переработку и стоимость реализуемых опилок. Экономическую эффективность от проекта можно выразить следующей формулой:

$$Э_{эфф.} = Ц_{опил.} + З_{утил.} - З_{перерб.}$$

$Э_{эфф.}$ - экономический эффект;

$Ц_{опил.}$ - стоимость произведенной продукции (опилок);

$З_{утил.}$ - затраты на утилизацию на полигоне;

$З_{перерб.}$ - затраты на переработку растительных отходов в опилки.

В свою очередь использованную подстилку можно реализовывать в качестве органического удобрения, что будет частично компенсировать затраты конезаводчиков на приобретение опилок.

Заключение

С целью включения в кругооборот природы необходимо провести исследование технологий и экономических механизмов, которые бы запустили механизм возврата растительных отходов общества в природную среду.

Однозначного решения в данном вопросе быть не может, в каждом регионе разные абиотические и экономические условия, поэтому здесь, может быть, набор вариативных решений, позволяющий весь объем растительных отходов вовлекать в природный биогеоценоз.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 19.04.2017 N 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420396664> (дата обращения 12.09.2025).
2. Экономика замкнутого цикла основана на цикличном обращении с природными ресурсами и возвращении их в оборот. Единая цифровая платформа экономики замкнутого цикла [Электронный ресурс]. – URL: <https://reo.ru/ezc> (дата обращения 12.09.2025).
3. Мухаммедов М. БИОЭКОНОМИКА – ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ // Вестник науки №3 (72) том 3. С. 101 - 111. 2024 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/13352> (дата обращения: 12.09.2025 г.)
4. Сенченко, В. А. Морфологический состав отходов кладбищ г. Волгограда / В. А. Сенченко, Н. Ю. Белозубова // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2025. – Т. 21, № 1. – С. 114-120. – EDN TMPMNF.
5. Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается» от 25.07.2017 N 1589-р // Официальный интернет-портал правовой информации. - www.pravo.gov.ru, 02.08.2017, N 0001201708020001.
6. Шайфуллин, М. Р. Характеристика конского поголовья Волгоградской области / М. Р. Шайфуллин // Аспирант. – 2020. – № 4(55). – С. 194-197. – EDN DPSXQG.

СЕКЦИЯ 2. ИНЖЕНЕРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Е.А. Бобров

Смоленский государственный университет

Аннотация. В статье рассмотрены особенности организации системы производственного экологического контроля на предприятии тепловой энергетики. Приводятся данные о структуре управления охраной окружающей среды и порядке организации мониторинга и экологического контроля в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

Ключевые слова: тепловая энергетика, окружающая среда, экологическое законодательство, производственный экологический контроль.

Тепловые электростанции на всех этапах производственного процесса оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду. Такие объекты в процессе своей работы выделяют большое количество вредных веществ (оксида азота, диоксида серы и др.), в том числе и тяжелых металлов (ртуть, свинец), могут являться источниками радиоактивного загрязнения, активно загрязняют поверхностные и подземные воды, почвы. Загрязненные взвешенными веществами, маслами и нефтепродуктами сточные воды предприятий теплоэнергетики, имеют повышенную температуру и способствуют тепловому загрязнению водоемов и водотоков, которые используются в качестве водоприемников, что приводит к негативным изменениям водных экосистем.

В соответствии с Федеральными законами «Об охране окружающей среды» (ст. 67), «Об охране атмосферного воздуха» (ст. 25), «Об отходах производства и потребления» (ст. 26) и «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 32) важнейшей задачей природопользования является осуществление производственного экологического контроля (ПЭК). Его задачей является обеспечение выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мер по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов и соблюдению требований действующего экологического законодательства.

Согласно указанным выше законодательным актам природопользователи должны представлять сведения об организации экологической службы и о лицах, ответственных за охрану окружающей среды на предприятии, а также о результатах производственного экологического контроля в орган исполнительной власти. Информационные данные вносятся

в положение о реализации ПЭК и до начала производственной деятельности или изменения технологического процесса предоставляются в орган контроля. На территории Смоленской области таким органом является территориальный орган Росприроднадзора.

Смоленская ГРЭС, расположенная в пос. Озёрный Духовщинского района Смоленской области, введена в эксплуатацию в 1978 г. и является в настоящее время второй по мощности электростанцией в регионе [1]. Установленная мощность станции – 630 МВт. По итогам 2024 г. выработка электроэнергии на предприятии составила 1809 млн. кВтч, отпуск тепла – 54,7 тыс. Гкал (табл. 1) [2].

Таблица 1

Производственные показатели Смоленской ГРЭС, 2020-2024 г.

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024
Установленная электрическая мощность, МВт	630	630	630	630	630
Установленная тепловая мощность, Гкал/ч	66	66	66	66	98
Выработка электроэнергии, млн. кВтч	1149	1967	1465	1898	1809
Выработка (отпуск) тепла, тыс. Гкал	56,6	60	62	59	54,7

В ПАО «Юнипро», в состав которой входит Смоленская ГРЭС, принята следующая структура управления охраной окружающей среды:

- ответственность за организацию деятельности связанной с охраной окружающей среды, функционирование системы экологического менеджмента, соблюдение требований природоохранного законодательства несет Заместитель Генерального директора Общества по производству.
- общее руководство деятельностью, связанной с охраной окружающей среды в Обществе осуществляет начальник производственно-технического управления (ПТУ).
- руководство и координацию работ по вопросам охраны окружающей среды в Обществе осуществляет ведущий специалист ПТУ исполнительного аппарата Общества.
- Ответственность за организацию ПЭК несет Главный инженер филиала «Смоленская ГРЭС» ПАО «Юнипро».

Руководство программой ПЭК осуществляет начальник производственно-технической службы (ПТС) филиала «Смоленская ГРЭС». Руководство и координацию работ по осуществлению ПЭК осуществляет группа экологии ПТС. Количественный состав группы экологии ПТС определяется штатным расписанием филиала. В непосредственные обязанности групп экологии ПТУ исполнительного аппарата Общества в области ПЭК входит:

- проведение инспекционных проверок в рамках аудитов 1-го уровня системы экологического менеджмента (СЭМ);
- организация производственного эколого-аналитического (инструментального) контроля (ПЭАК) с привлечением сторонних

лабораторий по показателям, отсутствующим в области аккредитации собственных химических лабораторий филиала, и в иных случаях;

- анализ результатов ПЭАК;
- экологический учет и отчетность по ПЭК.

Начальник химической лаборатории Смоленской ГРЭС несет ответственность за выполнение ПЭАК по объектам измерений и показателям, входящим в область аккредитации химических лабораторий. В непосредственные обязанности начальников химической лаборатории (ХЛ) филиала Общества ХЛ в рамках ПЭАК входит:

- выполнение количественного химического анализа (КХА) в соответствии с утвержденными планами-графиками (в том числе в составе программы ПЭК);
- оформление актов отбора проб и протоколов КХА по каждой пробе и передача в группы экологии ПТС;
- первичный анализ полученных результатов и оперативное уведомление групп экологии ПТС, начальника ПТС и главного инженера филиалов о выявлении отклонений от допустимых значений.

Проводимый на электростанции мониторинг и экологический контроль в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов осуществляется на основании ряда разрешительных документов. К ним относятся: Договор водопользования, Решение о предоставлении водного объекта в пользование, Лимит на образование и размещения отходов, Лицензия на осуществление деятельности по обезвреживанию и размещению отходов 1-4 классов опасности, Разрешение на выбросы загрязняющих веществ, Разрешение на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду, Разрешение на сброс загрязняющих химических веществ на рельеф, а также согласованная в установленном порядке действующая проектная документация на предельные нормативы образования отходов и лимиты на их размещение, предельно-допустимые выбросы (ПДВ) и санитарно-защитную зону (СЗЗ).

Санитарно-защитная зона станции составляет 1000 м, что относит ее к предприятиям 1 класса. На предприятии реализуется Программа контроля на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ), разработанная в рамках проекта «Расчетной СЗЗ». Ведутся работы по оценке риска здоровью населения на основании «Программы контроля на границе СЗЗ». Реализуются мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ). Ежегодно проводится «Программа производственного экологического контроля за соблюдением нормативов ПДВ», согласно которой производятся замеры концентраций загрязняющих веществ.

Экологический мониторинг всех источников выбросов на предприятии выполняется при помощи ПЭАК. Проводятся замеры основных выбрасываемых химических веществ как от стационарного организованного источника, так и на границе санитарно-защитной зоны. Данные об объектах и методах контроля представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Объекты ПЭК и методы контроля промышленных выбросов
предприятия «Смоленская ГРЭС»**

Объекты ПЭК	Объект измерений	Контролируемый параметр (показатель)	Метод контроля
Источник выбросов	Промышленные выбросы	азота диоксид, углерод, сажа, сера диоксид, углерод оксид, зола углей	ПЭАК
Граница СЗЗ	Атмосферный воздух	углерод оксид, диоксид серы, оксид углерода, взвешенные частицы	ПЭАК

Отбор проб водного объекта и его водоохранной зоны осуществляется аккредитованной химической лабораторией предприятия и ОАО «ИТЦ Экология» по 4 показателям. Взятие проб воды 500 м выше и ниже сброса сточных вод и в районе береговой насосной станции осуществляется 1 раз в месяц.

Порядок производственного контроля в области обращения с отходами предусматривает две основные формы контроля:

- Инспекционная проверка, которая включает проверку документации, соблюдения лицензионных требований, внешний осмотр площадок накопления отходов и т.п.
- Производственный эколого-аналитический контроль – реализуется в форме количественных химических анализов (КХА) соответствующих объектов измерений по установленным контролируемым показателям.

Смоленская ГРЭС заинтересована в выполнении программы ПЭК и успешном решении поставленных задач по достижению высоких показателей в природоохранных мероприятиях в соответствии с требованиями экологического законодательства. Экологическая политика предприятия направлена на обеспечение безопасности на производственном объекте, при котором риск возможных аварий минимален.

Список литературы

1. Бобров Е.А. Воздействие предприятий тепловой энергетики на окружающую среду (на примере Смоленской ГРЭС) // Образование и наука: современный вектор развития: материалы II Национальной научно-практической конференции. Керчь, 2023. С. 106-110.
2. Смоленская ГРЭС – филиал ПАО «Юнипро» URL: <https://www.unipro.energy/about/structure/affiliate/smolenskaya/> (дата обращения: 7.09.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК РЕКУПЕРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА НЕФТЕНАЛИВНЫХ ТЕРМИНАЛАХ

А.А. Варламова¹, Д.О. Нагорнов²

*Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II,*

¹varlamovaantonina02@mail.ru, ²nagornov_do@pers.spmi.ru

В работе обсуждается необходимость внедрения установок для рекуперации нефтепродуктов на нефтеналивных терминалах. Учитывая постоянно усиливающиеся экологические требования, необходимость снижения выбросов вредных веществ и глобальную ориентацию на экономию энергии и ресурсов, применение систем рекуперации становится особенно актуальным. Определён оптимальный тип конструкции установки для использования на предприятиях нефтегазового комплекса. паров при наливке. На сегодняшний день не существует единой методики, регламентирующей проведение анализа состава выбросов с танкеров, что затрудняет процесс внедрения установок рекуперации паров на пунктах перегрузки нефти и нефтепродуктов в Российской Федерации. Определена оптимальная схема анализа состава выбросов с танкеров для формирования технического задания на установку рекуперации.

Ключевые слова: установка рекуперации паров, адсорбционные установки рекуперации, сорбент, испарение нефтепродуктов, летучие органические соединения, анализ состава выбросов.

Россия на рынке традиционных энергоносителей до сих пор занимает лидирующие позиции, несмотря на введенные со стороны недружественных стран санкции. Одной из нерешенных проблем обслуживания нефтегазового комплекса, не только России, но и всего мира, является выброс в атмосферу огромного количества паров углеводородов, выделяемых в местах перевалки и нефти и нефтепродуктов [1].

Применение установки рекуперации паров (УРП) способствует сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также позволяет минимизировать потери товарного продукта при транспортировке. Первая в России опытная установка по улавливанию паров нефти при загрузке танкеров появилась в 2009 году в порту Высоцк (Ленинградская область). В соответствии с анализом текущего оснащения портов Российской Федерации установками рекуперации паров, проведенным на основе Государственной базы данных, касающейся установок рекуперации, используемых на объектах налива нефти и нефтепродуктов (номер 2024620693), стало очевидно, что только два порта в Балтийском бассейне имеют системы УРП. В остальных случаях газовоздушная смесь сбрасывается либо на свечу рассеивания, либо на факел, что не позволяет достичь необходимого уровня сокращения негативного воздействия на окружающую среду.

Работа установок основана на таких физических принципах, как абсорбция, адсорбция, конденсация. Наиболее перспективным является применение УРП, принцип действия которых, основан на законах адсорбции (рис.1).

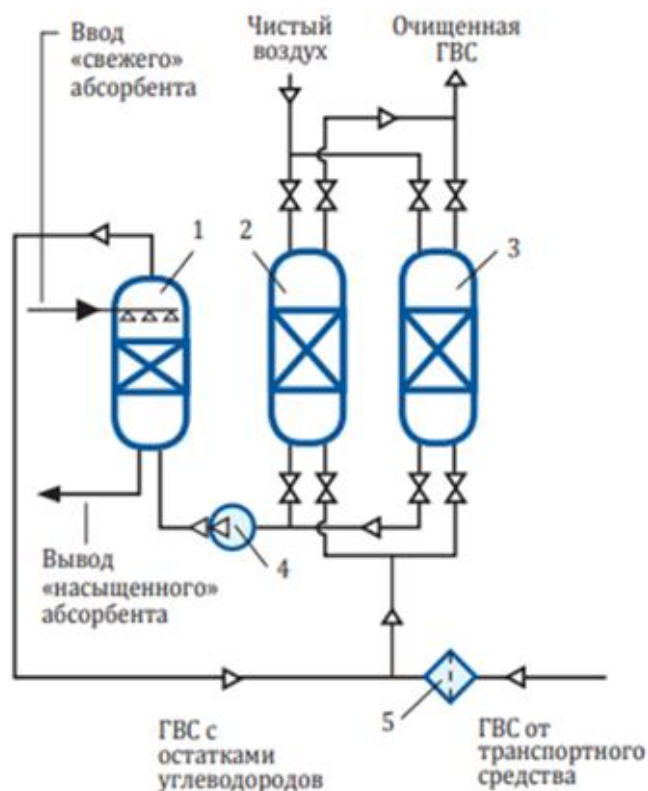


Рис.1. Схема адсорбционной установки паров.

Адсорбционная установка рекуперации паров состоит из двух адсорберов, для обеспечения непрерывности процесса очистки. При работе УРП один адсорбер находится в режиме адсорбции, тогда как другой регенерируется. Адсорберы автоматически переключаются между адсорбцией и десорбцией. В адсорбере посредством углеродного фильтра пары сырой нефти и нефтепродуктов пропускаются через слой активированного угля, который улавливает пары нефтепродуктов тонким поверхностным слоем, при этом очищенный воздух выбрасывается воздухоудвкой в атмосферу [2].

После насыщения угольного фильтра углеводородами, его регенерируют за счет использования разрежения и продувочного воздуха сверху адсорберов. Адсорбер откачивается непрерывно работающими жидкостно-кольцевыми вакуумными насосами. Использование установки данного типа на предприятиях нефтегазового комплекса возможно благодаря ее высокой пропускной способности, высокой степени очистки, высокой пожарной безопасности и непрерывности процесса очистки отходящих газов.

Одной из ключевых проблем, стоящих перед проектировщиками в рамках проектирования установок рекуперации паров нефтепродуктов на

нефтеналивных терминалах — формирование технического задания. Достоверность результатов исследования состава выбросов летучих органических соединений в значительной степени определяется точностью и корректностью проведения процедуры отбора проб, включая соблюдение методик, условий транспортировки и хранения образцов. Наиболее точным, надежным и информативным подходом является анализ ЛОС методом газовой хроматографии после пробоотбора на сорбционные трубки [3;4].

Сорбционные трубки, применяемые в газовой хроматографии, эффективны для поглощения органических загрязнителей из воздуха. Загрязнители, адсорбированные на сорбенте, при нагревании переносятся газом-носителем в хроматографическую колонку, где их количественно определяют с использованием пламенно- ионизационного детектора или термоионного детектора. Преимущества метода — высокая чувствительность и надежное восстановление количества аналита, а также отличная стабильность отбора проб.

Согласно исследованиям наиболее подходящим сорбентом для отбора летучих органических соединений с последующим анализом на газовом хроматографе является пористый полимер Tenax TA, главным преимуществом которого является возможность определения большого количества одновременно определяемых соединений. Единственной проблемой применения данного сорбента является полное отсутствие его аналогов на российском рынке. В чистом виде российских аналогов Tenax TA, применяемого для сорбции органических веществ, как правило, не существует [5].

Для низкомолекулярных углеводородов (C1–C5) можно рассмотреть другие сорбенты с высокой селективностью к лёгким фракциям, например активированные угли или полимерные сорбенты с подходящими характеристиками. Однако их термостабильность и способность термодесорбции могут быть ниже по сравнению с Tenax TA.

Применение установок рекуперации нефтепродуктов на пунктах налива, хранения и переработки нефтепродуктов повышает рентабельность операций, увеличивает прибыль компаний и способствует общей экономической эффективности процессов, а также снижает негативное воздействие на окружающую среду. Процесс проектирования и монтажа установок рекуперации требует большого объема работ: на ранних стадиях необходимо учесть множество факторов для выбора оптимальных параметров и подбора сорбента, чтобы обеспечить эффективную рекуперацию и стабильность процессов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSRW-2023-0002 Фундаментальные междисциплинарные исследования недр Земли и процессов комплексного освоения георесурсов).

Библиографический список

1. Яковлев П.П. Нефть в глобальной экономике и мировой торговле // Конъюнктура мировых товарных рынков - 2019. – Т.15. – С. 100-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2410-7395-2018-3-100-114>.
2. Пшенин В.В., Закирова Г.С. Повышение эффективности систем улавливания паров нефти при товарно-транспортных операциях на нефтеналивных терминалах // Записки Горного института - 2024. - Т. 265. - С. 121-128.
3. Какарека С. В. Сравнительный анализ подходов к регулированию выбросов летучих органических соединений // Природные ресурсы. 2019. Том 1. «С. 108-116».
4. Lee, S., Park, J., Kim, H., & Kwon, J. Sampling and analysis of volatile organic compounds in air using sorbent tubes and thermal desorption–gas chromatography–mass spectrometry. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2019. 12(5), 2451–2465. DOI: 10.5194/amt-12-2451-2019
5. Павлюк Т. С., Ануфриев М. А., Пономарева О. Н. Сорбционные трубки Тенах-ТА как эффективный инструмент при выполнении анализа воздушной среды методом газовой хроматографии // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2016. Том 4.- С. 75-83.

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

П.А. Ватрушкина¹, А.Н. Вторушина²

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, ¹pav14@tpu.ru, ²anl@tpu.ru*

В работе рассмотрено влияние производства азотных удобрений на окружающую среду, предложен метод очистки сточных вод с использованием природных цеолитов для снижения концентрации аммонийных и нитратных загрязнений.

Ключевые слова: азотные удобрения, очистка сточных вод, сорбция, цеолиты, аммиак, нитраты, экологическая безопасность, окружающая среда.

Производство азотных удобрений играет ключевую роль в химической промышленности и агропромышленном комплексе. Наша страна – один из мировых лидеров по выпуску и поставкам азотных удобрений, обеспечивая значительную часть глобального производства этой продукции.

При дальнейшем развитии отрасли крайне важно учитывать экологические аспекты. Крупномасштабное производство удобрений связано с определенным воздействием на окружающую среду. Поэтому гармоничное развитие данного сектора возможно лишь при соблюдении равновесия между экономической эффективностью и экологической безопасностью.

Промышленное производство азотных удобрений практически полностью базируется на синтезе аммиака. В результате его окисления также получают азотную кислоту для производства нитратных удобрений. В ассортименте азотных удобрений значительное место занимают аммиачные и амидные формы, в частности мочевины (56 % всех производимых азотных удобрений) и аммиачная селитра [1].

Производство азотных удобрений включает несколько ключевых этапов, на каждом из которых возможно образование загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. Основными источниками выбросов являются процессы подготовки сырья, химической обработки, грануляции, сушки и фасовки. В зависимости от этапа, основными загрязнителями сточных вод предприятий азотной промышленности являются:

- аммиак (NH_3) – удаляется методами абсорбции, биологической нитрификации, стриппинга;
- карбамид (мочевина) – подвергается гидролизу или биологическому разложению;
- аммонийный азот (NH_4^+) – эффективно извлекается ионообменными методами, химическим осаждением или электродиализом;
- нитраты и нитриты – удаляются биологической денитрификацией или каталитическим восстановлением [2–3].

Несмотря на широкий перечень различных методов очистки сточных вод, поиск эффективных и экономичных решений продолжает оставаться актуальным. Азот, являясь биогенным компонентом, поступая в больших количествах в водные экосистемы может приводить к нарушениям естественных процессов.

В ходе исследования была предложена методика очистки сточных вод предприятий по производству азотных удобрений с использованием природных цеолитов Сахатинского и Ургунского месторождений в качестве сорбентов. Цеолит – это группа природных и искусственных каркасных алюмосиликатов с микропористой структурой, благодаря которой он действует как молекулярное сито, обладает свойствами адсорбента и ионообменника [4]. Метод основан на поглощении ионов аммония из сточных вод слоем сыпучего адсорбционного материала.

Проведена сравнительная оценка сорбционной способности цеолитов в отношении ионов аммония, с использованием активированного угля в качестве контрольного образца. Концентрация водных растворов аммиака до и после сорбции определялась методом фотометрии. Методика основана на взаимодействии ионов аммония с реактивом Несслера с образованием нерастворимой в воде йодистой соли. Полученные пробы, имеющие коричневый окрас, поддаются фотометрированию. Светопоглощение измеряют при длине волны 425 нм. Для определения концентрации ионов аммония в растворах до и после сорбции использовалась градуировочная зависимость. Для всех образцов сорбция проводилась в одинаковых условиях: постоянное перемешивание, время сорбции, объем сорбента, объем раствора

для сорбции и т.д. Для построения изотерм сорбции использовали интервалы концентраций ионов аммония от 0,0002 до 0,005 мг/мл.

По полученным результатам построены изотермы сорбции (рис. 1).

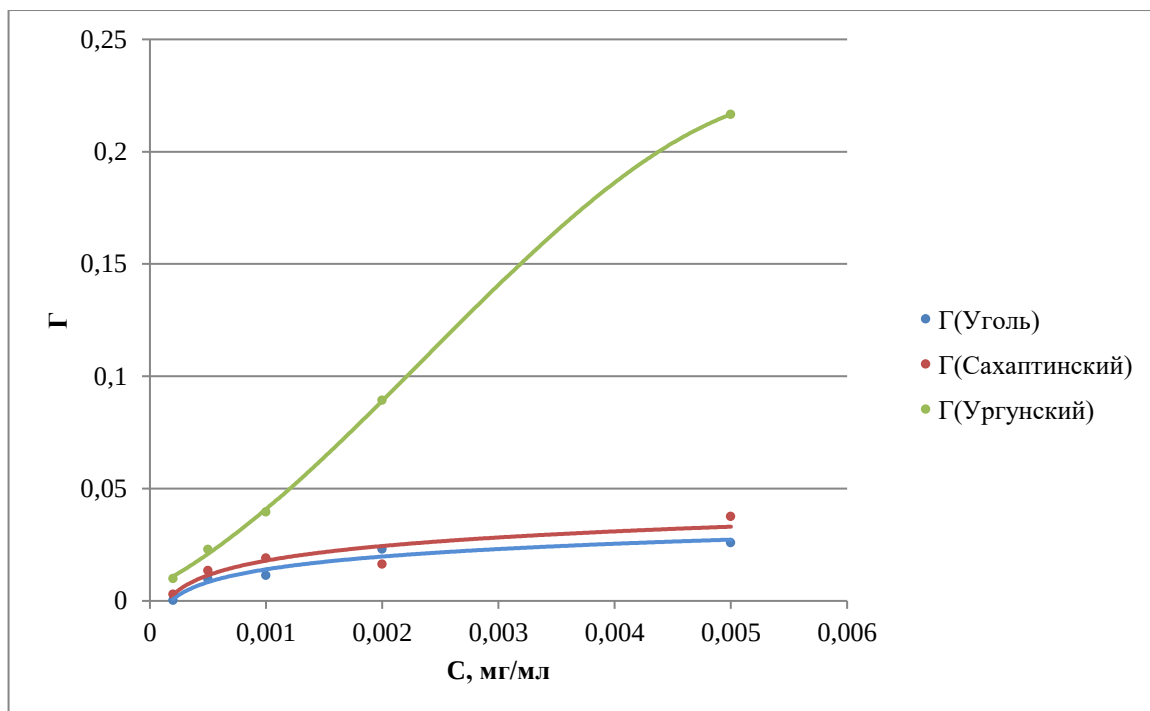


Рис. 1. Изотермы сорбции.

Из представленных зависимостей можно видеть, что наибольшая величина сорбции аммонийных соединений была зафиксирована при использовании цеолита Ургунского месторождения. Полученные результаты позволяют рассматривать данный материал в качестве перспективного сорбента для очистки сточных вод, содержащих аммонийные соединения, на предприятиях азотно-туковой промышленности.

Таким образом, в ходе исследования было проанализировано воздействие предприятий по производству азотных удобрений на окружающую среду. Установлено, что сточные воды таких производств содержат аммонийные и нитратные формы азота, способные вызывать эвтрофикацию водных объектов. В качестве решения предложен метод сорбционной очистки с использованием природных цеолитов, демонстрирующий эффективность в извлечении указанных загрязняющих веществ. Следует отметить, что цеолит может быть использован многократно, после регенерации поверхности, которая заключается в промывке сорбента противотоком. Эта характеристика обеспечивает технологические и экономические преимущества метода, а также повышает его экологическую безопасность за счет многократного использования сорбционных материалов. После полного цикла использования сорбентов на основе природных цеолитов, их можно утилизировать с достаточно низкими экономическими затратами и без негативного воздействия на окружающую среду.

Предложенный в работе подход позволяет снизить антропогенную нагрузку на водные экосистемы и может быть рекомендован для внедрения в технологические схемы очистки сточных вод предприятий азотно-туковой промышленности.

Библиографический список

1. Большая Российская Энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://bigenc.ru/c/azotnye-udobreniia-0cf12b> (дата обращения: 27.07.2025).
2. Немущенко Д. А., Горбунов Ф. К., Милюшина А. С. Физико-химические методы очистки сточных вод: учеб. Пособие / Д. А. Немущенко, Ф. К. Горбунов, А. С. Милюшина. Новосибирск: НГТУ, 2023. 108 с.
3. ООО «РДЛ» [Электронный ресурс]. – URL: <https://podshipnik-ttd.ru/info/spravochnye-materialy/kak-sozdayutsya-udobreniya-oborudovanie-i-etapy-proizvodstva/> (дата обращения: 27.07.2025).
4. Сендеров Э. Э., Хитаров Н. И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе // Москва: Наука. 1970. С. 283.

ПЕРЕРАБОТКА И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

С.В. Гонорова

Белорусско-Российский университет

В статье проблемы переработки отходов аддитивного производства. Затронуты актуальные экологические проблемы, связанные с применением аддитивных технологий.

Ключевые слова: аддитивные технологии, экологическая безопасность, 3-D принтер, ABS–пластика, переработка, окружающая среда.

На современном этапе развития промышленного производства актуальной является проблема его экологической безопасности. Любое производство наносит ущерб окружающей среде. Устранить естественным путем последствия такого ущерба невозможно. Поэтому решение проблемы должно рассматриваться на стадии подготовки производства. Это комплекс мер, включающий в себя: использование современных материалов, снижение энергоемкости и материалоемкости, отдельный сбор отходов для их дальнейшей утилизации или переработки.

В настоящее время в промышленности активно применяются аддитивные технологии производства различных изделий с использованием печати на 3-D принтерах. Особенность указанных технологий в том, что их можно использовать как в серийном, так и единичном производстве для изготовления изделий любой формы.

Изделия, полученные при помощи аддитивных технологий, используются в ряде отраслей: машиностроение, медицина, авиастроение, приборостроение. Список отраслей, в которых применяются подобные изделия, постоянно пополняется. Также использование 3–D печати становится популярным среди любителей, которые в домашних условиях изготавливают запчасти для бытовой техники, игрушки, элементы декора, и т.д. [1].

Машиностроение – отрасль, где аддитивные технологии производства внедряются наиболее активно. Это связано с преимуществами данных технологий: скорость создания изделий, минимальное количество технологических операций, минимальная производственная площадь, возможность разворачивать производство в непосредственной близости от потребителя, относительно низкая себестоимость по сравнению с традиционными методами изготовления (особенно в единичном производстве).

Аддитивные технологии с точки зрения экологической безопасности обладают определенными преимуществами по сравнению с традиционными технологиями. В первую очередь это связано с меньшим количеством отходов. Так при печати на 3D-принтере с применением достаточно широко распространенной технологии FDM материал используется практически полностью. Отходами в этом случае будут поддержки, которые удаляются после изготовления детали [2].

Наиболее распространенным материалом для 3–D-печати с применением FDM технологий является ABS-пластик (акрилонитрилбутадиенстирол). Его широкое использование для изготовления различного рода деталей как на бытовом, так и на промышленном уровне обосновано прежде всего сравнительно небольшой себестоимостью.

Для машиностроительного производства также нужно отметить высокую температурой стеклования. Поэтому изделия из ABS-пластика не деформируются при небольшом нагреве. Данный вид пластика быстро застывает, обладает достаточной статической и ударной прочностью, а также пластичностью. Достоинством материала является устойчивость к воздействию влаги и хорошие изоляционные свойства. [3]. К недостаткам материала относятся: низкая стойкость к ультрафиолетовому излучению. Воздействие прямых солнечных лучей приводит к обесцвечиванию и потере прочности.

Также с течением времени изделиям из ABS-пластика требуется замена по ряду причин: физическое, химическое или механическое разрушение из-за длительного воздействия факторов окружающей среды, интенсивной эксплуатации или ограниченного срока годности сырья.

Следовательно, проблема сбора, утилизации и переработки отходов производства и отработанных изделий остается актуальной. Опасность для экологии связана именно с применяемыми материалами. Рост объемов отходов постоянно увеличивается. Загрязнение пластиком является серьезной

проблемой и отражается на состоянии окружающей среды, а в дальнейшем может привести к необратимым последствиям.

ABS – пластик изготовлен на основе углеводородного сырья и не является биоразлагаемым. Утилизация таких отходов путем сжигания или вывоза на полигоны для дальнейшего захоронения недопустима, так как наносит большой вред окружающей среде. [4]. Отходы ABS – пластика могут попадать на стихийные свалки, образующиеся на заброшенных территориях, в оврагах, лесопосадках и по берегам водоемов. В результате частицы пластика остаются в почве и воде. Для очистки от подобного мусора требуются значительные материальные затраты.

Отработанные детали и отходы из ABS – пластика должны идти в переработку с целью вторичного использования.

Переработка предполагает механическое повторное использование отходов из ABS – пластика путём их плавления и изменения формы с помощью таких процессов, как экструзия или литьё под давлением. Сущность метода экструзии состоит в том, чтобы расплавленный материал продавливался через форму или матрицу для получения непрерывного профиля. Метод позволяет достичь высокой точности размеров и формы. С его помощью изготавливаются изделия с гладкой поверхностью без пятен и сторонних включений. [5]. Это позволяет наладить выпуск элементов автомобильной обшивки, деталей для электроники, комплектующих для техники и мебели, деталей трубопроводов. Перерабатывающие производства отходов ABS – пластика из в странах СНГ начинают развиваться. Проблема сбора отходов аддитивного производства остается актуальной. Для ее решения на территории предприятий и в населенных пунктах необходимо разместить специальные контейнеры для сбора отходов. Также нужно наладить доставку сырья к переработчикам, которые как правило разворачивают производство в крупных промышленных центрах.

При переработке отходов в окружающую среду попадают токсичные вещества. Поэтому необходимы технологии переработки, безопасные для экологии.

Библиографический список

1. Аддитивные технологии и их влияние на экологию / С.В.Гонорова // Проблемы техносферной и экологической безопасности в промышленности, строительстве и городском хозяйстве: Сборник материалов II Международной научной конференции, 15 февраля 2024 года. – Макеевка: ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2024. – стр.272 -274
2. 3D-принтер // Википедия. [2023]. Дата обновления: 21.08.2023. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=693149&oldid=132506736> (дата обращения: 21.08.2023).
3. АБС-пластик // Википедия. [2024]. Дата обновления: 29.01.2024. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=762958&oldid=135857664> (дата обращения: 29.01.2024).

4. Сбор, переработка и утилизация полимеров – вторичное и рациональное использование полимерных отходов [Электронный ресурс]. – URL: <https://vseomusore.com/pererabotka-otkhodov/sbor-pererabotka-i-utilizatsiya-polimerov-vtorichnoe-i-ratsionalnoe-ispolzovanie-polimernyh-othodov/> (дата обращения 13.06.2021).
5. Технология получения изделий из АБС-пластика / Чиждова Л.А., Леонтьева Е.А // Материалы XIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018026280> (дата обращения: 22.09.2025).

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «КИНЕФ» НА МАЛЫЕ РЕКИ

Т.А. Дашкевич, Е.С. Урсова

*Российский государственный гидрометеорологический университет,
casha25035@gmail.com*

Аннотация.

Объектом исследования являются сточные воды предприятия ООО «КИНЕФ», сбрасываемые в малые реки Черная и Ингорь, которые относятся к бассейну реки Волхов. Общее содержание недостаточно очищенных сточных вод в водоемах вызывает серьезные опасения как в отношении стоков от предприятий, так и в отношении хозяйственно-бытовых сточных вод.

Ключевые слова: водопотребление, водоотведение, сточные воды, экологический мониторинг, охрана водных ресурсов, промышленное предприятие, очистные сооружения.

Воздействие промышленных предприятий на окружающую среду значительно и носит комплексный характер. Последствия негативного воздействия испытывают на себе все компоненты окружающей среды, в том числе и водные объекты.

Одним из ключевых секторов экономики г. Кириши является нефтехимия, представленная крупнейшим предприятием на Северо-Западе России — Общество с ограниченной ответственностью «Производственное объединение «Киришинефтеоргсинтез» (ООО «КИНЕФ»). Завод занимается переработкой нефти и производит разнообразную нефтехимическую продукцию, включая бензин, дизельное топливо, мазут и др. Это предприятие является основным источником доходов и рабочих мест для города, а также оказывает значительное влияние на экономическое развитие региона [1].

ООО «КИНЕФ» осуществляет деятельность, которая сопровождается значительным потреблением воды для технологических процессов, охлаждения оборудования и прочих производственных нужд. В результате этой деятельности образуются сточные воды, требующие очистки в

соответствии с экологическими нормами перед сбросом в окружающую среду [2, 3].

Основными источниками сточных вод на предприятии являются:

- Промышленные сточные воды: образуются в процессе переработки нефти, очистки оборудования и использования воды в технологических процессах. Они могут содержать нефтепродукты, механические примеси, соли и другие загрязняющие вещества.
- Ливневые (дождевые и талые) воды: поступают с территории предприятия после осадков. Они могут содержать нефтепродукты, песок и другие примеси, попадающие с промышленных площадок.
- Бытовые сточные воды: формируются в результате хозяйственно-бытовой деятельности сотрудников предприятия.

В статье представлены результаты исследования динамики водопотребления и водоотведения предприятия ООО «КИНЕФ», расположенного в бассейнах малых рек Черная и Ингорь, которые характеризуются повышенной уязвимостью к антропогенному воздействию.

Река Ингорь протекает в Киришском районе Ленинградской области и Чудовском районе Новгородской области, имеет длину 18 км, является притоком реки Шарья и относится к бассейну реки Волхов.[4] На реке отсутствуют станции мониторинга Государственной системы мониторинга РосГидроМета. При этом воды реки Шарья по индексу УКИЗВ в 2023 году характеризовались как «грязные» [5].

Река Черная протекает в Киришском районе Ленинградской области и имеет длину 38 км. Река является правым притоком реки Волхов. [4] По состоянию на 2023 и 2022 годы воды реки по индексу УКИЗВ характеризовались как «грязные». Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят ХПК, железо общее, медь, марганец и АСПАВ [5].

В результате анализа природоохранной отчетности предприятия ООО «КИНЕФ» была проведена оценка отдельных составляющих водного баланса предприятия.

На рисунке представлено процентное отношение фактически сброшенных сточных вод в водные объекты р. Черная и р. Ингорь к общему лимиту за период 2020 – 2024 гг.

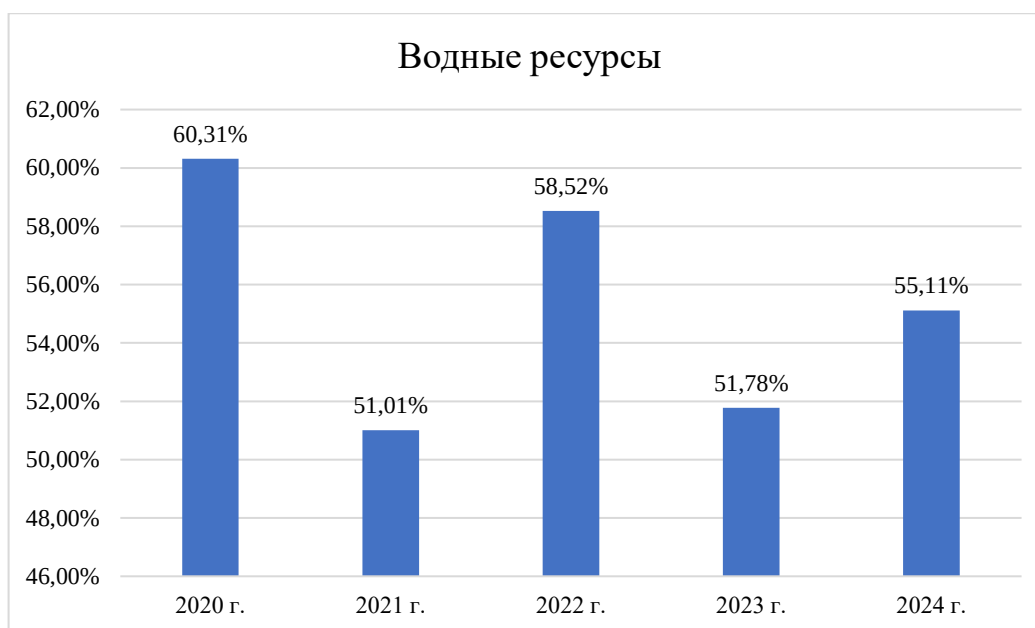


Рисунок 1. Процентное отношение сброшенных сточных вод в водные объекты р. Черная и р. Ингорь за 2020-2024 года.

Из рисунка видно, что за пятилетний период наблюдается положительная, но неравномерная динамика: Максимальное снижение достигнуто в 2021 году (51,01%) и 2023 году (51,78%). В 2022 году отмечался рост на 7,5 процентных пункта относительно 2021 года. В 2024 году показатель несколько ухудшился по сравнению с 2023 (+3,3%). Можно отметить стабильное соблюдение установленных лимитов (все показатели ниже 61%). Проблемным моментом является нестабильность показателей (колебания между 51-58%) и отсутствие устойчивой тенденции к ежегодному снижению.

В таблице представлены укрупненные характеристики водного баланса систем водоснабжения и водоотведения.

Таблица 1

Укрупненные характеристики систем водоснабжения и водоотведения за 2020-2024 года.

Наименование показателей	Единицы измерения	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Переработано сырья	млн. т	18.157	18.460	16.985	17.699	17.552
Расход воды:						
- речной	млн. м ³	0.287	0.158	0.000	0.001	0.000
- питьевой на производственные нужды	млн. м ³	0.166	0.198	0.161	0.163	0.162
- оборотной	млн. м ³	331.154	317.266	314.911	288.054	311.967
Удельный расход:						
- речной воды	м ³ /т	0.016	0.009	0.000	0.0001	0.000
- потребляемой питьевой воды	м ³ /т	0.009	0.011	0.009	0.009	0.009

- оборотной воды	м ³ /т	18.240	17.190	18.540	16.280	17.770
Количество недостаточно очищенных сбрасываемых сточных вод в водоем, в том числе:						
- от предприятия	млн. м ³	5.171	5.380	6.454	5.711	6.078
- хоз. бытовых сточных вод г. Кириши	млн. м ³	2.175	0.821	0.000	4.183	3.789

Как видно из данных Таблицы объёмы переработки сырья колеблются в диапазоне 16.985-18.460 млн т/год, что свидетельствует о стабильной производственной нагрузке. Минимальный показатель зафиксирован в 2022 году (16.985 млн т), максимальный – в 2021 году (18.460 млн т).

Важно отметить, что с 2022 года достигнуто полное прекращение использования речной воды (с 0.287 млн м³ в 2020 году до 0 млн м³).

Общий объём оборотной воды снижен с 333.154 млн м³ (2020 год) до 288.054 млн м³ (2023 год), но в 2024 году рост до 311.967 млн м³.

На основе представленных данных о количестве недостаточно очищенных сбрасываемых сточных вод в водоем можно сделать следующие выводы.

Сточные воды от предприятий варьируются от 5.171 до 6.454 миллиона кубометров. Наибольший объём был зафиксирован на уровне 6.454 миллиона кубометров, тогда как минимальный составил 5.171 миллиона кубометров. Это говорит о значительных колебаниях в объёме сточных вод, сбрасываемых от предприятий, что может быть связано с изменениями в производственных процессах, сезонными колебаниями или масштабами производства.

Что касается хозяйственно-бытовых сточных вод г. Кириши, наибольшее количество зарегистрировано на уровне 4.183 миллиона кубометров, при этом отмечается и нулевое значение в одном из периодов, что может указывать на ситуации, когда сточные воды не сбрасываются или не производятся замеры объёмов.

Таким образом, общее содержание недостаточно очищенных сточных вод в водоемах вызывает серьезные опасения как в отношении стоков от предприятий, так и в отношении хозяйственно-бытовых сточных вод. Рекомендуется провести более тщательный мониторинг и улучшить системы очистки, чтобы снизить негативное воздействие на водные экосистемы и качество воды водотоков.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- Предприятие ООО «КИНЕФ» оказывает значительное негативное воздействие на водные системы малых рек Черная и Ингора за счет сброса недостаточно очищенных сточных вод, что подтверждается результатами мониторинга.

- Важно отметить, что предприятие выполняет программу природоохранных мероприятий и достигло полного прекращения потребления речных природных вод с 2022 года.

- Рекомендуется провести модернизацию очистных сооружений предприятия для дальнейшего снижения количества сбрасываемых неочищенных сточных вод.

Библиографический список

1. Информация о социально-экономическом развитии муниципального образования Киришский муниципальный район Ленинградской области за январь-июнь 2024 года [Электронный ресурс]: URL https://admkir.ru/tinybrowser/2024/dekabr/26/kirishskiy-mr_ser_2kv2024.docx (Дата обращения 29.01.2025)
2. Сомов В.Е. Стратегическое управление нефтеперерабатывающими предприятиями. / В.Е. Сомов. – СПб: Химиздат, 1999 г. - 264 с. (Дата обращения 30.01.2025)
3. Мухаматдинова А.Р., Сафаров А.М., Магасумова А. Т., Хатмуллина Р. М. Оценка влияния предприятий нефтехимического комплекса на объекты окружающей среды // Георесурсы. 2012. №8 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-predpriyatiy-neftehimicheskogo-kompleksa-na-obekty-okruzhayushey-sredy> (дата обращения: 22.09.2025).
4. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т.2. Карелия и Северо-Запад / под ред. Е. Н. Таракановой. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 700 с.
5. Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2023 году. Отчет Комитета по природным ресурсам Ленинградской области. URL: https://kpr.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2024/07/03/ДОКЛАД_ОБ_ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ_СИТУАЦИИ_В_ЛЕНОБЛАСТИ_В_2023_ГОДУ.pdf (дата обращения 20.09.2025)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ МИКРОПЛАСТИКА С ПОМОЩЬЮ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАЛЮМИНИЯ ХЛОРИДА И ХИТОЗАНА

К.М. Дорошева, К.А. Бондаренко, Н.А. Политаева
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
office@spbstu.ru

Аннотация. Статья посвящена очистке воды от микропластика методом коагуляции-флокуляции с добавлением природного органического полимерного флокулянта – хитозана (CTS), который усиливал действие флокулянта полиалюминия хлорида (РАС). В результате было выявлено, что введение хитозана усиливает адсорбцию в традиционной системе очистки воды (РАС) и улучшает очистку воды.

Ключевые слова: загрязнение воды, сточные воды, потребление воды, полиалюминий хлорид (РАС), хитозан (CTS), флокулянт, хлопья.

Микропластик (МП) представляет серьезную глобальную угрозу для окружающей среды и здоровья. МП – новый вид загрязняющих веществ — пластиковые частицы размером от 0,33 до 5 мм [1], отличающиеся высокой стойкостью к воздействию окружающей среды и сложной структурой. Согласно многочисленным отчетам, микропластик широко распространен в водной среде [2] и образуется в результате сброса бытовых сточных вод и фрагментации пластиковых изделий. Кроме того, особую проблему представляют микроволокна, которые являются преобладающей формой МП, обнаруживаемой в окружающей среде, и могут с трудом удаляться на очистных сооружениях из-за своей формы. После очистки и повторного использования воды МП может попадать в питьевую воду и, как следствие, в организм человека [3]. Исследования демонстрируют, что микропластик способен повреждать клетки, провоцируя воспалительные и иммунные реакции [4], а также накапливаться в органах и тканях, потенциально приводя к различным заболеваниям [4].

В настоящее время большинство установок для очистки питьевой воды используют традиционные технологии, ключевую роль в которых играет процесс флокуляции, а именно применяемый коагулянт и флокулянт [5]. Этот метод может быть применен и для удаления микропластика [5]. К распространенным неорганическим флокулянтам относятся сульфат алюминия, хлорид железа и полиалюминия хлорид (РАС), которые адсорбируют загрязняющие вещества с помощью образующегося при гидролизе гидроксида. Однако эффективность традиционных флокулянтов для удаления МП считается недостаточной [6], а процесс сильно зависит от условий флокуляции. Кроме того, их применение часто требует больших дозировок, что приводит к образованию значительного объема осадка. Для повышения эффективности удаления микропластика предлагается комбинировать неорганические флокулянты с другими видами, например, с природными органическими (хитозан (CTS), целлюлоза, альгинат натрия, дубильная кислота) или синтетическими органическими (полиакриловая кислота, полиакриламид) [6].

Помимо этого, другие исследователи [7] изучали эффективность удаления микроволокна полиэстера (PEST) из протирочных салфеток. Для этого использовали две гибридные системы: первая — это коагуляция с последующей флокуляцией и осаждением (CFS), а вторая — коагуляция и флокуляция, но с осаждением при помощи микропузырьковой флотации (CFm). В роли коагулянтов брали хлорид алюминия ($AlCl_3$) и хитозан, а для флокуляции применяли катионный полиакриламид. Опыты ставили в разных водных средах: в деионизированной воде с добавлением поверхностно-активного вещества (ПАВ) и в воде с гуминовой кислотой. Результаты оценивали по тому, насколько мутной оставалась вода после обработки.

В данном исследовании [6] изучалась эффективность удаления ПЭТ-микропластика (размером 100-300 мкм) из водопроводной воды методом коагуляции-флокуляции и осаждения с использованием системы на основе полиалюминия хлорида (РАС) и хитозана (CTS). Хитозан, полученный путем

деацетилирования хитина (нетоксичного природного полимера), обладает свойствами статического притяжения и адсорбции [6].

Целью исследования являлось удаление ПЭТ-микропластика из водопроводной воды методом коагуляции-флокуляции и осаждения. Однако, для наглядности эксперимента процесс удаления МП из воды моделировался в лабораторных условиях.

Для проведения исследования использовался хитозан от Orison Chemicals Limited (Китай). Характеристики: белый порошок, размер частиц 80 меш (95% минимум), сырьевой материал панцирь креветки/краба.

Коагулянт полиалюминий хлорид (РАС) был приобретён у компании ХимПищеПром. Также для проведения исследования использовался микропластик из полиэтилентерефталата (ПЭТ) размером частиц 100-300 мкм. Реактивы, использованные в эксперименте, были приобретены в компании ЛенРеактив.

Методика эксперимента по флокуляции и измерению количества микропластика:

Подготовили 2 лабораторных стакана и добавили в каждый стакан по 500 мл воды с МП. Водородный показатель (рН) в каждом стакане был равен 7,6. Стаканы пронумеровали маркером. Далее на электронных лабораторных весах марки Shimadzu ATX224 с дискретностью 0,0001 г взвешивали 0,4 г полимера для дальнейшей работы (с расчетом 0,1 г в каждый стакан). Взвешивали 0,02 г (20 мг/л) коагулянта РАС и 0,05 г (50 мг/л) хитозана. Дозировка РАС соответствовала обычной дозировке флокулянта в водоочистных сооружениях. Далее в стаканы добавили микропластик и коагулянт РАС. Распределение хитозана в стаканы было следующим образом: в первый стакан добавили хитозан, во второй стакан хитозан не добавляли. Эксперимент по флокуляции проводился с помощью перемешивающего устройства (ЛАБ-ПУ-1). Перемешивающее устройство для флокуляции в стакане было настроено следующим образом: на 215 об/мин в течение 30 секунд, 50 об/мин в течение 10 минут, 50 об/мин в течение 10 минут и, наконец, отстаивание в течение 30 минут. После завершения флокуляции осевшие частицы микропластика и хлопья были профильтрованы через металлический фильтр ячейками 100 мкм для дальнейшей сушки и анализа. Весь осадок, оставшийся на металлическом фильтре, переложили в емкости и отправили сушиться в шкаф при температуре 65 °С в течение 40 минут. После этого, высушенный осадок анализировали с использованием оптического микроскопа.

Для дальнейшего понимания введем обозначения двух систем очистки воды:

Усиленная очистка воды с добавлением хитозана: система РАС+CTS (добавление коагулянта РАС и хитозана) и очистка воды только с добавлением коагулянта: система РАС.

Результаты. В первом стакане (с добавлением хитозана) после перемешивания образовались крупные хлопья с трехмерной сетчатой структурой во время флокуляции (рис.1). После прекращения перемешивания,

хлопья с микропластиком оседали. Наблюдение за морфологией хлопьев показало, что хлопья системы PAC+CTS были больше по объему рис.1, имели большую плотность, лучше очищались и содержали больше частиц микропластика.

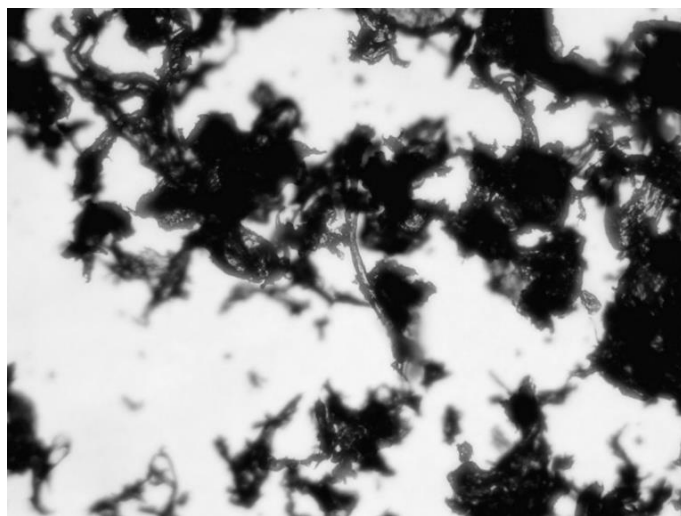


Рис.1. Эффект образования хлопьев под микроскопом в системе PAC+CTS (стакан №1).

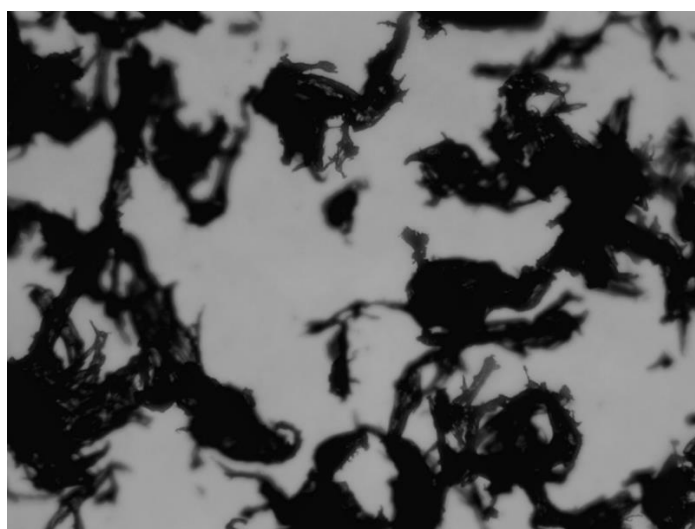


Рис.2. Эффект образования хлопьев под микроскопом в системе PAC (стакан №2).

Введение CTS-хитозана оказало значительное усиливающее воздействие на эффект образования хлопьев в системе PAC. Более того, в некоторых областях появились длинноцепочечные структуры, полученные из длинной полимерной цепи, образованной гидролизом CTS, которые контактировали с ПЭТ, усиливая адсорбцию между частицами микропластика. А хлопья, образованные системой PAC рис.2, были маленькими и рыхлыми, гидролизаты были редкими, а эффект адсорбции был слабым.

Заключение. Композитная флокуляционная система PAC+CTS, формируемая за счет гидролиза и химической реакции, показала более

высокую эффективность удаления ПЭТ-микропластика по сравнению с системой только на основе РАС за счет улучшенной нейтрализации заряда и адсорбции. Таким образом, хитозан доказал свою способность эффективно захватывать и осаждать загрязняющие вещества. Согласно литературным данным [6], система РАС+CTS также эффективна для удаления других видов микропластика (ПВХ, ПЭ, ПП, ПС), что указывает на необходимость дальнейших исследований для изучения ее эффективности против различных полимеров и оптимизации условий процесса.

Библиографический список

1. Girish N., Parashar N., Hait S. Coagulative removal of microplastics from aqueous matrices: recent progresses and future perspectives //Science of The Total Environment. – 2023. – Т. 899. – С. 165723.
2. Ahmed R. et al. Critical review of microplastics removal from the environment //Chemosphere. – 2022. – Т. 293. – С. 133557.
3. Amran A. H. et al. Effectiveness of natural coagulant in coagulation process: A review //International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – Т. 7. – №. 3.9. – С. 34-37.
4. Ang W. L., Mohammad A. W. State of the art and sustainability of natural coagulants in water and wastewater treatment //Journal of Cleaner production. – 2020. – Т. 262. – С. 121267.
5. hathsarani N. et al. Harnessing the power of amphoterically modified Chitosan coagulants for enhanced Polyester microplastic fibre removal from water //Journal of Environmental Management. – 2025. – Т. 394. – С. 127273.
6. Nimesha T. et al. Chitosan enhances poly aluminum chloride flocculation system removal of microplastics: effective, stable, and pollution free //Journal of Water Process Engineering. – 2023. – Т. 54. – С. 103929.
7. Huang L. et al. Enhanced removal of microplastic fibres using aluminium and chitosan-based coagulants assisted with microbubble technology // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2025. – Т. 513. – С. 116780.

ФОТОДЕСТРУКЦИЯ РОДАМИНА С В ПРИСУТСТВИИ ПЕРСУЛЬФАТА АММОНИЯ

А.А. Иванов

*Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева, anton.blackwolfneo@gmail.com*

В работе изучена фотодеструкция синтетических красителей в присутствии персульфата аммония на примере родамина С. Установлено, что в присутствии $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ достигается практически полная деструкция родамина С (99,9%), что в 2,3 раза выше, чем в случае индивидуальной фотодеструкции.

Ключевые слова: фотодеструкция, персульфат аммония, сульфат-радикал, родамин С, Advanced Oxidation Process.

Введение

Вопросам очистки сточных вод уделяется все больше внимания. Во многом это обусловлено активным развитием промышленности, которое сопровождается ростом антропогенной нагрузки и нередко увеличением объемов сточных вод [1]. Серьезной проблемой остаются сточные воды, содержащие синтетические красители, характерные для лакокрасочной, текстильной, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности. Согласно некоторым данным, до 15% от общего объема мирового производства красящих продуктов поступает в окружающую среду [2].

Попадание синтетических красителей в водные объекты приводит к снижению концентрации растворенного кислорода и светопропускания, в результате чего происходит нарушение биохимических процессов гидробионтов. Помимо этого, некоторые красители, способны к биоаккумуляции в трофических цепях, где они трансформируются в более токсичные соединения [3]. Синтетические красители могут также оказывать мутагенное, канцерогенное и прямое токсическое действие, приводящее к кожным раздражениям и дерматитам, астме, нарушениям работы центральной нервной и репродуктивной систем [4].

Для очистки сточных вод от синтетических красителей применяются различные методы, включая физико-химические, химические и биологические [5]. Все обладают рядом преимуществ и ограничений. К физико-химическим методам относят адсорбцию, мембранные процессы, ионный обмен. Адсорбция трудно применима для высококонцентрированных стоков, а также сопряжена с необходимостью регенерации отработанных адсорбентов. Мембранные процессы, несмотря на высокую эффективность очистки, характеризуются высокими операционными затратами и, в случае обратного осмоса, приводят к значительному образованию концентрата [6]. Химические методы сопряжены с большими реагентными затратами и вторичным загрязнением сточных вод.

Недостатки существующих методов очистки сточных вод от синтетических красителей обуславливают актуальность разработки и внедрения более эффективных и передовых.

Таким направлением являются методы усовершенствованного окисления – АОР (Advanced Oxidation Processes) [7, 8]. Их главной особенностью стало применение высокореакционных свободных радикалов (гидроксил-, гидропероксильный радикалы), действие которых позволяет с высокой эффективностью минерализовать органические поллютанты. Среди этих методов особый интерес вызывают SR-AOP (Sulfate-Radical based AOP), основанные на применении сульфат-радикалов, обладающих высоким окислительным потенциалом [9, 10]. В качестве источников сульфат-радикалов могут выступать пероксодисерная кислота ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$) или ее соли персульфаты ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$). Для генерации сульфат-радикалов

используют различные методы: нагревание, катализ переходными металлами, пропускание электрического тока, УФ-излучение и др.

Среди этих методов наибольший интерес представляет фотолитический способ, поскольку он основан на высокоинтенсивных фотоокислительных процессах и позволяет удалять широкий спектр загрязняющих веществ. Генерация сульфат-радикалов с помощью УФ-излучения проходит согласно уравнению 1:



Основной целью данной работы является оценка возможности применения фотолитического окисления в присутствии персульфатов для очистки сточных вод от синтетических красителей.

Материалы и методы

В качестве модельного загрязняющего вещества был выбран синтетический аминоксантовый краситель родамин С. В промышленности данный краситель применяется для окрашивания косметических средств, в производстве чернил, в качестве органического люминофора, флуоресцентного индикатора, краситель устойчив в окружающей среде, обладает высокой токсичностью и канцерогенными свойствами [11]. Исходная концентрация родамина С в модельном растворе составила 3 мг/дм³.

Для окисления модельного загрязняющего вещества использовали персульфат аммония. Доза окислителя варьировалась в диапазоне 2,5 – 10 мг/мг загрязняющего вещества (далее мг/мг). Время контакта во всех опытах составило 30 минут.

Опыты по фотодеструкции проводили с помощью импульсной ксеноновой лампы ФП-05/120 (ООО «НПП «Мелитта»») с частотой импульса 6 Гц. Экспериментальная установка подробно описана в [12].

Эффективность окисления красителя определялась расчетным методом исходя из начальных и конечных концентраций, которые измерялись фотометрически с использованием фотоэлектроколориметра ЗОМС КФК 3-01.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследования было изучено окисление родамина С персульфатом аммония. Результаты представлены на рисунке 1.

Согласно полученным данным, максимальная степень очистки от красителя при индивидуальном применении персульфата аммония достигается при дозе 10 мг/мг, однако не превышает 10%, что, вероятно обусловлено высокой устойчивостью красителя из-за наличия в нем ксантовой структуры (два ароматических ядра, соединенных между собой кислородным мостиком). Это указывает на ограниченную эффективность процесса и необходимость интенсификации генерации сульфат-радикалов с использованием УФ-излучения.

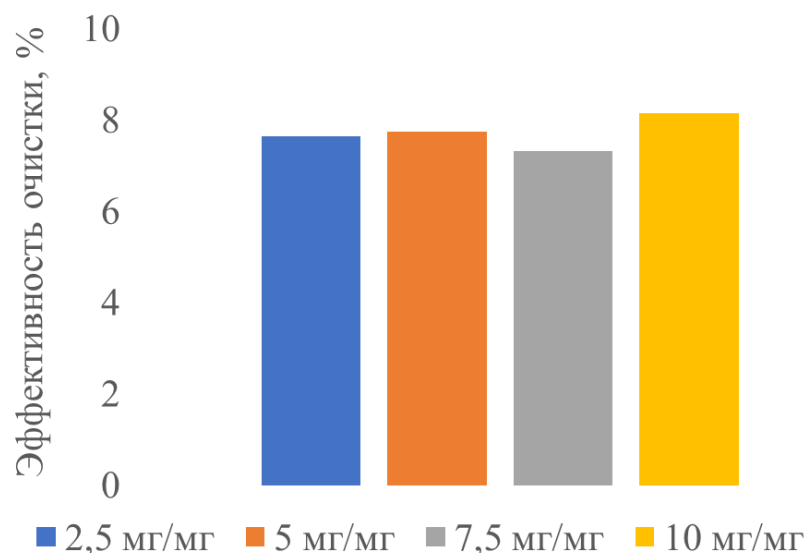


Рис. 1. Эффективность окисления родамина С с помощью персульфата аммония.

На следующем этапе эксперимента была проведена фотодеструкция родамина С в присутствии $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Доза окислителя составила 10 мг/мг. Результаты приведены на рисунке 2.

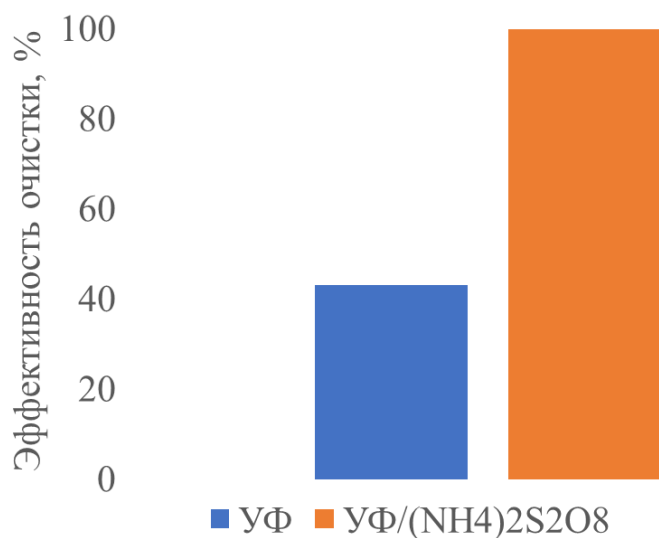


Рис. 2. Эффективность фотокаталитического окисления родамина С.

Как видно из данных, приведенных на рисунке 2, индивидуальное применение УФ-излучения обеспечивает деструкцию родамина С с эффективностью 43,3%, что в 5,3 раза выше по сравнению с применением персульфата аммония. Фотодеструкция родамина С в присутствии $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ позволяет достичь практически полной деструкции красителя (99,9%), что в 12,2 раза выше относительно применения индивидуального окислителя и в 2,3 раза выше, чем при индивидуальной фотодеструкции. Это явление свидетельствует об образовании сульфат-радикалов, которые значительно повышают эффективность процесса окисления.

Выводы

Результаты исследования показывают перспективность применения системы УФ/(NH₄)₂S₂O₈ для эффективной очистки сточных вод от синтетических красителей. Установлено, что персульфат аммония позволяет значительно увеличить (в 2,3 раза) эффективность фотодеструкции родамина С, что объясняется образованием сульфат-радикалов. Полученные результаты позволяют выдвинуть предположение о возможности использования данного метода для деструкции других устойчивых органических загрязняющих веществ сточных вод.

Библиографический список

1. Thao T. T. P. et al. Microbial biodegradation of recalcitrant synthetic dyes from textile-enriched wastewater by *Fusarium oxysporum* // *Chemosphere*. – 2023. – Т. 325. – С. 138392.
2. Huang F. et al. Analysis of the degradation mechanism of methylene blue by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma // *Chemical Engineering Journal*. – 2010. – Т. 162. – №. 1. – С. 250-256.
3. Elgarahy A. M. et al. A critical review of biosorption of dyes, heavy metals and metalloids from wastewater as an efficient and green process // *Cleaner Engineering and Technology*. – 2021. – Т. 4. – С. 100209.
4. Tounsadi H. et al. Impact of chemical substances used in textile industry on the employee's health: Epidemiological study // *Ecotoxicology and environmental safety*. – 2020. – Т. 197. – С. 110594.
5. Forgacs E., Cserháti T., Oros G. Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review // *Environment international*. – 2004. – Т. 30. – №. 7. – С. 953-971.
6. Ochando-Pulido J. M. et al. Analysis of the concentration polarization and fouling dynamic resistances under reverse osmosis membrane treatment of olive mill wastewater // *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. – 2015. – Т. 31. – С. 132-141.
7. Kuznetsov V. V. et al. Study of the Process of Electrochemical Oxidation of Active Pharmaceutical Substances on the Example of Nitrofurazone ((2 E)-2-[(5-Nitro-2-furyl) methylene] hydrazine Carboxamide) // *Water*. – 2023. – V. 15. – N. 19. – P. 3370.
8. Sarantseva A. A., Ivantsova N. A., Kuzin E. N. Investigation of the Process of Oxi-dative Degradation of Phenol by Sodium Ferrate Solutions // *Russian Journal of General Chemistry*. – 2023. – Т. 93. – №. 13. – С. 3454-3459.
9. Любушкин Т.Г. и др. Оценка возможности использования пероксодисерной кислоты в процессах очистки сточных вод, содержащих синтетические красители // *Известия Высших Учебных Заведений. Серия «Химия и химическая технология»*. – 2025. – Т. 68. – №. 1. – С. 120-126.
10. Liubushkin T.G. et al. Photochemical Oxidation of Antibacterial Drugs in the Presence of Oxygen-Containing Additives // *High Energy Chemistry*. – 2025. – V.59. – N. 1. – P. 40-44.

11. Zhang X. et al. Efficient removal of Rhodamine B in wastewater via activation of persulfate by MnO₂ with different morphologies //Water. – 2023. – Т. 15. – №. 4. – С. 735.
12. Шлыкова А. Ю. и др. Кинетика деструкции метиленового синего под воздействием импульсной ксеноновой лампы //Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2024. – №. 3. – С. 136-145.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОДУКЦИИ МОГИЛЁВСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ЗАВОДА

Р.К. Филатов, Н.Н. Казаченок

Белорусско-Российский университет, kazachenok.nina@mail.ru

Обосновывается необходимость и механизм перевода продукции со стандарта Евро-4 к стандарту Евро-5. Показано, что, несмотря на планируемые затраты по модернизации дизельных двигателей и систем очистки выхлопа, переход к новому экологическому стандарту приведёт к повышению энергоэффективности и конкурентоспособности автомобилей МоАЗ.

Ключевые слова: автомобили, дизельный двигатель, турбонаддув, экологический стандарт, Евро-5.

Могилевский автомобильный завод, специализируется на тяжелых самосвалах, тягачах и специальных шасси.

Потребительская база делится на три основных сегмента: крупные промышленные предприятия, для которых критически важны надежность и сервисная поддержка, а основным критерием выбора является срок окупаемости техники; средний бизнес (строительные и логистические компании), ориентирующийся на универсальность и цену оборудования, с акцентом на экономию эксплуатационных расходов; государственные структуры, для которых первостепенное значение имеет соответствие государственным стандартам и политика импортозамещения.

МоАЗ имеет три ключевых сегмента рынка сбыта своей продукции. На внутреннем рынке Республики Беларусь, где предприятие занимает 35% рынка, годовой объем продаж спецтехники составляет около 200 единиц. Основными перспективами развития являются государственные заказы на модернизацию парка промышленной техники.

Российский рынок является основным экспортным направлением. Годовой спрос на карьерную технику 1200-1500 единиц. Основными конкурентами выступают КАМАЗ и БелАЗ. КАМАЗ (Россия) контролирует 45% рынка благодаря широкой дилерской сети. БелАЗ (Беларусь) занимает 30% рынка в премиальном сегменте, делая ставку на высокую грузоподъемность техники. Доля МоАЗ составляет около 10% в среднем

ценовом сегменте с преимуществом в виде адаптации техники к сложным условиям эксплуатации. МоАЗ сохраняет ценовое преимущество в 15-20% над аналогами. Продажи завода охватывают страны СНГ (65% объема), Азии (20%) и Африки (15%).

В качестве новых перспективных рынков рассматриваются Узбекистан, Монголия и Вьетнам. Особый интерес вызывает рынок Казахстана благодаря растущему горнодобывающему сектору и льготным условиям поставок в рамках ЕАЭС.

Однако Европейский рынок остается труднодоступным из-за требований стандарта Евро-6, а китайский рынок характеризуется высокой конкуренцией с местными производителями.

В 2023 году для оснащения техники использовали двигатели ЯМЗ-6585 (Евро-4) мощностью 400-450 л.с. с высокой долей ручного труда (40% в сборочных процессах).

В 2025 году самосвалы оснащаются двигателями Cummins QSX15 и GZPD WP12G380E310, которые по выхлопу относятся к стандарту Евро-3.

Ключевыми технологическими проблемами являются:

- устаревшая механическая система впрыска топлива;
- отсутствие современных SCR-катализаторов;
- неэффективная система рециркуляции выхлопных газов (EGR).

Текущие технические решения имеют существенные недостатки, в том числе, с точки зрения экологической безопасности:

- удельные выбросы значительно превышают нормативы Евро-6;
- высокий расход реагента AdBlue (6-7% от расхода топлива);
- нестабильная работа при температурах ниже -25°C,
- использование устаревшей механической топливной аппаратуры.
- отсутствие современных сажевых фильтров (DPF);
- упрощенная система рециркуляции выхлопных газов (EGR);
- несоответствие систем нейтрализации выхлопа перспективным

требованиям.

Завод ставит амбициозные цели по экологизации производства: достижение соответствия стандарту Евро-6, снижение выбросов, повышение КПД двигателей с 42% до 46%. Однако стандарт Евро-6 в настоящее время предъявляет исключительно жёсткие требования к дизельным двигателям и автомобилям.

Регламент Евро-6 ужесточил содержание вредных веществ в выхлопе: твердых частиц (PM), оксидов азота (NOx), остаточных углеводородов (HC). В соответствии с данным стандартом двигатели должны обеспечивать соответствие заявленным требованиям в течение 7 лет с момента выпуска или 700 тыс. км. пробега [1]. Введение норм Евро-6 может нанести серьезный ущерб производству дизельных автомобилей в России и Беларуси, так как чтобы соблюсти нормы выброса оксида азота при существующих технологиях нужно использовать методы рециркуляции выхлопных газов, а также устанавливать впрыск в систему нейтрализации выхлопных газов специального раствора AdBlue (сочетание деминерализованной воды с

высоким содержанием – 32,5 % мочевины). AdBlue - жидкость и замерзает при температурах ниже – 11 °С, что требует установки дополнительной системы подогрева в странах с холодным климатом, таких как Россия и Беларусь, а также установки отдельного бака [1].

Для этого МоАЗ необходимо разработать применение принципиально новой линейки силовых агрегатов.

На первом этапе решением могут стать модернизированные дизели стандарта Евро-5, например ЯМЗ-6587.

Параллельно разрабатывается гибридная силовая установка Mo3-Hybrid, сочетающая дизельный агрегат (350 л.с.) с электромотором (150 кВт). Ее ключевые преимущества включают: режим нулевых выбросов в городских условиях, систему рекуперации энергии при торможении, автономность на электротяге до 40 км. Применение такой силовой установки позволит расширить ассортимент продукции, разработать модели самосвалов для городских условий.

Особого внимания заслуживает система очистки выхлопа EcoTronic, представляющая собой комплексное решение для нейтрализации вредных веществ. Переход на новые технологии принесет качественное улучшение характеристик:

Адаптивная система впрыска с рекордным давлением 2500 бар (против 1800 у аналогов) и точностью дозирования $\pm 0.5\%$, совместимая с биотопливом B20.

Интеллектуальная система управления SCR с прогнозным алгоритмом расхода AdBlue, автоматически корректирующая параметры по данным GPS, что позволяет экономить до 20% реагента. Холодостойкие компоненты с рабочим диапазоном -45...+50°C, включая систему предпускового подогрева катализатора с 5-летней гарантией при -30°C.

Пилотный проект водородных двигателей мощностью 400 л.с. с нулевыми выбросами (только H₂O).

Разработка автономных систем диагностики с функцией прогнозирования замены фильтров и онлайн-мониторинга выбросов в реальном времени.

Для клиентов новые решения обеспечат снижение эксплуатационных затрат на 12% за счет экономии топлива, полное исключение штрафов за превышение выбросов и увеличение межсервисных интервалов.

Ключевое конкурентное преимущество заключается в уникальном системном подходе, объединяющем глубокую модернизацию двигателя, интеллектуальную систему очистки выхлопа и подготовку к будущим экологическим стандартам.

Этот стратегический проект позиционирует МоАЗ как инновационного производителя, способного предложить рынку не просто соответствующие нормативам, но и экономически эффективные экологические решения.

Основные инвестиции включают:

1) линию сборки Common Rail от немецкого концерна Bosch. Это оборудование позволит обеспечить давление впрыска до 2500 бар;

- 2) роботизированные сварочные комплексы EGR австрийской компании KUKA. Данные системы обеспечат точность сварки до 0,1 мм;
- 3) стенды испытания выбросов швейцарской фирмы AVL. Оборудование позволит проводить тесты по методике WHTC;
- 4) линию пропитки катализаторов от BASF (Германия).

Технологические инновации:

- 1) цифровые двойники для виртуального тестирования систем двигателя, что сократит время разработки на 30%;
- 2) автоматизированная система контроля качества сварки с точностью измерений до 0,05 мм;
- 3) система онлайн-мониторинга расхода AdBlue с интеграцией в бортовые компьютеры техники.

Предлагаемая модернизация позволит повысить экологичность и конкурентоспособность продукции Могилёвского автомобильного завода.

Библиографический список

1 Коротких, Ю. С. Экологический стандарт Евро-6 в Европе и России / Ю. С. Коротких // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 1. – С. 34-40.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ БЕТОНА

О.Ю. Марко, Е.Е. Корбут

Белорусско-Российский университет, sheyda@mail.ru, korbutee@mail.ru

В данной статье представлены результаты исследований влияния комплексной добавки «УКД-1» на сохранение формовочных свойств бетонных смесей во времени при различных температурных режимах и изменении условий хранения.

Ключевые слова: цемент, бетон, бетонная смесь, углеродный наноматериал, формовочные свойства, подвижность, удобоукладываемость, условия транспортирования.

В современной строительной отрасли Беларуси производство бетонных смесей осуществляется через развитую сеть предприятий – от крупных заводов железобетонных изделий до мобильных бетоносмесительных установок строительных организаций. Такая централизованная или районная система приготовления бетонных смесей на стационарных БСУ требует значительного времени транспортировки материала на строительные площадки. В контексте инженерной экологии ключевой задачей является ресурсосбережение, так как длительная транспортировка и хранение бетонных смесей могут приводить к ухудшению их качественных и формовочных

свойств, особенно при применении химических добавок, ускоряющих схватывание.

Транспортировка смесей самосвалами, автобетоносмесителями и бадьезами часто сопровождается расслоением и снижением качества бетона, что влечет за собой переработку брака, дополнительное потребление материалов и энергии, а также увеличение количества строительных отходов. Это негативно сказывается на эффективности использования природных и материальных ресурсов, снижая экологическую устойчивость строительных процессов.

Одним из путей повышения ресурсосбережения является введение химических добавок непосредственно во время транспортировки или на строительной площадке. Такая практика позволяет сохранять оптимальные физико-химические свойства бетонных смесей, снижая потери материала и необходимость повторной обработки, что способствует рациональному использованию ресурсов и уменьшает негативное экологическое воздействие.

Полученные данные о влиянии комплексной добавки «УКД-1» на сохранение формовочных свойств бетонных смесей во времени обосновывают рекомендации по применению добавки в монолитном бетоне с целью продления срока пригодности бетонного раствора без потери качества. Сравнительный анализ также включал смеси без добавок и с применением сульфата натрия – ускорителя твердения. Рассматривались марки подвижности бетонных смесей от «П1» до «П5», что охватывает диапазон от пластичных до литых смесей, направленных на повышение эффективности укладки с минимальными затратами энергии. Испытания проводились на бетонах классов $C^{12}/_{15}$, $C^{25}/_{30}$ и $C^{32}/_{40}$, широко используемых в строительстве, что делает результаты особо значимыми для практического ресурсосбережения при массовом строительстве.

Добавка «УКД-1» – новый вариант комплексной добавки в бетон, отличающийся тем, что кроме ускоряющего и пластифицирующего компонентов содержит в своем составе тонкодисперсный структурированный углеродный наноматериал.

В настоящих исследованиях поставлена задача определить условия эффективного применения добавки «УКД-1» в монолитном бетоне, поскольку в этом случае (в сравнении с производством сборного бетона и железобетона) очень существенное значение для качества бетона имеет способность бетонной смеси сохранять формуемость (удобоукладываемость) с течением времени и под влиянием температуры, условий транспортирования, приема на объекте, подачи и укладки в опалубку. Оценивали снижение подвижности (ОК, см) по СТБ EN 12350-3-2012 бетонных смесей без добавок и с добавками во времени при следующих изменяющихся факторах: начальной формуемости смеси и состава бетона; при изменении температуры наружного воздуха; при статическом состоянии и с периодическим перемешиванием смеси.

В таблице 1 приведены исходные данные по составам и свойствам бетонных смесей и приготовленного из них бетона, которые использовались в исследованиях.

Таблица 1

Характеристики бетонных смесей и бетона

№ п/п	Класс бетона	Формуемость бетонной смеси		Марка цемент а	Расход составляющих (кг) на 1 м³ бетона:				Средняя плотность, кг/м³	Водоцементное отношение бетона
		«Ж», с	«ОК», см		Ц	П	Ш _ш	В		
А. Составы без добавок										
1	C ¹² / ₁₅	-	3...4	M400	275	765	1200	160	2400	0,58
2	C ²⁵ / ₃₀	-	12...14	M500	465	590	1090	208	2350	0,45
Б. Составы с добавкой 1 % СН от МЦ										
3	C ¹² / ₁₅	-	3...4	M400	270	738	1230	147	2380	0,56
4	C ²⁵ / ₃₀	-	12...14	M500	442	625	1100	195	2360	0,44
В. Составы с добавкой 1% «УКД-1» от МЦ										
5	C ¹² / ₁₅	-	3...4	M400	247	785	1250	130	2415	0,52
6	C ¹² / ₁₅	-	12...14	M400	340	755	1150	163	2380	0,48
7	C ²⁵ / ₃₀	-	21...23	M500	420	720	1065	175	2380	0,41
8	C ³² / ₄₀	-	12...14	M500	400	695	1150	156	2405	0,39

Во всех случаях в таблице 1 начальную (исходную) подвижность бетонных смесей определяли через 15 мин. после выгрузки их из смесителя (СТБ 1035-96 п. 5.2.).

Таблица 2

Изменение формуемости бетонной смеси различных составов и консистенции

Номер состава бетона по таблице 1	Наличие и вид примененной добавки	Изменение формуемости бетонной смеси (осадки конуса (см) или жесткости (с) за период (в мин) от момента приготовления:							
		15 (исходная)	30	45	60	75	90	105	120
1	-	ОК, 3 см	2,5	2	≈ 2	1,5	≈ 1	0,5	-
3	СН	ОК, 4 см	3,0	2	1,5	1,0	0,5	-	-
5	«УКД-1»	ОК, 4 см	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
2	-	ОК, 12 см	11	10	8	6	4,5	4	3
4	СН	ОК, 14 см	13	11	9	5	3,5	1,5	-
6	«УКД-1»	ОК, 14 см	13	12	10,5	8	6,5	5	4
7	«УКД-1»	ОК, 22 см	20	16	10	6,5	4	2,5	0,5
8	«УКД-1»	ОК, 13 см	11	11	8	6	2,5	0,5	-

В таблице 2 приведены данные об изменении формуемости бетонной смеси во времени *в зависимости от состава бетона* (цемент М400 и М500 второй группы эффективности), начальной консистенции смеси, наличия и вида добавки («УКД-1» или СН – сульфат натрия). Температура смеси соответствовала ~ (15...18) °С и окружающей среды ~ (18...22) °С.

Из данных таблицы 2, относящихся к бетонной смеси без добавок (составы №№ 1 и 2) следует, что формуемость их в условиях выполненных экспериментов закономерно ухудшается с течением времени: снижается осадка конуса и возрастает жесткость. Полученные на бетонных смесях

данные полностью соответствуют ранее установленным закономерностям влияния этих добавок на сроки схватывания цемента [1].

На рисунке 1 приведены данные об изменении формуемости бетонной смеси под влиянием температуры наружного воздуха ($t_{нв}$). При этом температура бетонной смеси ($t_{см}$) соответствовала условию: $t_{см} = t_{нв}$, для температуры среды в (5...8) °С; при $t_{нв} = (25...30)$ °С температура смеси начальная равнялась (18...20) °С.

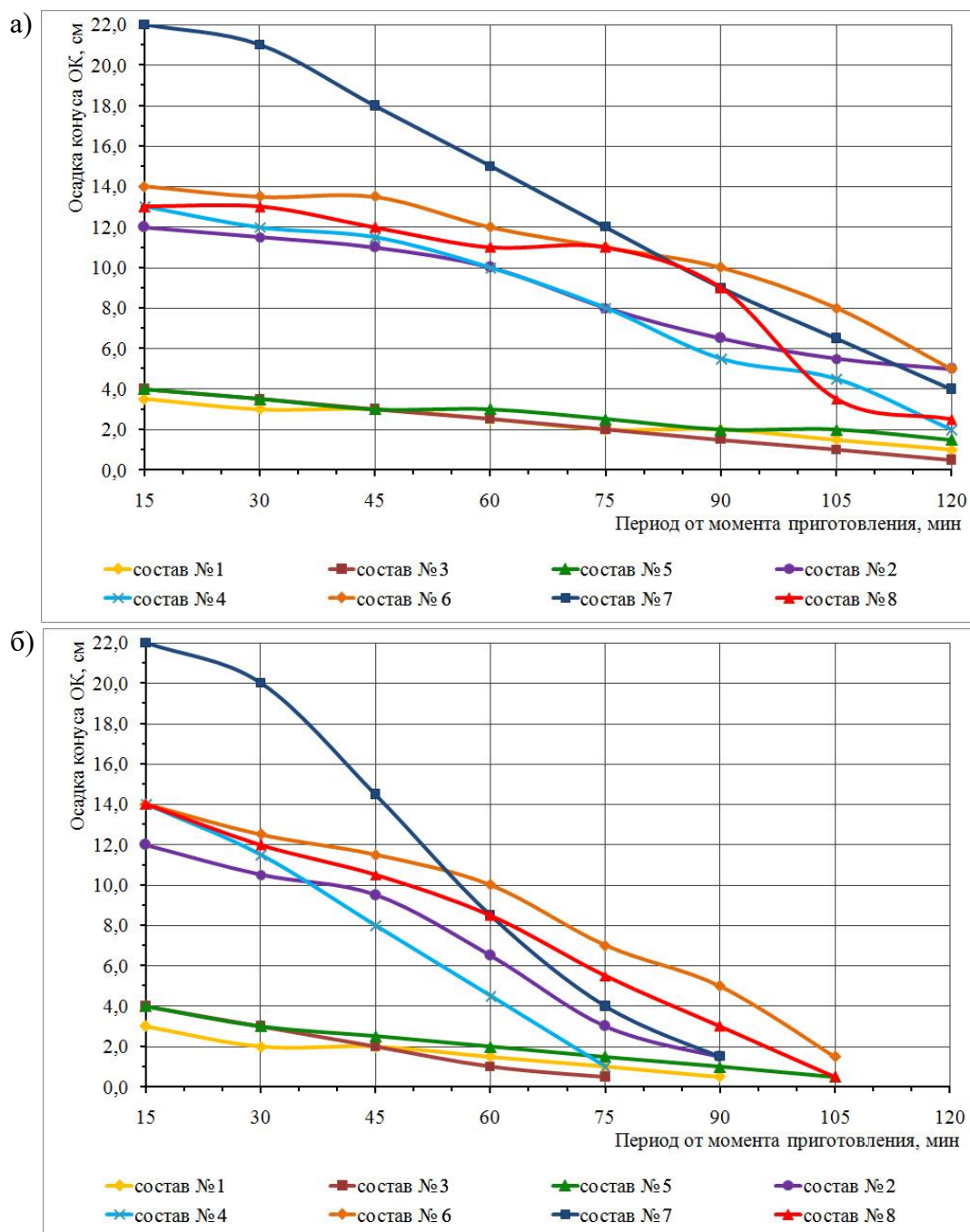


Рис. 1. Влияние температуры окружающей среды и добавок на изменение формуемости бетонных смесей: а – при $t_{нв} = 5...8$ °С; б – при $t_{нв} = 25...30$ °С.

Данные рисунка 1 подтверждают прямую зависимость ухудшения формуемости бетонной смеси и с добавками, и без них с повышением

температуры смеси и окружающей среды. Влияние на этот процесс добавок также нарастает с повышением температуры.

Влияние механического воздействия на бетонную смесь. Длительное механическое воздействие (перемешивание) на бетон после приготовления смеси способствует повышению ее однородности (гомогенности), более равномерному распределению воды затворения, цементного теста и инертных составляющих в бетоне. Кроме этого, способна оказывать активизационный эффект за счет углубления процесса дезагрегации цементных флоккул, дополнительного перераспределения воды и вовлечения в реакции с ней открывающихся поверхностей частиц вяжущего. В результате увеличения реагирующей с водой поверхности вяжущего возрастает объем образующихся продуктов его гидратации в виде кристаллогидратов клинкерных минералов, этtringита, портландита и других новообразований. Как следствие, возрастают плотность и прочность цементного камня и бетона [2, 3].

Раствороотделение бетонных смесей характеризует ее расслаиваемость при динамическом воздействии, возникающим при транспортировании и уплотнении бетона. Сущность определения этой характеристики заключается в проявлении расслоения смеси под воздействием динамических импульсов, результате которого появляются различия состава исходного бетона в верхней и нижней части образца в процессе вибрирования на лабораторной виброплощадке со стандартными параметрами (амплитуда: $A \sim 0,5 \pm 0,05$, мм; частота: $f \sim 2900 \pm 100$, кол/мин).

Таблица 3

Раствороотделение бетонных смесей

Номер состава бетона по таблице 1, наличие добавки, осадка конуса, см	Масса бетонной смеси, г:		Масса щебня, г:		Масса раствора, г:		Показатель раство-роотде-ления, P_r , %	Сниже-ние показателя, %
	в верх-ней части	в ниж-ней части	в верх-ней части	в ниж-ней части	в верх-ней части	в ниж-ней части		
№1; без добавок; ОК ~ 4 см	6108	5892	2973	3027	3135	2865	4,5	-
№5; 1% «УКД-1»; ОК ~ 4 см	5970	6105	2950	3301	3020	2804	3,7	~ 18
№2; без добавок; ОК ~ 13 см	5985	5765	2678	2972	3307	2993	5,0	-
№6; 1% «УКД-1»; ОК ~ 14 см	6055	5985	2886	3054	3169	2931	3,9	22

Эксперименты по определению раствоороотделения бетонных смесей и зависимости этого явления от наличия в составе добавки «УКД-1» по методике СТБ 1545-2005 на составах бетона подвижностью марок «П1» и «П3», классов $C^{12}/_{15}$ (№1 и №5) и $C^{25}/_{30}$ (№2 и №6) по таблице 1 приведены в таблице 3.

Анализ данных по раствоороотделению показал, что при динамическом воздействии вибрацией более устойчивы к расслоению смеси с добавкой «УКД-1», поскольку равная подвижность (и одинаковая прочность бетона) обеспечиваются при уменьшенном объеме цементного теста (расходе цемента) и снижении начального водосодержания. При этом, в рамках выполненных экспериментов, снижение показателя раствоороотделения для равноподвижных бетонных смесей с добавкой 1% «УКД-1» составило ~ 18% для подвижности марки «П1» и 22% – для марки «П3».

Таким образом, внедрение комплексных добавок и оптимизация технологий приготовления и транспортировки бетонных смесей способствует значительному сокращению потерь материалов и энергии в строительной отрасли, что отвечает принципам инженерной экологии и способствует ее устойчивому развитию.

Библиографический список

1. Шейда О. Ю., Батяновский Э. И. Влияние комплексной химической добавки, содержащей структурированный углеродный наноматериал, на свойства цемента // Наука и техника. – 2015. – №2. – С. 30–38.
2. Ахведов, И. Н. Основы физики бетона / И. Н. Ахведов. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с. (Измененная редакция, Изм. N 1, 2). – Минск: РУП «Стройтехнорм», 1999. – 40 с.
3. Ахведов, И. Н. Ультразвуковое вибрирование в технологии бетона / И. Н. Ахведов, М. А. Шалимо. – М.: Стройиздат, 1969. – 135 с.

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ УТИЛИЗАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА

А.И. Михрабов, И.О. Тихонова, А. Петров, Ю.Ю. Юмашева
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
mixrabovs@mail.ru

В статье представлены показатели для определения утилизационного потенциала региона, разделенные на три основных группы: экономические, социальные, экологические.

Предложен алгоритм критериальной оценки, который был апробирован на примере расчета утилизационного потенциала Республики Татарстан

Ключевые слова: утилизационный потенциал, критериальная оценка, экономика замкнутого цикла.

В качестве утилизационного потенциала региона можно рассматривать совокупную восприимчивость экономики региона, ее отраслей и сфер, к полезной утилизации отходов производства и потребления, как образующихся в регионе, так и поступающих с иных территорий. Восприимчивость – это наличие способностей и возможностей к осуществлению перехода к экономике замкнутого цикла (далее – ЭЗЦ) при использовании имеющихся ресурсов. Данное понятие включает в себя экологические, производственные и социальные возможности (потенции).

Основной принцип ЭЗЦ представляется в виде 3R. Это R1 (Reducing) сокращение использования ресурсов, R2 (Reusing) повторное использование ресурсов и R3 (Recycling) переработка (полезная утилизация) отходов. Для каждого R характерны свои показатели, на основе анализа которых рассчитывается интегральный показатель уровня функционирования ЭЗЦ, являющийся средневзвешенным значением коэффициентов эффективности каждой из трех подсистем. К таким показателям относятся следующие:

- валовый внутренний продукт (ВВП) на душу населения;
- выбросы в атмосферу;
- сброс сточных вод;
- образование отходов;
- инвестиции в охрану окружающей среды;
- объем обезвреженных отходов;
- повторное использование воды;
- повторное использование отходов;
- совокупная стоимость товаров, произведенных из отходов;
- объем сброса сточных вод с концентрацией загрязняющих веществ, не превышающих нормативы;
- объем сброса очищенных муниципальных (хозяйственно-бытовых и поверхностных) сточных вод.

Для циклических процессов, протекающих на макроуровне и на уровне отдельных предприятий, предлагается использовать показатели, разделив их на три основные группы, а именно: экономические, социальные и экологические [1].

Указывается, что для ЭЗЦ принципиально важно учитывать индикаторы ресурсоемкости и материалоемкости различных отраслей и их веса в валовом продукте, что позволяет оценивать влияние потенциальных структурных сдвигов на генерацию отходов и проводить сравнительный анализ с соответствующими показателями других стран [2].

Если анализировать показатели развития циклических процессов на уровне отдельных территорий, то необходимо принять во внимание следующие индикаторы [3]:

- образование отходов;
- образование промышленных отходов;
- образование ТКО;
- утилизация (рециклинг) отходов.

Таким образом, для анализа утилизационного потенциала региона необходимо использовать следующие три основные группы показателей [2]:

1. Экономические:

- энергоемкость ВРП по показателю «Потребление электроэнергии» (отношение объема потребления электроэнергии в регионе к величине ВРП);
- водоемкость ВРП (отношение объема забора воды в регионе из природных водных объектов к величине валового регионального продукта);
- образование отходов производства и потребления на единицу ВРП (отношение объема образовавшихся отходов производства и потребления в регионе к величине ВРП);
- объем товаров и услуг по виду экономической деятельности «Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений».

2. Социальные:

- численность постоянного населения в среднем за год;
- количество (масса) образованных отходов производства и потребления на душу населения (отношение объема образовавшихся отходов производства и потребления в регионе к численности постоянного населения);
- объем вывезенных за год ТКО на душу населения (отношение объема ТКО, вывезенного за год в регионе, к численности постоянного населения).

3. Экологические:

- доля использованных и обезвреженных отходов в общем объеме образовавшихся отходов в процессе производства и потребления (отношение объема использованных и обезвреженных отходов в регионе к объему образовавшихся в нем отходов в процессе производства и потребления);
- доля текущих затрат на обращение с отходами в общем объеме затрат на охрану окружающей среды (отношение текущих затрат на обращение с отходами к общей величине текущих затрат на охрану окружающей среды в регионе);
- инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Значения данных индикаторов дают представление о состоянии ЭЗЦ на различных территориях. При выборе индикаторов стоит учитывать верификацию данных, полученных из открытых источников информации, в том числе официальных, например, статистические сборники Федеральной службы государственной статистики «Регионы России. Социально-экономические показатели» и «Охрана окружающей среды в России».

Чем больше индикаторов имеющих необходимую динамику для перехода к ЭЗЦ будет выявлено при осуществлении анализа, тем выше утилизационный потенциал региона, тем больше у него возможностей. Референтная количественная оценка утилизационного потенциала региона выполняется по 10 показателям, оцениваются данные референтного периода к предыдущему периоду (это может быть календарный год), или к среднему значению более долгого периода, затем присваивается значение: 0 (динамика

отрицательная), 0,5 (динамика стабильная), 1 (динамика положительная) (табл. 1).

Таблица 1

Критерии оценки утилизационного потенциала региона

Количество индикаторов, показывающих необходимую динамику для перехода к ЭЗЦ, единиц	Уровень утилизационного потенциала региона
0-2	Критически низкий
3-4	Низкий
5-6	Средний
7-8	Высокий
9-10	Исключительно высокий

Предложенный алгоритм критериальной оценки был апробирован на примере расчета утилизационного потенциала Республики Татарстан, промышленной развитой и имеющей значительное количество крупных химических и нефтехимических предприятий. Исходные данные за период 2021-2023 гг. были приняты согласно [4].

На основании проведенной оценки сформулированы выводы, касающиеся динамики развития показателей, характеризующих предпосылки формирования экономики замкнутого цикла в таком регионе, как Республика Татарстан:

1. Индикатор «Энергоемкость ВРП» по показателю «Потребление электроэнергии» за анализируемый период в относительном измерении показал снижение на 14,4 %, что можно рассматривать как положительную тенденцию с точки зрения возможностей формирования ЭЗЦ.

2. Индикатор «Водоемкость ВРП» в относительном выражении увеличился на 3,7 %. Рост этого показателя можно рассматривать как отрицательное с точки зрения возможностей формирования в регионе условий для функционирования ЭЗЦ.

3. Что касается такого индикатора, как «Образование отходов производства и потребления на единицу ВРП», он вырос за анализируемый период почти в 2,7 раза. Такой рост можно характеризовать как отрицательный и с точки зрения формирования условий для функционирования ЭЗЦ, и с точки зрения отрицательного воздействия на окружающую среду региона.

4. Индикатор «Объем продукции и услуг по виду экономической деятельности «Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» показал общий рост за анализируемый период на 9,9 %, что с положительной стороны характеризует имеющиеся в регионе возможности для развития ЭЗЦ.

5. За рассмотренный период значение индикатора «Численность постоянного населения региона в среднем за год» снизилось на 0,05 %.

6. Индикатор «Количество (масса) образованных отходов производства и потребления на душу населения» в 2023 году по сравнению с 2021 годом вырос более чем в 3 раза. Прирост данного показателя характеризуется увеличением объема отходов, что в совокупности с

сокращением постоянной численности населения констатирует отрицательный эффект развития процессов производства и потребления в регионе, следствием которых выступает загрязнение окружающей среды. Высокие темпы образования отходов производства и потребления, несмотря на небольшую убыль населения в Республике Татарстан, в свою очередь, можно объяснить высокими темпами развития в регионе нефтехимического и химического сектора, являющейся значительным источником образования отходов.

7. Индикатор «Объем вывезенных за год ТКО на душу населения» вырос на 8,7 %, что является следствием улучшения политики обращения с отходами на уровне региона.

8. Индикатор «Доля использованных и обезвреженных отходов в общем объеме образовавшихся отходов в процессе производства и потребления» сократился в 2023 г. по сравнению с 2021 г. более чем в два раза. В первую очередь, это связано со значительным увеличением количества образованных отходов. Однако доля утилизируемых отходов близка к 50%, что в совокупности с изменениями по предыдущим индикаторам говорит об эффективности общей региональной экологической политики.

9. Для индикаторов «Доля текущих затрат на обращение с отходами в общем объеме затрат на охрану окружающей среды» по Республике Татарстан и «Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» не представлены данные за 2023 год в связи с чем невозможно определить изменения за период.

Таким образом, из 10 индикаторов, по которым проводился анализ состояния и динамики возможностей функционирования безотходного производства как драйвера развития региональной экономики, по Республике Татарстан 5 показали необходимую динамику, 3 — нежелательную и 2 — не определены.

В случае Республики Татарстан уровень утилизационного потенциала региона можно оценить в 5 баллов или в 50 %, т. к. необходимую динамику для перехода к ЭЗЦ показали 5 индикаторов из 10, предложенных для анализа. Таким образом, у данного региона на настоящий момент имеются достаточные возможности для осуществления перехода к ЭЗЦ, с учетом отсутствия данных по 2 ключевым экологическим индикаторам.

Библиографический список

1. Экономика устойчивого развития: учебник / С.Н. Бобылев. — Москва: КНОРУС, 2021. — 672 с. ISBN 978-5-406-01850-7
2. Митин Н. С. Особенности перехода к модели циркулярной экономики в российских регионах (на примере Ростовской области) / Н. С. Митин // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 1. [Электронный ресурс] — URL: <https://esj.today/PDF/17ECVN125.pdf> (дата обращения: 11.09.2025)
3. Сергиенко О.И., Смазнова Е.С., Разумова Д.В. Определение базовых индикаторов для разработки территориальной схемы обращения с отходами //

Обращение с отходами производства и потребления. 2018, №4 (32). С. 80-92. doi 10.15593/2409-5125/2018.04.07

4. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2023 году [Электронный ресурс]. — URL: https://eco.tatarstan.ru/file/pub/pub_4211473.pdf (дата обращения: 11.09.2025)

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ

О.Ю. Сергеев, И.Г. Русскова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
sergeevdesu@gmail.com, russkova_ig@spbstu.ru*

В статье представлены результаты анализа современного состояния систем экологического менеджмента (СЭМ) в организациях локального уровня России. Предложены направления улучшения, ориентированные на внедрение проактивных стратегий, гармонизацию законодательства с международными стандартами и повышение осведомлённости бизнеса о преимуществах СЭМ.

Ключевые слова: система экологического менеджмента, устойчивое развитие, экологические риски, малые предприятия, корпоративная социальная ответственность, экологическая политика.

Экологические риски становятся всё более значимыми для бизнеса, требуя от компаний эффективных инструментов управления. Сложившаяся ситуация ограничивает стимулы к построению полноценной системы экологического менеджмента (СЭМ) и способствует реактивному, а не стратегическому, подходу к экологическому управлению. При этом международная экспансия и требования иностранных партнёров стимулируют внедрение сертифицированных систем, делая их условием доступа к экспортным рынкам. Однако малым предприятиям часто не хватает финансовых и экспертных ресурсов для разработки комплексных решений, что приводит к применению лишь базовых мер. Цель работы заключается в том, чтобы оценить текущее состояние СЭМ в российском контексте, выявить препятствия и предложить пути их преодоления, способствующие устойчивому развитию и снижению экологических и финансовых рисков.

Отсутствие всеохватывающих СЭМ в России объясняется преобладанием подхода, основанного на выполнении требований Федерального закона № 7. Этот закон задаёт в некой мере упрощённые экологические обязательства, которые часто расходятся с международным стандартом ISO 14001 и снижают стимул к построению проактивной системы экологического менеджмента (СЭМ). Переход к полноценным стандартам

СЭМ по ISO 14001 может изменить эту ситуацию: международная легитимность усиливается, растёт прозрачность отчетности по корпоративной социальной ответственности (КСО), а компании получают инструменты для системного снижения финансовых и экологических рисков. Озабоченность экологическими вопросами в Российской Федерации до сих пор в своем большинстве появляется лишь на этапе, когда компания планирует свою интеграцию в мировую экономику. Анализ заявлений о миссии 100 крупнейших российских компаний показал, что только 18,5% из них прямо касаются экологических проблем. [1,2].

Экологическое страхование и СЭМ продвигаются как инструменты снижения финансовых рисков, однако их внедрение на малых предприятиях остается неравномерным из-за ограниченной осведомленности и воспринимаемой административной нагрузки. Следовательно, для многих местных производителей создание СЭМ является реактивной мерой, обусловленной необходимостью доступа к рынку или требованиями законодательства, а не комплексной превентивной практикой, направленной на долгосрочное экологическое управление [3,4].

Стремление к устойчивому развитию усиливается с интернационализацией. Исследование [4] продемонстрировало, что инновационность и международная экспозиция компании положительно коррелируют с показателями устойчивого развития, а экологическая неопределенность еще больше усиливает эту связь, указывая на то, что компании принимают более экологичные практики при расширении своей деятельности за рубежом. Исследование подтверждает, что интернационализация стимулирует более прозрачную коммуникацию в области КСО, в то время как государственные компании, как правило, занижают объем отчетности по экологическим мероприятиям.

Небольшие предприятия, в том числе эксплуатирующие опасные производственные объекты в России, как правило, внедряют СЭМ только в тех случаях, когда это становится неизбежным под давлением внешних факторов. Собранные данные о российских предприятиях показывают, что большинство металлургических и аналогичных заводов внедряют СЭМ, потому что иностранные заказчики требуют сертификацию по стандарту ISO 14001 и без нее их продукция не может поступать на определенные рынки или должна продаваться со значительными скидками [5]. В более широком промышленном секторе преобладает тот же мотив: компании стремятся внедрить СЭМ, чтобы удовлетворить «обязательные сертификаты соответствия в области экологического менеджмента», необходимые для экспорта, в то время как к внутренним продажам предъявляются гораздо менее строгие требования [6].

Когда принимается решение о внедрении СЭМ, этот процесс часто ограничивается выполнением юридических и рыночных требований, а не является систематической, проактивной стратегией управления рисками. Исследования «эффективного функционирования предприятий с учетом экологических рисков» описывают схематический подход, который

отображает внешние и внутренние факторы риска (обеспечение ресурсами, производство, продажи) и подчеркивает необходимость уделять повышенное внимание этим факторам со стороны руководства. Однако малые предприятия часто не располагают ресурсами и экспертными знаниями для разработки комплексных систем; вместо этого они полагаются на базовые меры по обеспечению соответствия, такие как подготовка планов действий в чрезвычайных ситуациях, определение наиболее вероятных опасных сценариев и определение мер по смягчению последствий [7,8].

С другой стороны, совокупность эмпирических данных свидетельствует о том, что ISO 14001 часто страдает от избыточной теоретической нагрузки, непонятных инструкций и недостаточной практической ценности, особенно для предприятий с ограниченными ресурсами.

Во-первых, в тексте стандарта содержатся многочисленные абстрактные понятия (например, «контекст организации», «заинтересованные стороны», «циклическое улучшение»), которые требуют глубокого понимания системного менеджмента. Для компаний, у которых нет выделенных специалистов по устойчивому развитию, интерпретация этих терминов становится предметом споров и разногласий, что приводит к растратам времени на внутренние согласования вместо реального экологического воздействия.

Во-вторых, инструктивная часть стандарта часто представляет собой длинные списки требований к документации, процедурам и записям. Малый и средний бизнес воспринимает это как административный барьер: необходимо создавать и поддерживать обширные регистры, проводить внутренние аудиты и готовить отчётность, что требует либо найма внешних консультантов, либо значительных усилий существующего персонала. Эти затраты не всегда окупаются, особенно когда выгода от сертификата ограничивается лишь доступом к определённым рынкам, но не приводит к ощутимому снижению расходов на ресурсы или к росту эффективности.

Наконец, практическая ценность ISO 14001 снижается, когда компания фокусируется лишь на формальном соблюдении требований, а не на системном управлении экологическими рисками. В результате, внедрение часто превращается в «ритуальный» процесс, при котором основные экологические проблемы остаются нерешёнными, а сертификат служит лишь маркетинговым инструментом. Для предприятий с ограниченными ресурсами такой подход может стать источником разочарования и финансового напряжения, а не путём к устойчивому развитию.

Анализ показывает, что внедрение СЭМ в российских организациях локального уровня остаётся преимущественно реактивным, активизируясь при необходимости интеграции в мировую экономику или при соответствии требованиям законодательства. Для преодоления текущих проблем необходимо сместить акцент с выполнения минимальных юридических требований на формирование комплексных, проактивных стратегий экологического менеджмента. Следует повышать осведомлённость малых и средних предприятий о долгосрочных выгодах СЭМ, интегрируя

экологические показатели в общую стратегию устойчивого развития и корпоративной социальной ответственности. Разработка доступных методических рекомендаций и программ поддержки для местных производителей может помочь в получении необходимых ресурсов и знаний для внедрения полноценных СЭМ, соответствующих международным стандартам, таким как ISO 14001. Также важно пересмотреть и гармонизировать законодательство с международными практиками для создания более сильных внутренних стимулов к экологическому реформированию.

Библиографический список

1. Molchanova, T.K., Yashalova, N.N., Ruban, D.A. Environmental Concerns of Russian Businesses: Top Company Missions and Climate Change Agenda // *Climate*. 2020. Vol. 8. No. 4. P. 11. doi: 10.3390/cli8040056.
2. Смирнова, Е. Э. Сравнение систем экологического менеджмента в российском и международном стандартах / Е. Э. Смирнова, И. А. Соломатин // *Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : Материалы IX Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 18–23 апреля 2022 года.* – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2022. – С. 221–224. – EDN YPCTZL.
3. Begak, M., Guseva, T., Molchanova, Y., Malkov, A. Best Available Techniques As Environmental Safety Enhancement Instruments. CBU International Conference Proceedings. 2015. Vol. 3. P. 282–288. doi: 10.12955/cbup.v3.613.
4. Aray, Y., Dikova, D., Garanina, T., Veselova, A. The hunt for international legitimacy: Examining the relationship between internationalization, state ownership, location and CSR reporting of Russian firms // *International Business Review*. 2021. Vol. 30. No. 5. P. 13. doi: 10.1016/j.ibusrev.2021.101858.
5. Mottaeva A., Ivashchenko A., Ryattel A. Assessment of implementation and functioning of the ecological management system // *E3S Web of Conferences.* – EDP Sciences. 2020. Vol. 164. P. 11. doi: 10.1051/e3sconf /202016410038.
6. Dukmasova, N., Ershova, I., Plastinina, I., Boyarinov, A. Economic efficiency of environmental management system operation in industrial companies // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017. Vol. 72. No. 1. P. 8. doi: 10.1088/1755-1315/72/1/012001.
7. Vasilenok, V., Korovin, E., Aleksashkina, E., Kochegarova, T. Effective functioning of enterprises with regard to environmental risks // *E3S web of conferences.* – EDP Sciences. 2019. Vol. 110. P. 8. doi: 10.1051/e3sconf/201911002062.
8. Смирнова, Е. Э. Культура безопасности как экологический средообразующий фактор для обеспечения безопасной жизнедеятельности населения / Е. Э. Смирнова, И. А. Соломатин // *Безопасность в строительстве: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 24–25 ноября 2022 года.* – Санкт-

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЦЕПНОГО АГРЕГАТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Л.А. Сиваченко¹, В.А. Потанов², Г.Н. Дракин¹

*¹Белорусско-Российский университет,
228011@mail.ru, 1g_drakin@mail.ru*

*²Барановичский государственный университет,
vladimir-potapov1990@mail.ru*

В статье описаны результаты технологических испытаний цепного грохота по переработке хвостов несортированных твердых коммунальных отходов. Описаны конструкция, принцип действия цепного двухволнового агрегата, а также влияние его параметров и режимов работы на эффективность грохочения. Обоснована область рационального использования нового оборудования.

Ключевые слова: цепной агрегат, грохот, твёрдые коммунальные отходы, эффективность грохочения, органическая часть, граница разделения, адаптивный механизм, селективность.

Рассмотрим в авторском понимании некоторые задачи развития оборудования и технологий для комплексной и эффективной переработки отходов, прежде всего твердых коммунальных несортированных отходов, которые в силу известных причин в количестве до 80% вывозятся на полигоны ТКО [1,2]. В своей совокупности это является чрезвычайно важной национальной проблемой экологического, ресурсного, экономического и социального характера, что требует ее настоящего решения.

Первоочередной задачей при этом следует считать разработку технических и технологических решений, направленных на увеличение уровня использования ТКО [3, 4]. Наименее задействованными в переработке и использовании из состава ТКО занимают компоненты, образующие отсев мелких фракций, который практически полностью вывозится на захоронение. Их доля в общем балансе ТКО составляет до 40% [1], что требует кардинального улучшения сложившейся ситуации на основе новых научных подходов и методов.

Озвученные задачи решаются авторами совместно с ведущими специалистами института ЖКХ Национальной академии наук РБ.

Разработка сортировочного оборудования.

В качестве базового агрегата остановимся на двухволновом цепном агрегате [5, 6]. Выполненные ранее технологические испытания

лабораторного образца позволяют считать его перспективным видом оборудования. С учётом изложенного состояния и уровня работ в области сортировки ТКО нами разработан опытно-промышленный образец двухволнового цепного агрегата. Схема его рабочего оборудования и общий вид приведены соответственно на рисунках 1, 2, а техническая характеристика – в таблице 1.

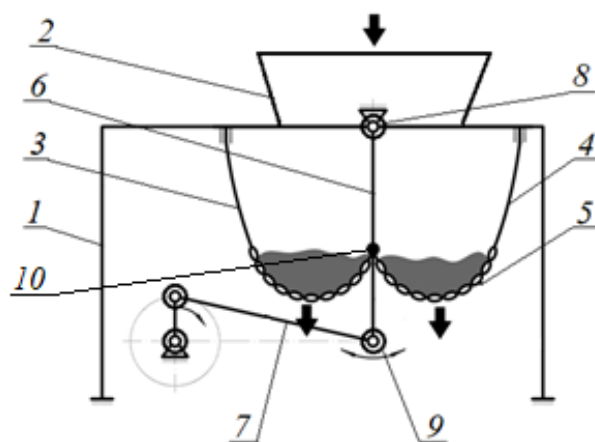


Рис. 1. Схема рабочего оборудования двухволнового цепного агрегата.

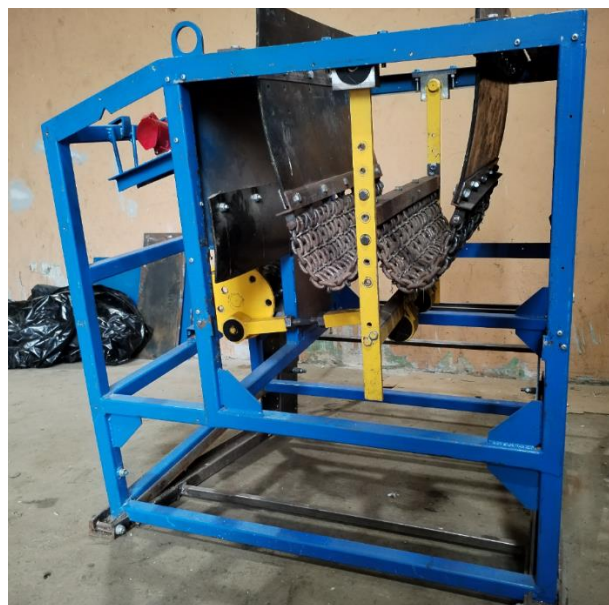


Рис. 2. Общий вид опытно-промышленного образца двухволнового цепного агрегата.

Таблица 1.

Техническая характеристика опытно-промышленного образца двухволнового цепного агрегата.

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение
1	Размер цепной поверхности в плане	мм	750×350
2	Граница разделения материала	мм	40
3	Максимальная крупность кусков загружаемого материала	мм	200
4	Угол наклона рабочей камеры	град.°	0-20
5	Мощность приводного электродвигателя	кВт	3,0
6	Напряжение питания	В	380
7	Частота вращения кривошипа	об/мин	0-487
8	Длина кривошипа	мм	50/65/80/95/110
9	Габаритные размеры агрегата длина ширина высота	мм	1120 880 1200
10	Масса агрегата	кг	340

Разработанный цепной агрегат был использован для проведения технологических испытаний по сортировке твердых коммунальных отходов в

производственных условиях участка «Сортировочно-перегрузочная станция» «коммунального унитарного многоотраслевого предприятия жилищно-коммунального хозяйства» «Барановичское городское жилищно-коммунальное хозяйство». Приведем в сокращенной форме основные результаты этих испытаний.

Предварительно цепной агрегат был испытан на отсеве после барабанного грохота и оснащении его цепными полотнами, размеры отверстий которых могли составлять соответственно 45 или 100 мм. Такой вариант испытаний был обусловлен наличием в отсеве достаточно крупных включений. Поступивший отсев на цепные полотна с условными размерами отверстий 100 мм практически весь просыпался через них и процесса разделения материала не наблюдалось.

Полученные собственные результаты и рекомендуемая верхняя граница разделения – 40 мм при сортировке отсева [1] явилась основанием для испытания цепного агрегата с использованием цепных полотен, позволяющих отделять фракцию размером менее 40 мм.

В проведенных технологических исследованиях рабочего процесса цепного агрегата использовался отсев следующего морфологического и фракционного состава (см. таблицы 2, 3) со средней влажностью органической части 45,6 %.

Таблица 2.

Морфологический состав отсева

№ п/п	Наименование отходов	Удельный вес, %
1	Органическая часть	80,1
2	Пластик	3,1
3	Стекло	6,1
4	Бумага	3,7
5	Текстиль	0,6
6	Металл	1,3
7	Строительные отходы	4,2
8	Кости	0,13
ИТОГО		100

Таблица 3

Фракционный состав отсева

Размер фракции, мм	0–10	10–20	20–30	30–40	40–70	70 и более	ИТОГО
Удельный вес, %	11,0	11,2	23,7	19,2	34,2	0,7	100

Процесс грохочения отсева в цепном агрегате характеризуется двумя основными параметрами – производительностью Q и эффективностью грохочения E , которые определялись по известным методикам. Оценка

эффективности грохочения E производилась по извлечению фракции 0–40 мм, согласно рекомендациям [1].

При проведении экспериментов цепные полотна рабочей камеры во всех опытах были загружены на 70–100 % по объему, что позволило определить параметры Q и E при неоптимальных условиях работы и таким образом установить предельные возможности цепного агрегата в рассматриваемом диапазоне изменения режимов работы, в том числе оценить склонность к налипанию и забиванию материалом цепных полотен.

Фрагменты отсева ТКО представлен на рисунке 3.



Рис. 3. Фрагменты отсева ТКО

a – общий вид; b – исходный материал для проведения эксперимента

Для оценки влияния геометрических и кинематических параметров приводного механизма и рабочей камеры, а также изменения угла наклона цепного агрегата на производительность Q и эффективность грохочения E было применено ротатбельное планирование эксперимента второго порядка.

Подрешетный продукт, полученный в цепном агрегате, характеризуется рассыпчатой структурой (см. рисунок 4), что достигается его активным просеиванием через цепные полотна в сочетании с ударным воздействием на отдельные частицы со стороны элементов рабочей камеры. В процессе работы пространство между звеньями цепных полотен не забивались материалом, что объясняется подвижностью самих звеньев.



Рис. 4. Подрешетный продукт, полученный в цепном агрегате

Полученные результаты и выводы

1. Исследованы функциональные возможности цепного агрегата при сортировке отсева ТКО. Установлено, что конструктивное исполнение рабочей камеры позволяет достичь интенсивного перемещения материала по поверхности цепных полотен и создавать ударное воздействие посредством рабочих элементов камеры, что способствует эффективному перемешиванию и разделению материала. При этом подвижность звеньев цепей позволяет им самоочищаться и исключать забивание цепных полотен. Описанные процессы позволяют достичь эффективность грохочения $E = 70,7\text{--}76,8\%$ с удельной производительностью $q = 1,95\text{--}2,94 \text{ т / (ч} \cdot \text{м}^2)$ при степени загрузки цепных полотен 70–100 % по объему. Стоит отметить, что режимы работы цепного агрегата с производительностью $Q > 1 \text{ т / ч}$, имеют эффективность грохочения E на уровне 50 %, что обусловлено быстрым прохождением материала по поверхности цепных полотен, из-за чего часть мелких фракций не успевает просеяться и уходит вместе с крупными частицами, что объясняется снижением интенсивности перемешивания материала в рабочей камере.

2. Проведены экспериментальные исследования в условиях производства, позволяющие установить влияние геометрических и кинематических параметров приводного механизма, а также изменения угла наклона цепного агрегата на производительность Q и эффективность грохочения E отсева ТКО. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании опытно-промышленного образца цепного агрегата.

3. По результатам эксперимента установлено: цепной агрегат обладает следующими диапазонами производительности $Q = 0,099\text{--}1,359 \text{ т / ч}$ ($q = 0,35\text{--}4,86 \text{ т / (ч} \cdot \text{м}^2)$ при площади живого сечения цепных полотен $0,28 \text{ м}^2$) и эффективности грохочения $E = 17,6\text{--}76,8\%$. Изменение величин Q и E в относительно широком диапазоне позволяют сделать вывод о значимости варьируемых параметров и оценить степень их влияния.

4. Следует отметить способность элементов рабочей камеры цепного агрегата производить отбивку с поверхности крупных включений ТКО мелких частиц, пыли, грязи, а также измельчать отходы пищевых продуктов, что дополнительно позволит увеличить выход органической части.

5. В процессе технологических испытаний не выявлено нарушений работоспособности или отказов основных узлов и элементов цепного агрегата.

6. Цепной агрегат хорошо вписывается в состав сортировочной линии и может использоваться для выделения органической части ТКО в виде мелкой фракции крупностью 0–40 мм из которой после соответствующего вида компостирования будет получаться продукт, так называемый технический компост или техногенный грунт, которые можно использовать для собственных потребностей предприятий жилищно-коммунального хозяйства и реализации на рынке.

7. Выведение органической части из состава отходов ТКО, вывозимых на полигоны, позволяет исключить выполнение слоёв минерализации или уменьшить их объемы при условии сохранения пожаробезопасности. За счет

указанных мероприятий общие объемы складирования на этих объектах можно уменьшить на 15–20 %.

Предложения по результатам технологических испытаний цепного агрегата

1. Проведенные испытания свидетельствуют о том, что цепной агрегат является эффективным и перспективным видом оборудования для сортировки отсева ТКО по границе разделения 40 мм. Используя методы масштабирования, полученные удельные показатели работы цепного агрегата (средний диапазон удельной производительности $q_{\text{ср}} = 2,0\text{--}2,5 \text{ т} / (\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ и удельного энергопотребления $0,3\text{--}0,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$) позволяют спрогнозировать, что промышленный образец цепного агрегата при производительности по питанию 6–8 т / ч будет иметь размеры цепных полотен в плане $2,25 \times 0,7 \text{ м}$ (общая площадь просеивающей поверхности – $3,15 \text{ м}^2$), мощность приводного электродвигателя 7,5 кВт, габаритные размеры $3 \times 1,75 \times 1,75 \text{ м}$ и массу около 750 кг.

2. При создании промышленного образца цепного агрегата целесообразно сохранить аналогичные варьируемые геометрические и кинематические параметры цепного агрегата, диапазон которых необходимо выбирать, учитывая полученные результаты. Это позволит провести полномасштабные производственные испытания цепного агрегата с учетом изменчивости морфологического и фракционного состава ТКО и установить оптимальные режимы работы.

3. В техническом задании на проектирование подобного цепного агрегата целесообразно предусмотреть возможность его оснащения цепной просеивающей поверхностью с размерами отверстий 70–120 мм, и одновременную установку двух просеивающих поверхностей для получения продуктов трёх классов крупности, в частности – 40 мм и менее, 40–70(120) мм, 70(120) мм и более.

Использование полученных составов для производства товарной продукции.

Данная технологическая задача сопряжена с решением целого ряда проблем, которые требуют не только специфических подходов, но и выполнения большого комплекса исследовательских работ. Это, в первую очередь, касается проведения дополнительных операций по обогащению, т.е. более качественному разделению составов из хвостов не только по крупности, но и по вещественному набору требуемых компонентов, а также достоверному химическому анализу получаемых продуктов с учётом сезонной изменчивости их состава, что необходимо для исключения возможных рисков получения некондиционной продукции.

Разработанное оборудование может быть включено в качестве одной из основных единиц в состав технологического комплекса по сортировке и обогащению смешанных ТКО. В силу своих конструктивных особенностей, описанных ранее, они хорошо вписываются в действующие или вновь разрабатываемые производственные линии. Технологическая схема

сортировочно-обогащительной линии для комплексной переработки смешанных ТКО приведена на рисунке 5.

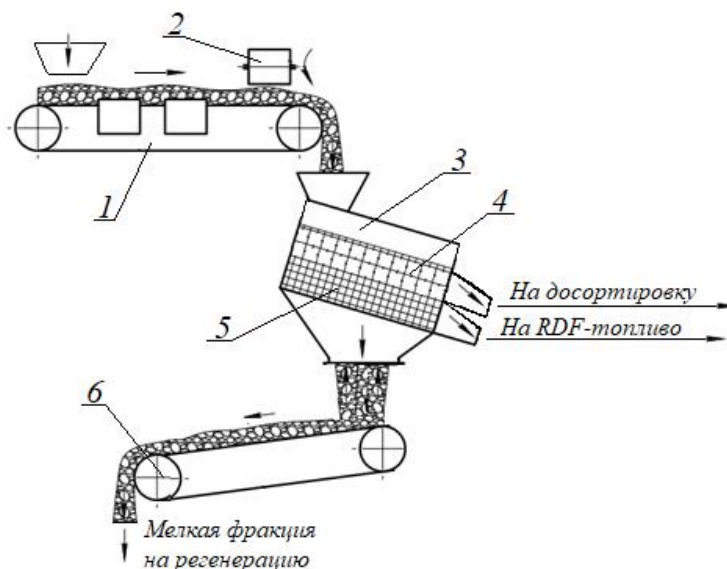


Рис. 5. Технологическая схема сортировочно-обогащительной линии для комплексной переработки смешанных ТКО.

В состав рассматриваемой линии входит конвейер 1 ручной сортировки с установленным над ним электромагнитным отделителем металла 2 после которых расположен двухволновой цепной грохот 3 с просеивающими поверхностями 4, 5. Следует заметить, что на конвейер 1 подлежащие сортировке ТКО подаются пластинчатым питателем (условно не показан) с приемной площадки после отбора крупных объектов. После сортировки в грохоте 3 крупная фракция, например, с размерами более 80 мм, поступает на досортировку, промежуточная фракция, например, более 30 мм, отбирается в качестве одного из компонентов для получения RDF-топлива, а самая мелкая, т.е. менее 30 мм, с учётом обогащения её путём дезинтеграции и отбивки пищевых и других продуктов ножевыми интенсификаторами поступает на регенерацию. Для условий Беларуси сегодня наиболее простым и эффективным способом использования мелкой фракции хвостов ТКО следует считать компостирование. Описанная технологическая схема с приведенным набором оборудования, а также указанные численные границы разделения являются условными и должны корректироваться.

Библиографический список

1. Китиков В. О. Ресурсный и экологический анализ технологий обращения с твердыми коммунальными отходами / В. О. Китиков, И. В. Барановский, И. И. Вага // моногр.; Минск; Беларуская навука, 2023. – 196 с.
2. Севостьянов В. С. Технологические комплексы и оборудование для переработки и утилизации техногенных материалов / В. С. Севостьянов, В. И. Уральский, М. В. Севостьянов, О. А. Носов. – Белгород, БГТУ, 2015. – 321 с.

3. Сиваченко Л.А. К формированию технической базы адаптивных механизмов переработки дисперсных материалов / Л.А. Сиваченко, Л.Л. Сотник, М.С. Кузьменкова // Науч.-техн. журнал. Вестник БарГУ, Барановичи. Серия технические науки, № 1, 2023. – С. 39-45.
4. Сиваченко Л.А. Комплексная оценка развития технологических машин и комплексов / Сиваченко Л.А., Богданов В.С., Бурьянов А.Ф. // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: Межвузовский сборник статей – Белгород, БГТУ, 2024. – С. 237-243.
5. Евразийский патент № 038851. Агрегат для переработки неоднородных и сложных по составу и свойствам материалов, МПК ВО2С19/00, Авт. Сиваченко Л.А., Потапов В.А., Сиваченко Т.Л., Опубл. 17.02.2022.
6. Интенсификация технологических процессов в аппаратах адаптивного действия: моногр., / Л. А. Сиваченко [и др.] под науч. ред. Л. А. Сиваченко; Барановичи, БарГУ, 2020. – 359 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УДАЛЕНИЮ МИКРОПЛАСТИКА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

А.Н. Сидорова, Э.В. Нафикова

*ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
arinasidoroa303@gmail.com*

Настоящая статья посвящена обзору современных методов удаления микропластика из сточных вод. Рассмотрены основные источники загрязнения сточных вод микропластиком, а также существующие технологии очистки, включая физические (фильтрация, седиментация), химические (коагуляция, флокуляция) и биологические методы. Проведен сравнительный анализ эффективности, стоимости и экологической безопасности различных технологий. Особое внимание уделено перспективным направлениям исследований в области удаления микропластика из сточных вод, таким как использование нанофильтров, биосорбентов и электрокоагуляции.

Ключевые слова: микропластик, сточные воды, фильтрация.

Загрязнение окружающей среды микропластиком (МП) – частицами синтетических полимеров размером менее 5 мм – приобрело глобальный масштаб и рассматривается как одна из наиболее значимых экологических проблем XXI века. Формирование МП происходит как в результате деградации крупногабаритных пластиковых изделий (автомобильных шин, упаковочных материалов), так и вследствие прямого попадания в окружающую среду (микрогранулы, используемые в косметической продукции, микроволокна, высвобождаемые при стирке синтетических тканей). Следствием этого является повсеместное распространение МП,

обнаруживаемого в различных экологических матрицах, включая высокогорные (вершина Эвереста) и глубоководные (Марианская впадина) экосистемы. Присутствие МП зафиксировано в питьевой воде, пищевых продуктах и биосредах человека, что обуславливает актуальность исследований, направленных на оценку потенциальных рисков для здоровья населения [1,2].

Одним из основных путей поступления МП в окружающую среду является его транзит через системы сточных вод (СВ). Эксплуатация бытовых стиральных машин, смыв косметических средств, а также поверхностный сток с урбанизированных территорий обуславливают поступление значительных объемов МП на муниципальные очистные сооружения (МОС). Существующие технологии водоочистки, эффективно удаляющие крупнодисперсные загрязнители, органические вещества и патогенные микроорганизмы, не оптимизированы для улавливания мелкодисперсных и химически инертных частиц МП. На рисунке 1 можно увидеть результат очистки воды от частиц микропластика методом флотации, в котором видно, что остаточное количество мелкодисперсных частиц микропластика присутствует. Вследствие этого значительная фракция МП попадает в водные объекты (реки, озера, моря), что требует разработки и внедрения эффективных методов его удаления из СВ [3,4].



Рис. 1. Остаточное количество микропластика после проведения очистки методом флотации.

Проблема загрязнения сточных вод микропластиком требует разработки и внедрения эффективных технологий очистки. Существующие методы

можно разделить на три основные группы: механические, физико-химические и биологические.

В работе систематизированы существующие методы удаления микропластика из сточных вод в виде сводных таблиц 1-3.

Таблица 1

Сравнительная характеристика механических методов удаления микропластика из сточных вод

Метод	Принцип действия	Преимущества	Недостатки	Применение
Решетки и сита	Физическое отделение крупных частиц с помощью фильтрующих элементов с определенным размером ячеек	Простота конструкции, низкая стоимость	Удаление только крупных частиц, неэффективность против микропластика	Предварительная очистка сточных вод от крупного мусора
Песколовки	Отделение песка и других твердых частиц под действием силы тяжести	Простота конструкции, предотвращение засорения фильтров	Не удаляет микропластик	Предварительная очистка сточных вод от абразивных частиц
Микрофильтрация	Фильтрация воды через мембраны с порами размером 0,1–10 мкм	Удаление частиц микропластика среднего размера	Сравнительно низкая эффективность против мелких частиц, требует предварительной очистки	Очистка сточных вод от микропластика среднего размера, подготовка к дальнейшей очистке
Мембранная фильтрация (УФ, НФ, ОО)	Фильтрация воды через мембраны с порами размером менее 0,1 мкм (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос)	Высокая эффективность удаления микропластика (до 99,9%), удаление даже наноразмерных частиц	Высокая стоимость, энергозатратность, необходимость предварительной очистки, проблема обрастания мембран	Глубокая очистка сточных вод от микропластика, получение высококачественной воды для повторного использования

Таблица 2

**Сравнительная характеристика физико-химических методов
удаления микропластика из сточных вод**

Метод	Принцип действия	Преимущества	Недостатки	Применение
Коагуляция и флокуляция	Нейтрализация заряда частиц микропластика и их слипание в крупные хлопья (флокулы) с помощью коагулянтов	Простота применения, низкая стоимость	Образование осадка, необходимость утилизации осадка, возможная токсичность коагулянтов	Предварительная очистка сточных вод от микропластика, подготовка к дальнейшей очистке
Флотация	Прилипание частиц микропластика к пузырькам воздуха и их удаление с поверхности воды	Эффективность удаления гидрофобного микропластика, возможность совмещения с другими процессами очистки	Необходимость использования флотореагентов, которые могут быть токсичными, образование пены	Очистка сточных вод от микропластика в промышленности, удаление нефтепродуктов и других органических загрязнений
Продвинутые процессы окисления (AOPs)	Генерация сильных окислителей (озон, пероксид водорода, гидроксильные радикалы), которые разрушают молекулы микропластика до безвредных компонентов (H_2O , CO_2)	Полное разрушение микропластика, отсутствие образования осадка	Высокая стоимость, энергозатратность, необходимость использования специальных реагентов, возможно образование токсичных побочных продуктов	Очистка сточных вод от микропластика и других органических загрязнителей, дезинфекция воды

Проблема загрязнения сточных вод микропластиком требует незамедлительного внимания и активного поиска решений. Проведенный обзор показал, что на сегодняшний день не существует универсального метода, способного полностью и эффективно решить эту задачу. Каждый из рассмотренных подходов – от механической фильтрации до сложных биохимических процессов – обладает своими преимуществами и ограничениями.

Таблица 3

Сравнительная характеристика биологических методов удаления микропластика из сточных вод

Метод	Принцип действия	Преимущества	Недостатки	Применение
Биофлокулянты	Использование природных биополимеров, производимых микроорганизмами, для связывания частиц микропластика в крупные хлопья	Экологическая безопасность, низкая стоимость, биоразлагаемость	Ограниченная эффективность, зависимость от условий окружающей среды (рН, температура), необходимость выделения и очистки биофлокулянта	Предварительная очистка сточных вод от микропластика, альтернатива синтетическим коагулянтам
Активный ил	Использование сообществ микроорганизмов (бактерий, простейших) для разложения органических веществ и иммобилизации частиц микропластика в составе ила	Удаление органических загрязнений и микропластика одновременно, относительно низкая стоимость, широкое распространение	Ограниченная эффективность, удаление преимущественно фрагментарного микропластика, необходимость утилизации активного ила	Очистка коммунальных и промышленных сточных вод от органических загрязнений и микропластика

Наиболее перспективным направлением представляется разработка и внедрение интегрированных систем очистки, комбинирующих различные методы для достижения максимальной эффективности. Важно учитывать специфические характеристики сточных вод (состав, концентрация микропластика, наличие других загрязнений) и экономические факторы при выборе оптимальной комбинации технологий [5].

Библиографический список

1. Сидорова, А. Н. Анализ проблем нехватки пресной воды и ее загрязнение / А. Н. Сидорова, Э. В. Нафикова // Проблемы обеспечения безопасности (безопасность-2022) : материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию УГАТУ, Уфа, 14 апреля 2022 года. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. – С. 270-272.
2. Левченко, Я. М. Анализ проблем проектирования и выбора биоплато / Я. М. Левченко, Э. В. Нафикова, К. Р. Гаянова // Проблемы обеспечения безопасности (безопасность-2022) : материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию УГАТУ, Уфа, 14 апреля

2022 года. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. – С. 261-263.

3. Hydroecological data recovery using artificial intelligence / E. Nafikova, D. Aleksandrov, A. Shaniyazova, Ch. Bondar // E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference “Development and Modern Problems of Aquaculture” (AQUACULTURE 2022), Divnomorskoe village, Krasnodar region, Russia, 26 сентября – 02 2022 года. Vol. 381. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2023. – P. 01036. – DOI 10.1051/e3sconf/202338101036.

4. Федотова А.Ю., Исследование возникновения и удаления микропластика на очистных сооружениях канализации / А.Ю. Федотова, Е.В. Астраханцева, М.Ю. Дягелев // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2023. – №4 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozniknoveniya-i-udaleniya-mikroplastika-na-ochistnyh-sooruzheniyah-kanalizatsii> (дата обращения: 20.09.2025).

5. Поздняков Ш.Р., Иванова Е.В., Гузева А.В., Шалунова Е.П., Мартинсон К.Д., Тихонова Д.А. Исследование содержания частиц микропластика в воде, донных отложениях и грунтах прибрежной территории Невской губы Финского залива // Водные ресурсы. 2020 Т. 47 (4). С. 411–420.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЭС ПО УКРУПНЁННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

П.Ю. Михеев, А.С. Страхов, С.А. Агафонов, А.И. Лёвина

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
veehkim@rambler.ru*

В статье представлены данные о развитии ветроэнергетики в России и мире. Приведены результаты расчётов эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии в течение жизненного цикла наземной ветроэлектростанции (ВЭС), расположенной в Арктической зоне РФ, полученные по новой методике. Оценён геоэкологический эффект от использования наземной ВЭС в качестве источника электроснабжения по сравнению с тепловыми электростанциями на каменном угле, мазуте и природном газе. Определена энергетическая эффективность наземной ВЭС.

Ключевые слова: ветроэлектростанция, жизненный цикл, укрупнённые показатели, эмиссия, загрязняющие вещества, экологическая эффективность, затраты энергии, энергетическая эффективность.

В 2024 г. установленная мощность возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мире выросла на 700 ГВт, а суммарная установленная мощность ВИЭ достигла 4448 ГВт [1, 2]. Ветровая энергетика является одной из самых динамично развивающихся отраслей ВИЭ. Установленная мощность

ветроэлектростанций (ВЭС) к концу 2024 г. составила более 1000 ГВт, при этом её прирост в 2024 г. составил порядка 120 ГВт [3]. По прогнозам [4] доля ветровой энергетики будет возрастать и к 2030 г. её доля достигнет 21%. В России ветроэнергетика также активно развивается несмотря на существующие проблемы и ограничения. По данным Системного оператора единой энергетической системы РФ установленная мощность ВЭС в 2024 г. превысила 2,5 ГВт [5]. В настоящее время в России эксплуатируется более 40 ВЭС [6]. Из-за динамичного развития ветроэнергетики увеличиваются и масштабы её воздействия на окружающую среду.

В мировой практике для оценки загрязнения окружающей среды и энергетической эффективности энергообъектов применяется анализ жизненных циклов (АЖЦ), который проводится с учётом требований международных стандартов. Для оценки загрязнения окружающей среды определяются эмиссии загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ВЭС (строительство, эксплуатация и снятие с эксплуатации), а энергетической эффективности – затраты энергии. Несмотря на внедрение программного обеспечения АЖЦ остаётся громоздким, трудоёмким, не унифицированным и имеет ограничения по использованию. АЖЦ главным образом предназначен для проведения «детальных» расчётов эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла энергообъектов, результаты которых применяются для оптимизации их параметров и технических характеристик, составления экологических деклараций, которые используются преимущественно в маркетинговых целях. В России АЖЦ не применяется, а альтернативных методик, как в России, так и в других странах мира в настоящее время нет. Для унификации расчётов эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии необходимо использовать унифицированную методику определения эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии на основе укрупнённых экологических и энергетических показателей (далее укрупнённых показателей) [6, 7].

В работах [8,9] была предложена новая методика определения эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии в течение жизненного цикла ВЭС по укрупнённым показателям, проведена её апробация. В рамках методики был разработан алгоритм определения эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии при производстве элементов ветроэнергетических установок (ВЭУ) и ВЭС, предложен математический аппарат для их расчёта на этапах жизненного цикла ВЭС и критерии экологической и энергетической эффективности. Также было проведено сравнение результатов расчётов по разработанной методике с результатами, полученными на основе апробированного в мировой практике АЖЦ. Результаты показали хорошую сходимость (разница значений составила менее 10%).

В этой статье приведены результаты расчётов эмиссий загрязняющих веществ ($\text{CO}_2\text{экв}$ (диоксид углерода), $\text{SO}_2\text{экв}$ (диоксид серы), $\text{PO}_4\text{экв}$ (фосфаты) и затрат энергии с применением укрупнённых показателей в течение жизненного цикла Кольской ВЭС (Мурманская область), на основе которых была определена её экологическая и энергетическая эффективность.

На рис. 1 показана фотография Кольской ВЭС, а в табл. 1 приведены её основные параметры и технические характеристики. Количество электроэнергии, производимой на Кольской ВЭС при проведении расчётов принято согласно данным, приведённым в [11] и равно $750 \cdot 10^6$ кВт·ч в год. Срок эксплуатации Кольской ВЭС принят по аналогии с другими ВЭС равным 25 лет.



Рис. 1. Кольская ВЭС [10]

Таблица 1

Основные параметры технические характеристики Кольской ВЭС [6, 7]

Наименование	Значение/материалы
Фирма производитель ВЭУ	Siemens-Gamesa (Германия, Испания)
Модель ВЭУ	G 126
¹ Ветровой класс ВЭУ	IIA
Установленная мощность ВЭУ, МВт	3,55
Количество ВЭУ в составе ВЭС, шт.	57
Установленная мощность ВЭС, МВт	202,35
Диаметр ротора ВЭУ, м	132
Ометаемая поверхность ВЭУ, м ²	13685
² Длина лопастей ВЭУ, м	65
Материал лопастей ВЭУ	стекловолокно, углеродное волокно, эпоксидная смола
Высота башни ВЭУ, м	84
Материал и форма башни ВЭУ	сталь, коническая
Масса фундамента ВЭУ, т	2400
³ Масса кабелей ВЭС, т	5100
Площадь занимаемая ВЭС, га	257

Примечания: 1. Ветровой класс ВЭУ приведён в соответствии с международной классификацией. 2. Длина лопастей дана с округлением до метра. 3. Массы внутренних кабелей для проведения расчётов были определены исходя из длины кабелей, сечений и напряжений.

Результаты расчётов эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии в течение жизненного цикла Кольской ВЭС приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчётов эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии в течение жизненного цикла Кольской ВЭС [6, 7]

Технологический процесс	Эмиссии			Затраты энергии, МВт·ч
	CO ₂ экв, т	SO ₂ экв, т	PO ₄ экв, кг	
Производство элементов ВЭС	156 315,0	644,0	52 540,0	563730,0
Строительные работы и	6252,6	25,8	2102,6	28186,5
Сервисное обслуживание	7815,8	32,2	2627,0	28186,5
Демонтаж	4689,5	19,3	1575,1	16911,9
Утилизация	54 710,3	193,2	5254,0	140932,5
Всего (при демонтаже)	175 072,9	721,3	58 844,7	546818,1
Всего (с учётом утилизации)	115 673,1	508,8	52 015,6	422797,5

Примечание. Утилизация включает переработку и повторное использование материалов.

Кроме этого, был выполнен расчёт эмиссии CO₂экв, которая может быть предотвращена при выборе в качестве источника электроснабжения Кольской ВЭС по сравнению с использованием для производства электроэнергии на тепловой электростанции (ТЭС) на различном топливе. Расчёт проводился по новой методике, предложенной в [8,9], и в соответствии с нормативно-правовыми документами [11, 12]. Из результатов расчёта следует, что использование в качестве источника электроснабжения Кольской ВЭС позволяет предотвратить от 9,1 до 15,85 млн т эмиссии CO₂экв (рис. 2).

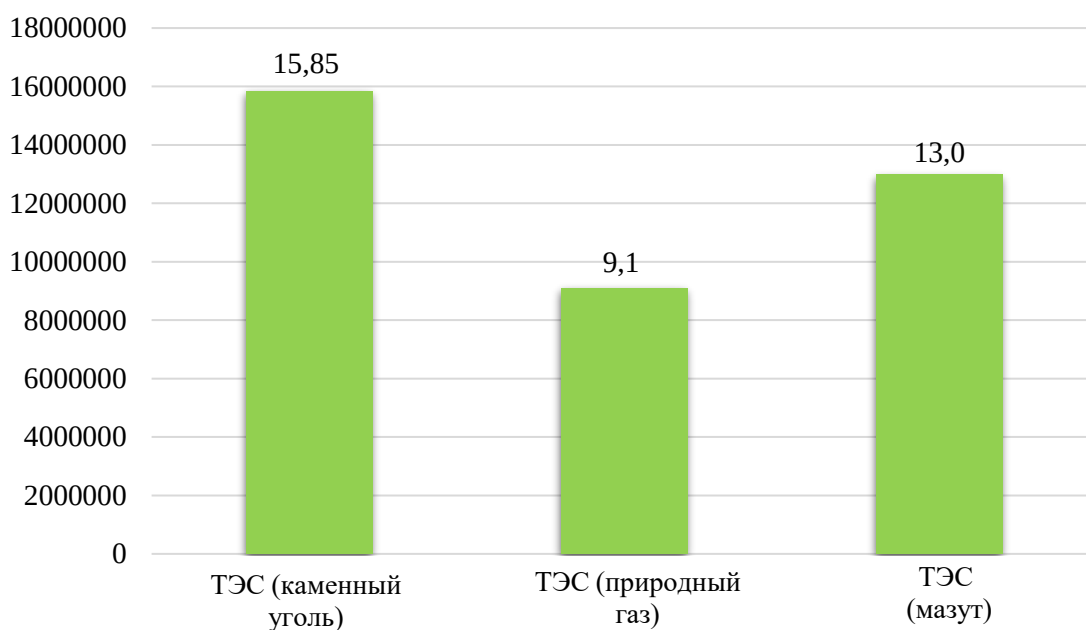


Рис. 2. Предотвращённые эмиссии CO₂экв при эксплуатации Кольской ВЭС по сравнению с использованием ТЭС, млн т [6]

В соответствии с методикой, предложенной в [8, 9], были определены коэффициенты экологической и энергетической эффективности для Кольской ВЭС. Согласно полученным результатам, эмиссия CO₂экв в течение жизненного цикла ВЭС меньше эмиссии CO₂экв при производстве

электроэнергии на ТЭС на каменном угле в 90–136 раз, на мазуте — в 74–112 раз и природном газе — в 51–79 раз (в зависимости от типа топлива, используемого на ТЭС, и рассматриваемых процессов на этапе снятия ВЭС с эксплуатации) [6]. Срок энергетической окупаемости Кольской ВЭС равен 8,6 мес. при рассмотрении на этапе снятия с эксплуатации демонтажа и 6,7 мес. при утилизации. Коэффициент энергетической эффективности Кольской ВЭС равен 34 при рассмотрении варианта демонтажа и 44 при утилизации [7].

Таким образом можно сделать вывод, что Кольская ВЭС является экологически и энергетически эффективным энергообъектом.

Применение укрупнённых показателей позволяет значительно упростить и унифицировать определение эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии в течение жизненного цикла ВЭС. При наличии соответствующих данных и обосновании использование укрупнённых показателей возможно и для других типов энергообъектов, что позволит унифицировать определение эмиссий загрязняющих веществ и затрат энергии и более широко использовать экологические и энергетические показатели наряду с экономическими показателями для многокритериальной оценки эффективности жизненного цикла энергообъектов.

Это исследование было выполнено Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого в рамках гранта Российского научного фонда № 23–78–10190 «Моделирование цифровой и логистической инфраструктуры в интересах устойчивого развития Арктики» <https://rscf.ru/project/23-78-10190>.

Библиографический список

1. Global Wind Energy Report 2024. URL: https://26973329.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/26973329/2.%20Reports/Global%20Wind%20Report/GWR24.pdf?__hstc=45859835.705de88cb34c799f34ba7f3c06ec6d9f.1744111285006.1744111285006.1744111285006.1&__hssc=45859835.4.1744111285006&__hsfp=4049606327 (дата обращения 18.09.2025).
2. Renewable capacity statistics 2025. URL: <https://www.irena.org/Publications/2025/Mar/Renewable-capacity-statistics-2025> (дата обращения 18.09.2025).
3. Global Energy Review 2025. International Energy Agency. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5b169aa1-bc88-4c96-b828-aaa50406ba80/GlobalEnergyReview2025.pdf> (дата обращения 18.09.2025).
4. Global Energy Perspective 2024. McKinsey and Company. – 41 p.
5. Системный оператор единой энергетической системы РФ. URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/2025/res/res_feb_25.pdf (дата обращения 19.09.2025).
6. Михеев П.Ю., Страхов А.С., Агафонов С.А. Оценка загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла наземной ветроэлектростанции в Арктике. Арктика и инновации. 2025. №3(3). С. 65–78. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-65-78>.

7. Михеев П.Ю., Страхов А.С., Агафонов С.А., Лёвина А. И. Оценка энергетической эффективности жизненного цикла Кольской ветроэлектростанции по укрупнённым показателям Арктика и инновации. 2025. №4(4) [в печати].
8. Mikheev P. Yu., Fedorov M. P., Chusov A. N., Politaeva N. A. Determination of the energy efficiency of the life cycles of wind farms by aggregated data of energy costs. International Journal of Hydrogen Energy. 2024. № 72. P. 498–505. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.05.231>
9. Михеев П.Ю., Фёдоров М.П., Чусов А.Н., Политаева Н.А. Методика определения эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ветроэлектростанций по укрупненным показателям. Экология и промышленность России. 2023. №27(10). С. 64–71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-10-64-71>.
10. Кольская ВЭС. URL: <https://www.el5-energo.ru/about-us/kola-wind-farm/> (дата обращения 21.09.2025).
11. Чистая энергия Арктики. Кольская ветроэлектростанция – крупнейший ветропарк в мире за полярным кругом URL: https://el5-energo.ru/upload/iblock/3f7/760o8fe82p2s30fev6juud36klxvoyhq/Buklet_KVES_format_A4_27.11.pdf (дата обращения 21.09.2025).
12. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2015 г. N 300 "Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объёма выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации". М.: – 2015. – 57 с.
13. ГОСТ Р 51750-2001. Энергосбережение. Методика определения энергоёмкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах. Москва: Госстандарт. 2001. – 33 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДОЛОМИТОВЫМИ И ЦЕОЛИТОВЫМИ СОРБЕНАМИ

А.М. Опарина¹, Н.А. Политаева¹, Ш.Р. Поздняков², М.А. Масалова¹,

*¹ Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого,*

*² «Российский государственный гидрометеорологический
университет», annaoparina93@gmail.com*

В статье приводятся результаты по оценке эффективности использования сорбентов на основе цеолита и доломита для поглощения PO_4^{3-} и NO_2^- . Результаты лабораторных экспериментов на модельных смесях показали высокую эффективность поглощения PO_4^{3-} сорбентами на основе цеолита ($\approx 74\%$) и высокую эффективность поглощения NO_2^- сорбентами на

основе доломита ($\approx 65\%$). Максимальная эффективность сорбции наблюдалась через две недели от начала эксперимента как для сорбентов на основе цеолита, так и для сорбентов на основе доломита.

Ключевые слова: сорбенты, доломит, цеолит, фосфор, азот, цианобактерии, цианобактериальное цветение

Одним из ключевых факторов эвтрофикации и, как следствие, массового цианобактериального цветения водоёмов является биогенная нагрузка избыточными количествами фосфора (P) и азота (N) — ключевых элементов для роста и размножения цианобактерий [1-3]. Совместное влияние положительных температур и увеличение уровня трофии водоемов аддитивно воздействует на увеличение темпов роста токсичных видов цианобактерий [4].

Доломиты — осадочные карбонатные горные породы, преимущественно состоящие из породообразующего минерала класса карбонатов — доломита $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Из природного доломита производят фильтрующие вещества, способные регулировать кислотно-щелочной баланс (pH) воды в процессе её очистки. Благодаря богатому составу — высокому содержанию кальция и магния — доломит не только нейтрализует кислотность, повышая pH, но и активно связывает фосфаты, что препятствует вымыванию фосфора из донных отложений в водную среду [5, 6].

Цеолиты — группа минералов, представляющих собой гидратированные каркасные алюмосиликаты щелочных и щёлочноземельных металлов. Их уникальная структурная прочность и устойчивость обусловлены каркасной решёткой, построенной из тетраэдров, в которых атомы кремния и алюминия связаны с кислородом. Этот каркас несёт отрицательный заряд, который компенсируется находящимися в его полостях катионами металлов и молекулами воды. Благодаря подвижности этих катионов цеолиты способны к ионообменным реакциям с окружающей средой. По происхождению цеолиты делятся на природные (вулканического или осадочного происхождения) и искусственные (синтетические) [7]. Природный цеолит — это полезное ископаемое нерудного происхождения, представляющее собой пористый минерал с широким спектром полезных свойств: он эффективно поглощает вещества (сорбция), обменивается ионами, проявляет каталитическую активность, обладает пуццолановыми, буферными и теплоизоляционными характеристиками. Этот материал безопасен для окружающей среды и человека, не токсичен и доступен по цене. Особенно выделяется его способность к ионообмену — в частности, цеолит отлично удерживает аммонийные соединения, что делает его ценным для очистки воды от аммонийного азота (NH_4^+) [5, 8].

В исследовании Назаренко О.Б. (2013) был рассмотрен альтернативный подход к удалению фосфатов — фильтрация загрязнённого раствора через слой цеолита. Удаление фосфат-ионов происходит за счёт химического осаждения малорастворимых соединений, в первую очередь ортофосфата кальция, который образуется при взаимодействии фосфатных анионов с ионами кальция, поступающими из сорбента. В ходе экспериментов были

определены оптимальные параметры: при скорости фильтрации 0,7 мл/мин степень удаления фосфатов достигала 78%. Тем не менее, наибольшую эффективность демонстрирует совместное применение цеолита и доломита. Такое сочетание позволяет достичь почти полного (95–100%) удаления как фосфатов, так и аммонийного азота — доломит связывает фосфор, а цеолит активно поглощает азот [5, 8].

Основной целью данного исследования является оценка эффективности поглощения азотно-фосфорных соединений сорбентами на основе доломита и цеолита. Для достижения цели был определён ряд задач:

- 1) провести лабораторные испытания сорбентов на основе доломита и цеолита на модельных растворах;
- 2) установить эффективности поглощения азотно-фосфорных соединений сорбентами на основе доломита и цеолита из модельных растворов;
- 3) оценить наиболее эффективное время выдержки сорбентов в модельных растворах для эффективного поглощения азотно-фосфорных соединений.

С целью исследования возможности использования цеолитовых и доломитовых сорбентов для снижения цианобактериального цветения водоёмов первоначально проведён лабораторный эксперимент для оценки эффективности поглощения азотно-фосфорных соединений из модельных растворов была проведена серия экспериментов со следующими сорбентами:

- 1) доломитовая мука от ООО «Торгово-Производственная Компания «НОВ-АГРО» ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 \geq 85\%$);
- 2) цеолит природный вулканический по ТУ 08.11.12-003-27325428-2019 от ООО «ЦЕО ГРУПП» с размером частиц 1–3 мм.

Для постановки лабораторного эксперимента использовали 3 стеклянных цилиндра объёмом 1 литр каждый. Для исследования готовили модельный раствор воды, содержащий фосфат-ионы в концентрации 1 мг/л и нитрит-ионы в концентрации 1 мг/л. Один цилиндр с модельным раствором воды использовался в качестве контроля. Были изготовлены мини-сорбционные модули, один из которых заполнили доломитовой мукой в количестве 20 г на 1 литр модельного раствора, другой – цеолитовой крошкой в том же количестве. Оба модуля погрузили в модельную среду для проведения эксперимента. Все измерения были проведены в трехкратном повторении. Длительность каждого эксперимента составила 21 сутки.

Для количественного определения динамики изменения концентраций биогенов использовали спектрофотометрический метод на основе закона Ламберта–Бугера–Бера [9, 10]. Это ПНД Ф. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. И ПНД Ф. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций ортофосфатов, полифосфатов и фосфора общего в питьевых, природных и сточных водах фотометрическим методом.

Измерения оптической плотности производили с помощью спектрофотометра ПЭ-5400. Определение концентрации осуществлялось по градуировочному графику, полученному в данном исследовании для раствора с известной концентрацией. Измерение величины pH проводили с использованием иономера И-160МИ.

На рисунке 1 представлена динамика изменения концентрации фосфат-ионов (PO_3^{4-}) при использовании сорбентов на основе доломита и цеолита.

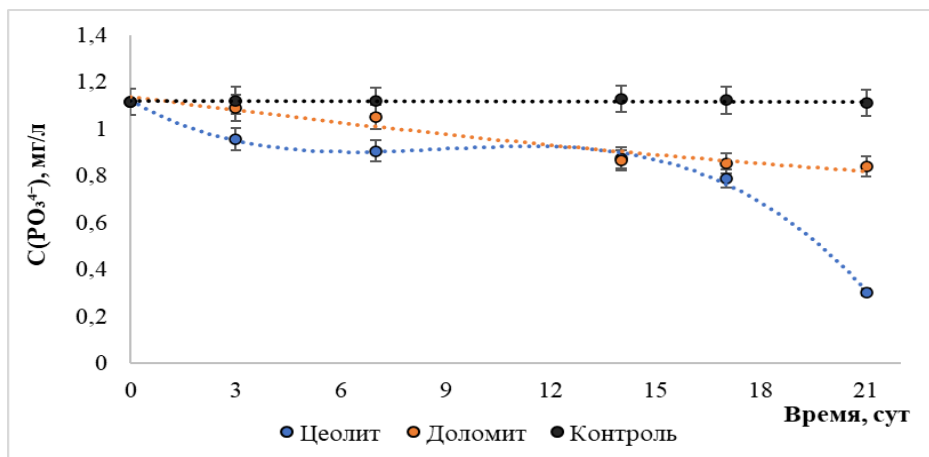


Рис. 1. Динамика изменения концентрации PO_3^{4-} при раздельном использовании сорбентов

Таким образом, концентрация PO_3^{4-} при поглощении сорбентом на основе доломита снизилась с 1,15 мг/л до 0,84 мг/л. Соответственно, эффективность поглощения PO_3^{4-} сорбентом на основе доломита составила 26,96%. Эффективность поглощения PO_3^{4-} сорбентом на основе цеолита при этом составила 73,91% (снижение концентрации PO_3^{4-} с 1,15 мг/л до 0,30 мг/л). Также было установлено, что наиболее интенсивное поглощение фосфат-ионов как сорбентами на основе доломита, так и сорбентами на основе цеолита начинается с 14-е сутки от начала эксперимента.

На рисунке 2 представлена динамика изменения концентрации нитрит-ионов (NO_2^-) при использовании сорбентов.

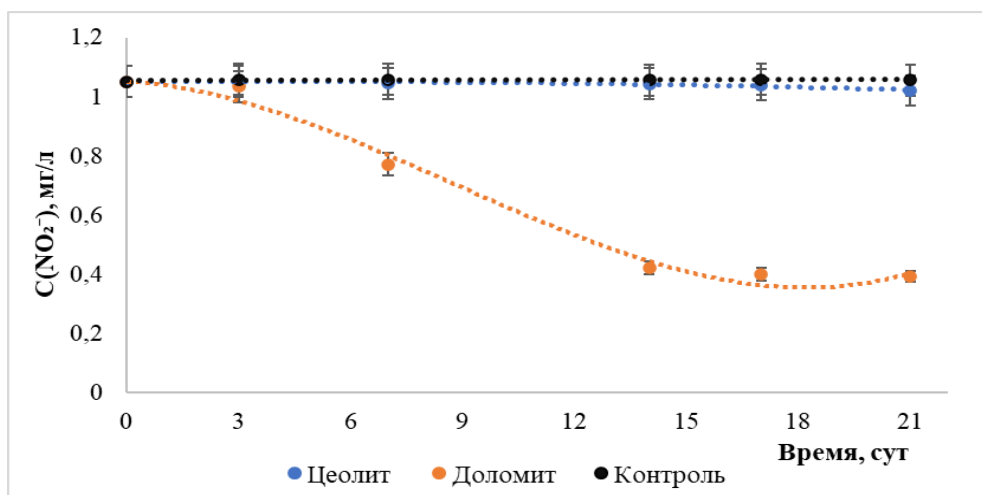


Рис. 2. Динамика изменения концентрации NO_2^- при раздельном использовании сорбентов

При анализе полученных данных было установлено, что эффективность поглощения NO_2^- сорбентом на основе доломита составила 64,55% (снижение концентрации NO_2^- с 1,11 мг/л до 0,38 мг/л), а эффективность поглощения NO_2^- сорбентом на основе цеолита составила 8,11% (снижение концентрации NO_2^- с 1,11 мг/л до 1,02 мг/л). Было установлено, что наиболее интенсивное поглощение NO_2^- сорбентом на основе доломита начинается на 15-е сутки от начала эксперимента.

Обобщённые данные по эффективности удаления азотно-фосфорных соединений сорбентами приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Общая эффективность удаления азотно-фосфорных соединений сорбентами

Название сорбента	PO_3^{4-} , мг/л		NO_2^- , мг/л		Эффективность, %	
	$C_{\text{нач}}$	$C_{\text{кон}}$	$C_{\text{нач}}$	$C_{\text{кон}}$	PO_3^{4-}	NO_2^-
Цеолит	1,15	0,30	1,11	1,02	73,91	8,11
Доломит	1,15	0,84	1,11	0,39	26,96	64,55

На рисунке 3 показана общая эффективность удаления азотно-фосфорных соединений при применении сорбентов.

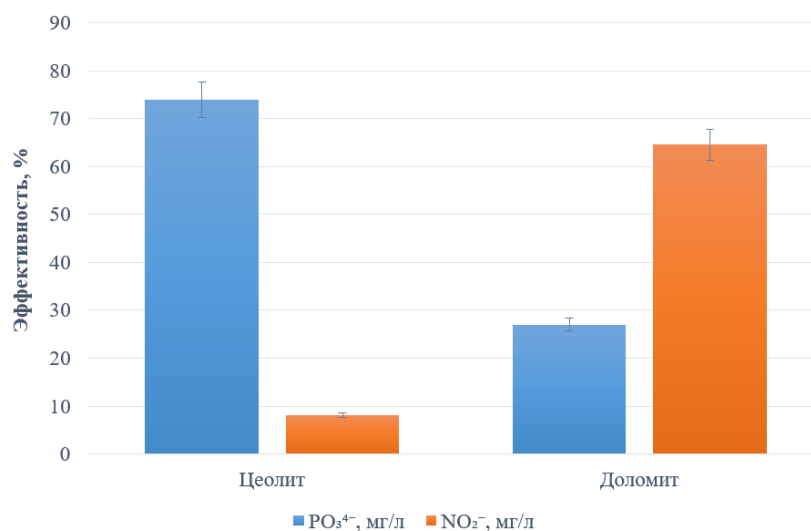


Рис. 3. Общая эффективность удаления азотно-фосфорных соединений сорбентами на основе цеолита и доломита

Проведены лабораторные эксперименты по использованию сорбентов на основе доломита и цеолита. Результаты показали, что оба материала обладают способностью к удалению азотно-фосфорных соединений, однако максимальная эффективность достигается при их совместном применении. С учётом полученных результатов целесообразным представляется комбинированное использование сорбентов на основе цеолита и доломита для повышения эффективности удаления фосфат- и нитрит-ионов из водной среды.

Выводы:

В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты:

- 1) эффективность поглощения PO_4^{4-} сорбентами на основе цеолита $\approx 74\%$, сорбентами на основе доломита $\approx 27\%$;
- 2) эффективность поглощения NO_2^- сорбентами на основе цеолита $\approx 8\%$, сорбентами на основе доломита $\approx 65\%$;
- 3) наиболее интенсивное поглощение PO_4^{4-} сорбентами на основе доломита и цеолита начинается на 14-е сутки;
- 4) наиболее интенсивное поглощение NO_2^- сорбентами на основе доломита начинается на 15-е сутки;

Проведены лабораторные эксперименты по использованию сорбентов на основе доломита и цеолита. Показано, что доломит более эффективно поглощает из воды нитрит- (65%), а цеолит фосфат (74%) - ионы. Поэтому необходимо использовать оба сорбционных материала для максимального удаления азотно-фосфорных соединений.

Библиографический список

1. Gobler, C., Burkholder, J., Davis, T., Harke, M., Johengen, T., Stow, C., & Van De Waal, D. The dual role of nitrogen supply in controlling the growth and toxicity of cyanobacterial blooms // *Harmful algae*. – 2016. – V. 54. – P. 87-97.
2. Heath, M., Wood, S., Young, R., & Ryan, K. The role of nitrogen and phosphorus in regulating *Phormidium* sp. (cyanobacteria) growth and anatoxin production // *FEMS microbiology ecology*. – 2016. – V. 92, I. 3. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw021>
3. Kramer, B., Jankowiak, J., Nanjappa, D., Harke, M., & Gobler, C. Nitrogen and phosphorus significantly alter growth, nitrogen fixation, anatoxin-a content, and the transcriptome of the bloom-forming cyanobacterium, *Dolichospermum* // *Frontiers in Microbiology*. – 2022. – V. 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.955032>.
4. «Цветение» воды цианобактериями и методы борьбы с их массовым развитием: учебное пособие / Л. Г. Корнева, А. Н. Шаров, С. И. Сиделев, А. А. Зубишина, Н. Г. Медведева, Г. А. Лазарева. — Дубна: Гос. ун-т «Дубна», 2023. — 258, [2] с.
5. Alvarado, J., Hong, S., Lee, C., & Park, S. Comparison of capping and mixing of calcined dolomite and zeolite for interrupting the release of nutrients from contaminated lake sediment // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2020. – V. 27. – P. 15045-15056.
6. Łożyńska, J., Bańkowska-Sobczak, A., Popek, Z., & Dunalska, J. Selection of P-reactive materials for treatment of hypolimnetic water withdr
7. Назаренко О. Б. Применение бадинского цеолита для удаления фосфатов из сточных вод / Назаренко О. Б., Зарубина Р. Ф. // *Известия ТПУ*. 2013. № 322 (3). – С. 11-14.
8. Lin, J., Zhan, Y., & Zhu, Z. Evaluation of sediment capping with active barrier systems (ABS) using calcite/zeolite mixtures to simultaneously manage phosphorus

and ammonium release // The Science of the total environment. – 2011. – V. 409 (3). – P. 638-646.

9. ПНД Ф 14.1:2:4.3–95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрит–ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. Москва 2011 г. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808620.pdf>

10. ПНД Ф 14.1:2:4.248–07. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций ортофосфатов, полифосфатов и фосфора общего в питьевых, природных и сточных водах фотометрическим методом. Москва 2007 г. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293773/4293773265.pdf>

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В УРБЭКОЛОГИИ

Э.Хаба, Е.Ю. Негуляева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
habaemmanuel47@gmail.com, katnegspb@yandex.ru*

Статья посвящена исследованию темы энергоэффективности городских зданий и ее оценке. Энергетический паспорт здания рассматривается как инструмент экологического аудита для урбанизированной территории.

Ключевые слова: энергетический паспорт здания, энергоэффективность, ресурсосбережение

Городская территория может рассматриваться как природно-техническая экосистема, потребляющая ресурсы и производящая отходы. Природно-техническая система — целостная, упорядоченная в пространственно-временном отношении совокупность взаимодействующих природных, технических и организационных подсистем [1]. Городские здания — это основные элементы этой системы, крупные потребители энергии. Энергоэффективные здания в системе позволяют перейти от модели потребления, к модели устойчивого развития. Требования к энергетической эффективности городских зданий и сооружений регулируются государственным законодательством РФ. Энергоэффективность — это характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю. [2].

Анализу потенциала городского строительства в области энергоэффективности посвящено большое количество научных исследований.

Согласно оценкам, в зданиях, в которых внедряются концепции энергоэффективности, уровень потребления электроэнергии снижается на 30%. А в отношении новых построек, которые уже на этапе проектирования учитывают энергоэффективные решения, данный показатель уменьшается до 50% [3]. Энергоэкономичными считаются здания, которые, помимо выполнения стандартных функциональных требований, спроектированы с учетом оптимального объемно-планировочного и конструктивного решения, а также оснащены инженерными системами, направленными на минимизацию потребления энергоресурсов [4]. Выделяются следующие стратегии, которые могут помочь снизить потребление электроэнергии в зданиях: использование энергоэффективного оборудования. Замена устаревших электроприборов на более эффективные модели позволяет существенно сократить энергопотребление; Улучшение теплоизоляции здания. Хорошая теплоизоляция позволяет сократить расходы на отопление зимой и кондиционирование летом, что в свою очередь снижает потребление электроэнергии; Использование возобновляемых источников энергии. Солнечные батареи, ветрогенераторы и другие виды альтернативной энергии позволяют сократить зависимость от традиционных источников электроэнергии [5].

Создание информационных моделей (систем) зданий, а также критический анализ программных комплексов, дающих рациональную оценку энергоэффективности – это подход к снижению энергетических затрат на всех этапах жизненного цикла зданий [6]. Сравнительный анализ программных комплексов для решения задачи оценки энергоэффективности зданий показал, что выбор программного комплекса для оценки энергоэффективности зданий зависит от поставленных задач [7].

Энергетический паспорт здания – это не просто вид технической документации, а инструмент для объективной оценки вклада городского здания в экологию города. Энергопаспорт позволяет перейти в область точных цифр и показателей, он учитывает не один показатель, а всю цепочку: ограждающие конструкции, инженерные системы, инженерные решения по повышению энергоэффективности здания. Фактически этот документ как диагностическая карта здания. Он показывает, насколько эффективно оно использует энергию и ресурсы. Порядок расчета показателей энергетического паспорта проекта жилых и общественных зданий, методики определения годовых расходов энергии и ресурсов для установления класса энергетической эффективности определены в стандарте [8].

Ключевые параметры паспорта включают:

1. Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций здания теплоэнергетических показателей здания (теплотехнический расчет наружной стены, чердачного перекрытия жилого здания, расчет перекрытия над подвалом, определение сопротивления теплопередаче окон и балконных дверей, расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи). Снижение теплопотерь напрямую ведет к сокращению сжигания ископаемого топлива для отопления. Меньше сжигаемого топлива

— меньше выбросов не только CO_2 , но и вредных для здоровья веществ: диоксида серы (SO_2), оксидов азота (NO_x), взвешенных частиц ($\text{PM}_{2.5}$). Это напрямую решает проблему "смога" и ведет к снижению респираторных заболеваний среди горожан.

2. Расчеты энергетических показателей здания (расчет годового потребления теплоты на отопление и вентиляцию, определение расчетных расходов холодной и горячей воды и тепловой энергии на горячее водоснабжение жилой части здания, расчет нагрузок на систему электроснабжения). Здесь определяется сводный показатель эффективности здания в отопительный период. Низкий расход означает малую нагрузку на городские теплогенерирующие мощности и меньший объем загрязнений. Эффективные системы освещения, кондиционирования и горячего водоснабжения снижают пиковые нагрузки на городские электросети

3. Класс энергетической эффективности проекта здания устанавливается в зависимости от величины отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от базового уровня требований энергетической эффективности [8]. Можно сказать, что класс энергоэффективности – это экологический маркер городского здания.

Таким образом в энергетический паспорт здания заносятся показатели, характеризующие годовые удельные величины расхода энергетических ресурсов в здании, в том числе суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, а также величины отклонений от нормируемых показателей и достигнутый класс энергетической эффективности здания. Такие меры как использование в здании водо- и ресурсосберегающих технологий, водосберегающей сантехники снижает нагрузку на городской водопровод.

Энергетический паспорт — это не просто технический документ, его можно рассматривать его как инструмент экологического аудита для урбанизированной территории. Энергетическая паспортизация может стать эффективным инструментом интеграции зданий в "зеленый" каркас города. Энергоэффективное здание резко снижает потребность в энергии, что напрямую ведет к уменьшению выбросов CO_2 , метана и других парниковых газов, усугубляющих изменение климата. Снижение потребления энергии и воды уменьшает общий экологический след города. Повсеместное внедрение энергетических паспортов зданий позволит перейти к созданию городских районов с низким уровнем воздействия на окружающую среду, что отвечает основным целям урбоэкологии.

Библиографический список

1. Федоров М.П. и др. Концептуальная модель управления природно-техническими системами и территориями // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2020. № 1 (37). С. 147-166.
2. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 31.07.2025) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о

внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"// СПС КонсультантПлюс

3. Лейман Е.Н., Силков А.М. Анализ инструментов совершенствования и развития промышленной политики энергоэффективного строительства // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2024. Т. 2. № 1 (53). С. 131-140.

4. Сероштан Д.И., Семенова Э.Е. Влияние формы здания при проектировании многофункциональных центров с учётом энергосбережения // Архитектура и строительство 2025 Выпуск № 1 (32)

5. Хабибуллин И.Ф., Шакурова З.М. Энергоэффективность в жилых и коммерческих зданиях: стратегии снижения потребления электроэнергии // в сборнике: Диспетчеризация и управление в электроэнергетике. Казань, 2025. С. 517-519.

6. Белый В.А., Крынкина К.Д., Гребнева О.А. Анализ существующих программных комплексов для оценки энергоэффективности зданий // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 102-5. С. 95-97.

7. Шелехов И.Ю., Шелехова А.И., Лоскутов А.И., Непомнящих А.В. Исследование и анализ применимости существующих программных комплексов для решения задачи оценки энергоэффективности зданий // Научное обозрение. Технические науки. 2025. № 2. С. 61-65.

8. СТО НОП 2.1. -2014. Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания. М. 2014. – 200 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОРИКО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.Д. Тростинский, Е.Ю. Негуляева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
andrew_070@list.ru, katnegspb@yandex.ru*

Работа посвящена исследованию комплекса утраченного исторического завода производства светильного газа в Санкт-Петербурге с целью оценки экологических рисков, связанных с деятельностью завода как факторов влияния на современное состояние почв и грунтов территории его локации с учетом современного использования.

Ключевые слова: газовый завод, газгольдер, светильный газ, санация грунтов

Тема редевелопмента и экологической безопасности городов крайне важна для современных мегаполисов. Результаты исследований обсуждаются в актуальных публикациях [1-5]. Потребности расширения современных городов вынуждает рассматривать для потенциальной застройки зоны

промышленных предприятий, сокративших или прекративших свою производственную деятельность. На сегодняшний день, согласно принятой Правительством Санкт-Петербурга Программе развития территории промышленного, общественно-делового и складского помещения на сегодняшний день в черте города к зонам, подлежащим преобразованию, можно отнести около 30 зон площадью 50 га и более [6].

Исторические промышленные предприятия, например, такие как газовые заводы (XIX–XX вв.), являются потенциальным источником остаточного, накопленного экологического вреда в грунтах городских территорий, что создает риски при их современном градостроительном освоении. В России применение газа для освещения началось в 1835 г. и заключалось в подаче светильного газа по специальным трубопроводам в горелку, где при взаимодействии с кислородом из воздуха происходил процесс горения [7].

Работа посвящена исследованию территории бывшего завода производства газа в Санкт-Петербурге для моделирования и оценки влияния исторической промышленной деятельности на современное состояние почв и грунтов с применением современных методов цифровизации (BIM). Цель исследования заключается в подготовке материалов для имитационной реконструкции утраченного завода производства светильного газа для оценки рисков наличия в грунтах прилегающей территории остаточного загрязняющего следа. Проведены историко-архивные изыскания, анализ картографических материалов разных лет, натурное обследование территории.

Газовый завод, рассматриваемый в работе, был построен в 1907 – 1912 годах для производства светильного газа, предназначенного для освещения жилых домов и учреждений. Сырьем для получения газа служил каменный уголь. В получаемого состав газа обычно входили смесь водорода (50%), метана (34%), угарного газа (8%) и других горючих газов. Ввиду значительного содержания в составе светильного газа монооксида углерода (CO) он является весьма ядовитым [8, 9].

При производстве городского газа образовывались следующие вторичные продукты: газовая смола (газовый деготь); фильтрационная масса; аммиачная вода; конденсат [10]. Газовая смола представляет собой вязкую черную массу, с характерным запахом. Характерными для газовой смолы являются следующие загрязняющие вещества: нафталин, бензофлюорат, бензапирен; фенолы; бензол, толуол, ксилол. Химический состав и состояние смолы меняется с течением времени. В зависимости от местных условий летучие компоненты могут диффундировать в воздух, а растворимые в грунтовые воды. В местах расположения бывших газовых заводов до сих пор определяют наличие загрязняющих веществ в грунтах.

Здание завода представлял одноэтажный корпус и газгольдер. В здании завода были запроектированы камеры для приемки угля, помещение печей и реторт для производства каменноугольного газа, камеры для сгущения газа в гидравликах, охлаждения и промывки особых водотрубных конденсаторах и

химического очищения. Из газа удалялись сернистый водород, угольная кислота, сернистый углерод. Газгольдер представлял собой многогранное здание, вертикально-цилиндрическое, углубленное в грунт. По технологии эксплуатации мокрый газгольдер. На рис.1 показана фотография газгольдера. Архитектура зданий исторических заводов относится интереснейшим образцам старого промышленного зодчества.

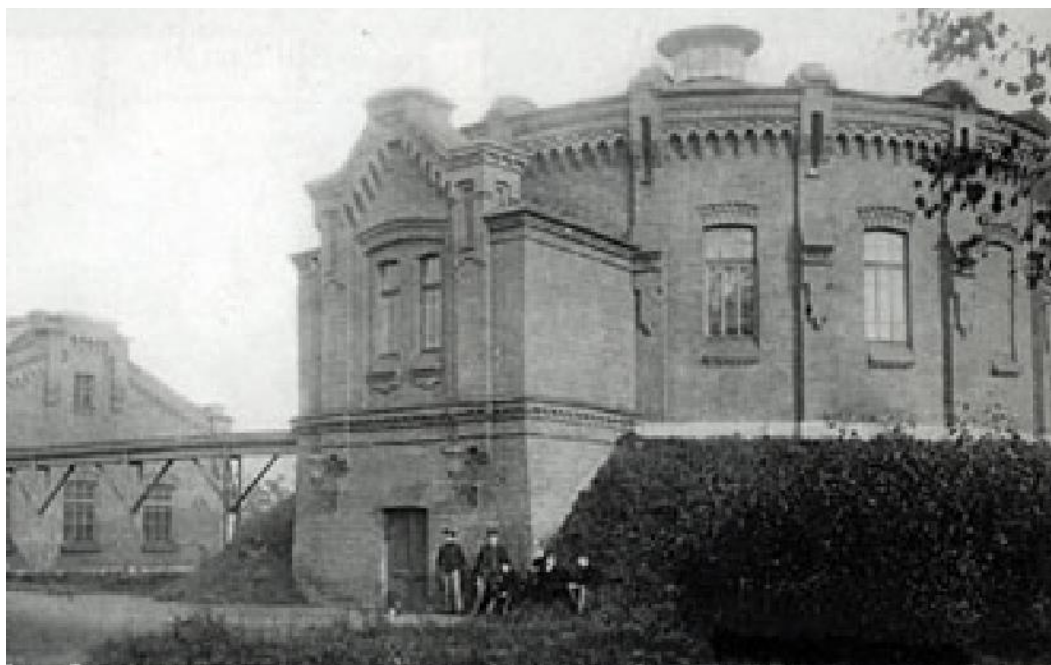


Рис. 1 Вид на газгольдер газового завода (фото СПбПУ).

Технология производства светильного газа утратила актуальность в начале двадцатого века. Завод перестал эксплуатироваться. В период Великой отечественной войны с 1941 по 1945 здание завода было разрушено.



Рис. 2. Вид на офисное здание, расположенное на месте корпусов и газгольдера исторического газового завода (фото авторов).

В 1970-е годы на его месте было построено офисное здание с лабораторией, которое эксплуатируется по настоящее время. Информации о деталях эксплуатации территории в это время и возможных мероприятиях о

санации грунтов при реконструкции бывшего завода не определена. Вид на фасады современного здания на месте газгольдера показаны на рис.2. Территория места локации бывшего газового завода сегодня относится к селитебным.

Цель геоэкологического исследования территории бывшего завода заключается в оценке современного состояния почв и грунтов во взаимосвязи с деятельностью бывшего производства; и прогноза возможных изменений окружающей среды под влиянием накопленного экологического вреда. Основными этапами исследования являются – исторические изыскания об объекте исследования; предварительное обследование территории; моделирование утраченного объекта здания завода; определение технологических зон завода, потенциально опасных с точки зрения накопленного загрязнения. Анализ собранных данных позволяет разработать программу исследований и предложена методика дальнейших работ, ключевым элементом которой является создание ВІМ-модели для целенаправленной оценки рисков. Выполнение программы геоэкологического исследования позволит дать оценку возможного влияния промышленного объекта и при необходимости разработать план мероприятий по санации грунтов территории.

Библиографический список

1. Лебедева Е.Н., Тутова Е.В. Ревитализация заброшенных территорий: модель успешного девелопмента на примере выбранных городов // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 2 (58). С. 277-280.
2. Смирнов И.Н., Безносков В.Н., Суздалева А.Л., Мамина Д.Х. Техногенные геологические тела городской территории // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16. № 1.
3. Железнякова М.А., Козлов В.В. Пространственная трансформация промышленных территорий: опыт и перспективы Тюмени // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2 (49). С. 398-405.
4. Фанг Лю., Москалькова Ю.Г. Трансформация промышленной зоны в городской парк: повторное использование компонент // Экономика строительства и природопользования. 2024. № 2 (91). С. 13-21.
5. Доедалин Р.Ю., Салько В.Н. Модели и методы трансформации промышленных зон в структуре современного города // Архитектурные исследования. 2023. № 1 (33). С. 107–114.
6. Усольцева М.С., Волкова Ю.В. Реновация промышленных зон в Санкт-Петербурге // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №2 (29). С. 98–111.
7. Боровских В.А. Противоборство газового и электрического освещения: история технологий // Вестник Костромского государственного университета. 2025. Т. 31, № 1. С. 124–131.
8. Матвейчук А.А., Евдошенко Ю.В. Истоки газовой отрасли России. 1811–1945 гг.: Исторические очерки. – М.: Издательская группа «Граница», 2011. – 400 с.

9. Техническая энциклопедия. - М.: г. Москва. 16-я типография «Мосполиграф». – Т. 4. – С. 904
10. Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Институт – газета «Строитель» Вестник архитектуры, домовладения и санитарного зодчества, № 13–18, Санкт-Петербург, 1902, с.481-490

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИИ.

О.К. Федорова, Е.А. Шаройкина

Белорусско-Российский университет, olgafedorova401@gmail.com

В статье представлены результаты анализа основных проблем экологического состояния во время благоустройства

Определены наиболее существенные проблемы как положительные, так и негативные, предложены направления на улучшения их состояния.

Ключевые слова: благоустройство, экология, вырубка деревьев, биоразнообразие, загрязнение, строительные отходы.

Благоустройство городских и природных территорий — важный шаг к повышению качества жизни людей. Однако без учета экологических аспектов такие проекты могут нанести серьезный ущерб окружающей среде. Рассмотрим ключевые проблемы и способы их минимизации.

Влияние на экологию во время благоустройства. Для начала нужно объяснить, какие аспекты благоустройства могут влиять на окружающую среду, как положительно, так и отрицательно. Также важно упомянуть основные факторы: использование материалов, вырубка деревьев, водопотребление, отходы, шум и пыль. Также стоит добавить рекомендации по минимизации вреда, например, использование экоматериалов, сохранение зеленых зон, системы сбора воды, переработка отходов.

При благоустройстве территорий важно учитывать экологические последствия, чтобы минимизировать вред природе и даже улучшить состояние окружающей среды. Вот основные аспекты влияния:

Негативные факторы:

1. Вырубка деревьев и уничтожение растительности

— Удаление зеленых насаждений снижает биоразнообразие, ухудшает качество воздуха и увеличивает нагрев городских территорий (эффект «теплового острова»). Мы в своем проекте будем стремиться к уменьшению удаления зеленых насаждений.

2. Использование перерабатываемых материалов

— Асфальт, бетон, пластиковые покрытия нарушают естественный дренаж почвы, сокращают площадь плодородных земель.

3. Загрязнение во время работ

— Строительная пыль, выбросы от техники, утечки ГСМ загрязняют воздух, воду и почву.

4. Нарушение экосистем

— Осушение водоемов, изменение рельефа могут привести к гибели местных видов животных и растений.

5. Отходы строительства

— Остатки стройматериалов (металл, пластик, стекло) часто не утилизируются правильно.

Позитивные меры для экологии:

1. Сохранение и восстановление зеленых зон

— Посадка местных видов растений, создание парков вместо бетонных площадок.

— Использование «вертикального озеленения» или зеленых крыш.

2. Экоматериалы

— Проницаемое покрытие для дорожек (гравий, плитка с зазорами) позволяет почве «дышать».

— Дерево, переработанный пластик вместо бетона.

3. Экономия ресурсов

— Установка систем сбора дождевой воды для полива.

— Солнечные светильники для энергоэффективного освещения.

4. Переработка отходов

— Использование вторсырья (например, резиновой крошки из покрышек для детских площадок).

5. Технологии «умного города»

— Датчики контроля загрязнения воздуха, «умные» системы полива, адаптирующиеся к погоде (актуально для 2025 года).

При производстве строительных работ необходимо строго соблюдать требования Правил благоустройства и содержания территорий городов и городских поселков Республики Беларусь, утвержденных приказом министерства ЖКХ №118 от 11.09.1997г.

Строительная организация, кроме обязательного выполнения указанных и иных нормативных актов по сохранению почв, водоемов, флоры и фауны, должна осуществлять ряд мероприятий, направленных на сохранность окружающей среды и нанесения ей минимального ущерба во время строительства, а именно:

- строго соблюдать границы территории, отводимых для строительства или капитального ремонта;

- оснастить рабочие места на стройплощадках инвентарными контейнерами для отходов потребления;

- проводить слив горюче-смазочных материалов только в специально отведенные и оборудованные для этого места, строго запретить мойку машин и механизмов, а также слив ГСМ вне специально отведенных мест;

- использовать специальные установки для обогрева помещений (если таковые имеются), подогрева воды, материалов, двигателей;

- строго соблюдать дополнительные требования местных органов охраны природы в период проведения СМР, а также выдаваемых в процессе согласований проектной документации.

Запрещается закапывание отходов потребления в землю. Земляные и планировочные работы должны быть выполнены в полном объеме. Насыпи и выемки должны быть уплотнены до проектного коэффициента плотности и спрофилированы до проектных отметок.

При производстве строительных работ строительные организации обязаны сохранять в зоне производства работ все зеленые насаждения, не предусмотренные к сносу. При производстве работ подкопом в зоне корневой системы деревьев и кустарников работы производятся ниже расположения основных корней не менее 1,5 м от поверхности почвы, не повреждая корневой системы растений.

При реконструкции возможно образование отходов производства строительных работ. Отходами от реализации проектируемого производства работ могут быть отходы при разборке покрытий, дорожных знаков и бортового камня.

Строительный мусор и возможные отходы стройматериалов не превышают объема вывоза одной транспортной единицей и вывозятся сразу после разборки. Все строительные отходы строительства рекомендуется вывозить на предприятия по переработке, зарегистрированные в реестре Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды

Проектом предусмотрено максимальное сохранение зеленых насаждений в границах производства работ. Предусмотрены компенсационные посадки объектов растительного мира.

Проектом предусмотрено максимальное сохранение зеленых насаждений в границах производства работ. На территории произрастают деревья, попадающие в границу работ, которые подлежат вырубке. Всего попадает в зону работ и подлежат вырубке отдельностоящие деревья, поросль кустарника, поросль деревьев.

Отдельностоящие деревья в основном представлены лиственными быстрорастущими породами: береза, клен, ясень и осина. Компенсационные мероприятия по отношению к таким видам не предусматриваются.

Такой подход позволит не только создать комфортную городскую среду, но и сохранить экологический баланс, минимизировав негативное воздействие на природу.

Библиографический список

1. Создание, содержание и охрана зеленых насаждений [Электронный ресурс]. - URL: <https://base.garant.ru/30351159/c192d36be52d1b8c5e7a8719c66c0120/> (дата обращения: 18.09.2025).
2. Строительные нормы и правила. СНиП III-10-75. Часть III Правила производства и приемки работ. Глава 10 благоустройство территорий [Электронный ресурс]. - URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=58131> (дата обращения: 18.09.2025).

3. СП 82. 13330.2016. Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75[Электронный ресурс]. - URL: <https://slujba.spb.ru/blog/sp-82-13330-2016-blagoustrojstvo-territorii> (дата обращения: 18.09.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО УЛАВЛИВАНИЯ CO₂ В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ: АНАЛИЗ РЫНКА

П.С. Шинкевич, К.А. Вельможина, А.И. Петрова, Н.А. Политаева
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
ps.shinkevich@gmail.com

В статье представлены результаты анализа рынка в фотобиореакторов-биофильтров с микроводорослями для снижения концентрации CO₂ в помещениях в России и Индии. Выявлены рыночные ниши и наиболее перспективные направления развития сегмента фотобиореакторов-биофильтров на основе микроводорослей.

Ключевые слова: микроводоросли, биофильтры, улавливание CO₂, очистка воздуха, анализ рынка.

Рост концентрации CO₂ в воздухе атмосферы вызывает серьезную научную и общественную обеспокоенность в связи с тем, что углекислый газ выступает ключевым парниковым газом, способствующим наращиванию теплоудерживающих свойств воздушного бассейна и ускорению глобального потепления [1]. Скопление парниковых газов (в частности CO₂) в атмосфере ведёт к увеличению средней глобальной температуры, что вызывает катастрофические изменения в экосистемах, нарушает устойчивость климатических зон и способствует исчезновению биологических видов [2]. Кроме того, высокое содержание углекислого газа оказывает прямое воздействие на продуктивность и физиологию живых существ. Можно выделить некоторые ключевые последствия пребывания человека в помещении с повышенным содержанием CO₂, а именно ухудшение когнитивных функций, концентрации внимания и способности принимать решения, а также раздражение дыхательных путей и общее ухудшение самочувствия [3].

Существующие системы очистки воздуха, принцип действия которых основан на традиционных методах физико-химической обработки газовых смесей, обладают рядом недостатков, связанных с высокими эксплуатационными затратами, а также с образованием вторичных газовых загрязнителей. Для преодоления вышеперечисленных проблем в последние

годы активное внимание уделяется биологическим методам очистки воздуха с применением растений и микроорганизмов. В этом контексте микроводоросли рассматриваются в качестве перспективной, высокоэффективной и экологически безопасной технологии улавливания CO_2 и одновременного его преобразования в биомассу [4]. Данный метод отличается небольшим энергопотреблением для культивирования микроводорослей и высокой эффективностью клеточного фотосинтеза (~12%) [5]. Исследования свидетельствуют, что микроводоросли примерно в 50 раз более эффективны, чем наземные растения, в сокращении выбросов CO_2 и способны поглотить до 85% выбросов углекислого газа [6]. Фотосинтезирующие микроорганизмы (микроводоросли) можно рассматривать как самовоспроизводящиеся машины, которые преобразуют солнечный свет и CO_2 в продукты с добавочной стоимостью (биодизель 3-го поколения, органические удобрения, корма для сельскохозяйственных животных и аквакультур, фармацевтические препараты, пигменты, биологически активные вещества и т.д. [7, 8]).

Таким образом, для снижения концентрации CO_2 предлагается внедрение фотобиореакторов-биофильтров открытого типа с использованием микроводорослей, принцип действия которых основан на способности микроводорослей поглощать углекислый газ в процессе своего культивирования [9]. Фотобиореактор-биофильтр может быть использован в помещениях различного назначения для снижения концентрации углекислого газа и увлажнения воздуха. Биомасса микроводорослей, образуемая в процессе эксплуатации фотобиореактора-биофильтра, может быть использована в качестве кормовой добавки для аквариумных рыбок, удобрения для домашних растений (если предполагается установка фотобиореактора-биофильтра в офисных/жилых помещениях), или использоваться в качестве сырья для получения биотоплива (если предполагается установка фотобиореактора-биофильтра на промышленных предприятиях).

Целью данного исследования является анализ рынка устройств, поглощающих углекислый газ, в России и Индии для определения актуальности продукта, а также потребностей целевой аудитории.

Обзор рынка в России

В данный момент ниша фотобиореакторов-биофильтров на российском рынке не занята. Самым ближайшим аналогом для сравнения цены может являться бытовой увлажнитель воздуха. Однако, за аналогичную стоимость фотобиореактор-биофильтр может выполнять на порядок больше функций: увлажнение, утилизация углекислого газа, производство биомассы, выделение кислорода. Таким образом, фотобиореактор-биофильтр является не просто техническим устройством, а элементом экологической инфраструктуры, способствующим восстановлению экологического баланса в условиях урбанизированной среды.

Рынок бытовых очистителей и увлажнителей воздуха делится на две категории: бытовые очистители и бытовые увлажнители воздуха. Самой крупной категорией рынка бытовых увлажнителей и очистителей воздуха являются бытовые увлажнители воздуха, к которым относятся увлажнители

воздуха и увлажнители воздуха с функцией ароматизации. В структуре импорта категории «бытовые увлажнители воздуха» в 2020 г. в натуральном выражении сегмент «увлажнители воздуха» занял долю 99,4% [10].

Категория бытовых очистителей воздуха представлена несколькими сегментами: очистители воздуха и очистители-увлажнители воздуха. Причем в структуре импорта в 2020 г. в натуральном выражении доля сегмента «очистители воздуха» составляет 44,5% [11].

Согласно расчетам Discovery Research Group, объем рынка бытовых очистителей воздуха в России в 2020 г. составил 380 158 шт. В отчете, подготовленном агентством, представлена подробная информация о производстве, импорте, экспорте и рынке в целом как в натуральном, так и в стоимостном выражении. Объем рынка бытовых увлажнителей воздуха в 2020 г. достиг отметки \$24 306 тыс. [12].

Объемы производства бытовых очистителей и увлажнителей воздуха в России по отношению к объемам рынка очень незначительны. Определяющим на обоих рынках является импорт. В 2020 г. объем выпуска бытовых очистителей составил порядка 8 184 шт. Объем экспорта очистителей и увлажнителей воздуха из России незначителен. В экспорте очистителей воздуха в 2020 г. наибольшую долю заняли бытовые очистители воздуха без функции увлажнения. Объем и темп прироста рынка бытовых очистителей воздуха в России в 2014-2020 гг., шт. и % представлены на рисунке.

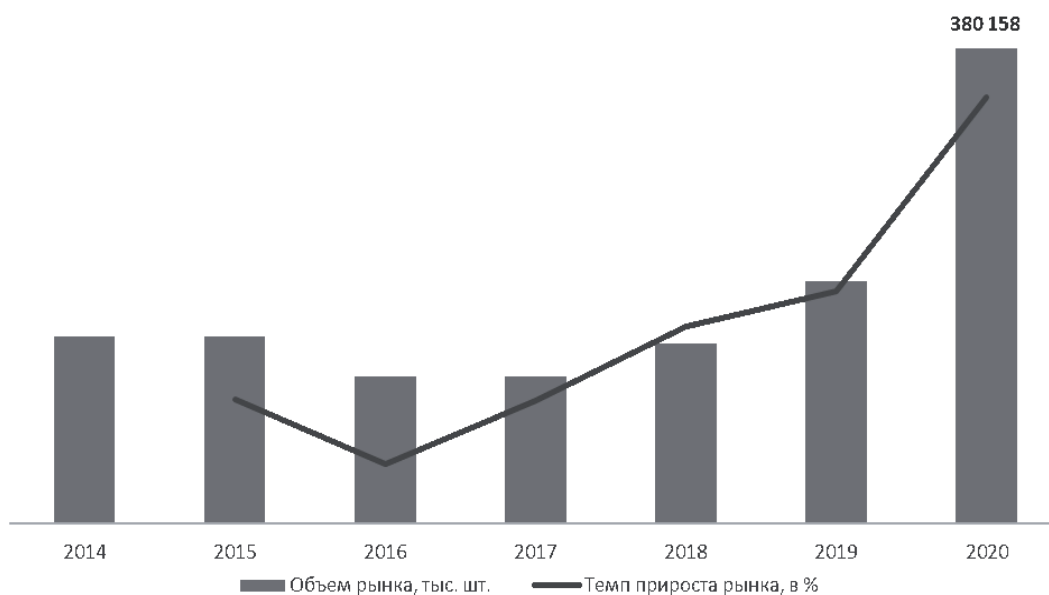


Рис. Объем и темп прироста рынка бытовых очистителей воздуха в России в 2014-2020 гг.

Основными игроками на рынке фотобиореакторов-биофильтров в России являются компании, специализирующиеся на производстве и продаже экологических технологий и устройств для очистки воздуха и воды. Однако, большинство из них сосредоточены на других типах фильтров, что создает

пространство для новичков с инновационными подходами, такими как фотобиореактор-биофильтр с использованием микроводорослей.

С учетом увеличивающейся потребности в борьбе с загрязнением воздуха и углекислым газом, а также стремлением к устойчивому развитию, можно ожидать, что спрос на фотобиореакторы-биофильтры будет расти в ближайшие годы. С учетом этого, разработка и внедрение инновационных решений, таких как устройство, описанное в данном проекте, может стать ключевым конкурентным преимуществом на рынке. Устройство также способствует переходу к циркулярной экономике за счёт повторного использования образующейся биомассы и минимизации отходов. Этот подход поддерживает принципы нулевого загрязнения и устойчивого потребления ресурсов.

Обзор рынка в Индии

В 2021 году общий объем выбросов углекислого газа в Индии составил около 2797 миллионов метрических тонн (МТ), что превысило выбросы региона в 2020 году на 2494 МТ [13]. Увеличение выбросов углекислого газа в стране отражает тот факт, что страна сильно зависит от использования угля, сырой нефти и природного газа для различных целей, которые при сжигании выделяют в атмосферу углекислый газ и другие вредные газы.

В 2021 году потребление угля в Индии составило 20,09 эДж, что превысило потребление угля в 2020 году (17,40 эДж). Растущая доля потребления угля в Индии, при сжигании которого выделяется углекислый газ и другие газы, напрямую влияет на качество воздуха в стране и, вероятно, будет стимулировать рынок очистителей воздуха в стране.

Ожидается, что в течение прогнозируемого периода среднегодовой темп роста индийского рынка очистителей воздуха составит более 5%. Основные потребители фотобиореакторов-биофильтров в Индии – это промышленные предприятия, жители жилых и коммерческих зданий.

Выводы по обзору рынка говорят о перспективности развития сегмента фотобиореакторов-биофильтров в Индии. Возросшая осведомленность о проблемах окружающей среды и желание улучшить качество воздуха создают благоприятные условия для внедрения таких устройств. Кроме того, планируемые меры по снижению выбросов углекислого газа и стимулирование экологически чистых технологий также способствуют росту спроса на фотобиореакторы-биофильтры.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (Соглашение № 24–17–20004 от 12.04.2024).

Библиографический список

1. Снакин В. В. Низкоуглеродная энергетика и глобальное потепление климата // Жизнь Земли. 2024. Т. 46, №1. С. 4-19. doi: 10.29003/m3770.0514-7468.2024_46_1/4-19
2. Мартынюк Т. А. Парниковый эффект-экологическая проблема современного общества // Язык. Общество. Медицина. 2015. С. 132-134.

3. Пронина Т. Н., Карпович Н. В., Полянская Ю. Н. Уровень содержания углекислого газа в учебных помещениях и степень комфорта учащихся // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2015. Т. 3. С. 32-35.
4. Carbon Dioxide Utilization Using Chlorella Microalgae / Politaeva N. A., Ilin I. V., Velmozhina K. A., Shinkevich P. S. // *Environments*. 2023. Vol. 10. No. 7. P. 109. doi: 10.3390/environments10070109
5. Роль микроводорослей в современных технологиях фиксации и утилизации углекислого газа / Шинкевич П. С., Вельможина К. А., Политаева Н. А., Чусов А. Н. // *Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология*. 2024. Т. 10, №427. С. 154–166. doi: 10.15518/isjaee.2024.10.154-166
6. Ilvitskaya S. V., Chistyakova A. G. Application of microalgae in bioenergy using carbon capture and storage technology // *International Research Journal*. 2021. Vol. 11. No. 113. doi: 10.23670/IRJ.2021.113.11.017
7. Nutrients recovery from dairy wastewater by *Chlorella vulgaris* and comparison of the lipid's composition with various chlorella strains for biodiesel production / Zibarev N. V., Toumi A. T., Politaeva N. A., Iljin I. V. // *Plos one*. 2024. Vol. 19. No. 4. doi: 10.1371/journal.pone.0297464
8. Соловьёва А. С., Рудакова Л. В. Перспективы использования микроводорослей для утилизации выбросов углекислого газа // *Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды*. 2022. С. 358-362.
9. Способ утилизации углекислого газа с применением микроводоросли рода *Chlorella* / Политаева Н. А., Жажков В. В., Зибарев Н. В., Вельможина К. А., Шинкевич П. С. // Патент на изобретение № 2797838 С1. 2022.
10. Анализ рынка бытовых очистителей и увлажнителей воздуха в России [Электронный ресурс]. – URL: https://www.cfin.ru/base/search_release.php?release_id=46530 (дата обращения: 20.09.2025).
11. Анализ рынка бытовых очистителей и увлажнителей воздуха в России (с базой импорта-экспорта) [Электронный ресурс]. – URL: <https://drgroup.ru/451-analiz-rinka-bitovix-ochistitelei-i-uvlajnitelei-vozduha-v-rossii.html?ysclid=mftb9zue9i234256941> (дата обращения: 20.09.2025).
12. Анализ рынка бытовых очистителей и увлажнителей воздуха в России [Электронный ресурс]. – URL: https://report.ru/research/analiz_rynka_bytovyh_ochistitelei_i_uvlazhnitelei_vozduha_v_rossii-211857026/ (дата обращения: 20.09.2025).
13. Greenhouse gas emissions in India in selected years between 1990 and 2021, by sector [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.statista.com/statistics/1282650/india-ghg-emissions-by-sector/> (дата обращения: 21.09.2025).

СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

МОНИТОРИНГ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Л.В. Грунская, А.Н. Золотов, А.Ю. Абалев, В.Н. Буренков, И.В. Фирсов, С.А. Тряпкин, И.А. Нургалеев

*ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
grunsk@vlsu.ru*

В статье представлены материалы исследований по задачам техносферной безопасности, проводимых во Владимирском государственном университете (ВлГУ) на базе физического экспериментального полигона, осуществляющего мониторинг ряда характеристик природной среды: электромагнитное поле инфранизкочастотного диапазона, метеопараметры, радиационный фон.

Ключевые слова: мониторинг характеристик, нейронные сети, аварийность, заболеваемость населения, прогнозирование.

Мониторинг характеристик природной среды

На физическом полигоне кафедры общей и прикладной физики Владимирского государственного университета с 1999 года осуществляется непрерывный мониторинг электромагнитных полей инфранизкочастотного диапазона, метеофакторов и радиационного фона. Исследования были сориентированы на изучение как природных атмосферных процессов, таких как грозы, сейсмические процессы, так и воздействия на электромагнитное поле Земли техногенного характера.

ВлГУ является ведущим разработчиком и производителем устройств измерения электростатических полей Земли. История модификаций наших приборов составляет более 15 лет. Представлена блок-схема системы мониторинга (рис. 1). Продемонстрирован внешний вид аналогового электростатического флюксметра (рис. 2). Представлен цифровой флюксметр, предназначенный для измерения напряженности электростатических полей Земли с последующей цифровой обработкой и фильтрацией входного сигнала (рис. 3). Также разработан цифровой датчик параметров атмосферы (температуры, влажности и давления) NL-3DPAS, который выполняется на основе цифрового датчика температуры и давления MS5611, датчика влажности SHT31.

Полученные базы данных за многие годы непрерывного мониторинга позволяют осуществлять исследования по нескольким направлениям:

приливные процессы в атмосфере Земли (лунные и солнечные); предвестники сейсмических событий в электромагнитном поле Земли; гравитационно-волновые процессы астрофизической природы; влияние характеристик природной среды на техногенные процессы и показатели здоровья человека [1–5].

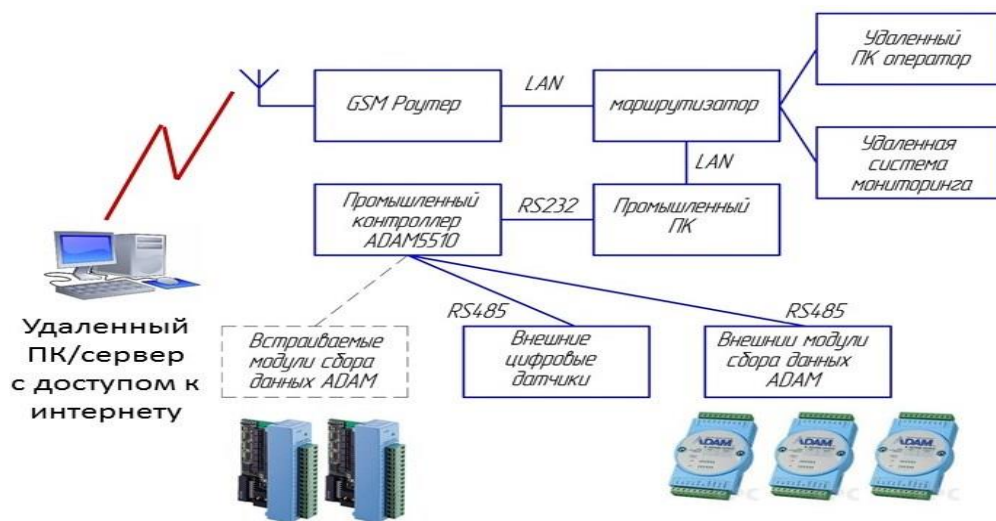


Рис. 1. Структура приемно-регистрирующей системы мониторинга на физическом полигоне ВЛГУ с дистанционной передачей данных мониторинга.



Рис. 2. Электростатический флюксметр Рис. 3. Флюксметр ПЧЕЛА-Д1.

Прогнозирование среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования с использованием рекуррентных нейронных сетей

Прогнозирование, в том числе краткосрочное, среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования позволяет обеспечить обоснованное планирование ресурсов экстренных служб, медицинских учреждений и служб обеспечения безопасности дорожного движения с целью снижения негативных последствий для общества и граждан. Применение искусственных нейронных сетей показало свою перспективность в задачах прогнозирования [6,7]. Однако их применение требует тщательного выбора топологии нейросети, типа используемых нейронов, параметров процесса обучения и подготовки обучающей выборки. Для решения задачи прогнозирования среднего уровня аварийности были использованы данные о суточной аварийности во Владимирской области за период 2001–2010 гг.

Перед использованием данные были подвергнуты процедуре нормализации. Последовательность, объемом 3652 отсчета была разбита на обучающую и контрольную выборки, объемом 3000 и 652 отсчетов, соответственно. В дальнейшем, как обучающая, так и контрольная выборки разбивались на исторический период продолжительностью 30 суток, используемый в качестве входных данных, и прогнозный, продолжительностью 7 суток, применяемый для обучения и контроля работы нейронной сети. Данные контрольной выборки в процессе обучения нейронной сети не использовались. Для наиболее полного учета особенностей временного ряда, подаваемого на вход нейросети, использовался рекуррентный слой, позволяющий учесть в процессе обработки не только среднюю тенденцию изменения данных временного ряда, но и влияние изменений тренда временного ряда внутри исторического периода, предшествующих прогнозному промежутку времени.

Исследование влияния количества нейронов во входном слое показало, что увеличение числа нейронов с 2 до 8, для одного рекуррентного слоя, приводит к снижению ошибки валидации на контрольной выборке для LSTM-нейронов почти в два раза, по сравнению с GRU-нейронами. Использование двух рекуррентных слоев позволило уменьшить ошибку валидации для всех типов рекуррентных нейронов.

Исследование параметров процесса обучения на величину ошибки прогноза показало, что увеличение продолжительности обучения рекуррентной нейронной сети (РНС) приводит к уменьшению ошибки обучения и увеличению ошибки валидации. Решением проблемы переобучения является использование слоя отбрасывания, активного в процессе обучения и не оказывающего влияния на работу обученной РНС, и включение в состав РНС слоя пакетной нормализации.

Поскольку на уровень аварийности оказывает влияние психофизиологическое состояние водителя транспортного средства, представляется важным использование данных об изменении гео- и гелиомагнитной обстановки. Использование данных о солнечной активности позволило снизить ошибку прогнозирования РНС с дополнительным скрытым слоем с 0,6098 для обучения без учета солнечной активности, до 0,5625 для РНС, обученной с учетом числа Вольфа для южного полушария Солнца [6]. Добавление дополнительного скрытого слоя обратного распространения позволило увеличить емкость нейронной сети и улучшить воспроизводимость тенденции прогноза.

Дальнейшее увеличение точности прогнозирования связано с учетом трендовой, сезонной и случайной составляющих временного ряда среднего уровня аварийности. Оценка прогноза, полученного с помощью каскада РНС, осуществляющих обработку трендовой, сезонной и случайной составляющих, показывает, что ошибка прогноза снижается до 0,5057. При этом, суммарный вклад в ошибку прогнозирования трендовой и сезонной составляющих не превышает 12% и может быть незначительно, на 1...1,5%, снижен заменой прогнозирования сезонной составляющей её наперед известной величиной. В целом, результаты использования РНС для прогнозирования среднего уровня

аварийности на дорогах общего пользования показывают перспективность данного подхода, а использование сведений о дополнительных факторах, в частности о солнечной активности, позволяют существенно увеличить точность прогноза.

Анализ динамики ряда заболеваний населения Владимирской области с учетом характеристик природной среды

Солнечная активность непосредственно влияет на магнитное поле Земли, которое, в свою очередь, может оказывать влияние на показатели здоровья человека. Одна из задач связана с выявлением взаимосвязей геофизических полей и солнечной активности со здоровьем человека. Поиск корреляционной зависимости между факторами окружающей среды и показателями здоровья человека может помочь в решении задачи прогнозирования обострений ряда заболеваний человека. По результатам анализа экспериментальных данных по мониторингу солнечной активности и магнитного поля Земли совместно с данными по заболеваемости детского населения Владимирской области выявлена определённая корреляционная взаимосвязь [8–10]. Для анализа были взяты среднегодовые данные по относительным показателям заболеваемости острым инфарктом миокарда и показателями заболеваемости цереброваскулярными болезнями взрослого населения Владимирской области за 2018–2023 годы по данным социально-гигиенического мониторинга. Базы экспериментальных данных по геомагнитному полю взяты по результатам мониторинга на физическом экспериментальном полигоне ВлГУ за этот же период. В ходе проведённых предварительных исследований по выявлению взаимосвязи относительных показателей заболеваемости острым инфарктом миокарда и показателей заболеваемости цереброваскулярными болезнями взрослого населения Владимирской области была проанализирована корреляционная зависимость изменения напряжённости компоненты D магнитного поля Земли с относительными показателями заболеваемости острым инфарктом миокарда и показателями заболеваемости цереброваскулярными болезнями взрослого населения по 16 районам Владимирской области за два периода: предковидный период (2018–2020 годы) и ковидный период (2021–2023 годы).

Исходя из полученных предварительных исследований по относительным показателям заболеваемости острым инфарктом миокарда взрослого населения для 16 районов Владимирской области за предковидный период (2018–2020 годы) выявлены 2 района с неблагоприятной ситуацией (Петушинский, Суздальский); за ковидный период (2021–2023 годы) выявлены 3 района Владимирской области с неблагоприятной ситуацией (Юрьев-Польский, Собинский, Кольчугинский) по воздействию солнечной активности. По показателям заболеваемости цереброваскулярными болезнями взрослого населения для 16 районов Владимирской области за предковидный период (2018–2020 годы) выявлены 2 района Владимирской области с неблагоприятной ситуацией (Александровский, Суздальский); за ковидный период (2021–2023 годы) выявлены 3 района Владимирской области с

неблагоприятной ситуацией (Гороховецкий, Петушинский, Меленковский) по результатам воздействия геомагнитного поля. Конечно, солнечная активность является только одним из факторов окружающей человека среды, который влияет на показатели здоровья человека. Тем не менее, эти результаты заслуживают внимания и продолжения исследования взаимосвязи показателей здоровья населения Владимирской области как с факторами окружающей среды, так и необходимости выявления в указанных выше районах с повышенным уровнем взаимосвязей факторов техногенного характера (вредные производства, загрязненность среды и т.д.).

Надеемся, что проводимые нами исследования заинтересуют наших Белорусских коллег и появится возможность проведения совместных научных исследований.

Библиографический список

1. Система мониторинга электрического и геомагнитного поля Земли в инфранизкочастотном диапазоне / Л. В. Грунская, А.Н., М.Ф. Хакимов, С.М. Тихомиров // IX Всероссийская научная конференция по атмосферному электричеству: Сборник материалов научной конференции с всероссийским участием, Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, 26-28 сентября 2023. Санкт-Петербург, 2023, С. 341-352.
2. Система мониторинга геомагнитного и электрического поля земли на физическом полигоне ВлГУ / Л. В. Грунская, А. Н. Золотов, С. М. Тихомиров, М. Ф. Хакимов, Е. Д. Кириллов, С. А. Галактионов // Симпозиум «Физические основы прогнозирования гелиогеофизических процессов и событий» («ПРОГНОЗ-2024»): Сборник тезисов симпозиума, ИЗМИРАН, Москва, г. Троицк, 27-31 мая 2024 года. – С. 155-156.
3. Грунская Л. В., Морозов В. Н. Экспериментальные и теоретические исследования вариаций напряженности электрического поля, обусловленных солнечными и лунными приливами в приземном слое атмосферы //Известия вузов. Физика. 2005. № 8. С. 33–39.
4. Выделение предвестниковых аномалий землетрясения, произошедшего в Турции 6 февраля 2023 года / Лукьянов В. Е., Исакевич В. В., Исакевич Д. В., Грунская Л. В. // Проблемы комплексного геофизического мониторинга сейсмоактивных регионов : Сборник трудов Девятой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Петропавловск-Камчатский, 24–30 сентября 2023 года. – Отв. ред. Д. В. Чебров. – Петропавловск-Камчатский: КФ ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 226-233.
5. Грунская Л. В., Исакевич В. В., Исакевич Д. В. Развитие исследований электромагнитного поля земли в диапазоне гравитационно-волнового излучения двойных звездных систем // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2024. № 1. С. 33–39.
6. Abalyaev A. Yu., Grunskaya L. V. Forecast accuracy analysis of the dangerous technogenic situations occurrence in view of the Impact of geo- and heliophysical factors on a human body using recurrent neural networks // The 2023 International

Conference on Systems and Technologies of the Digital HealthCare (STDH – 2023) : scientific conference materials. IEEE, 2023. P.180–184.

7. Abalyaev A. Yu., Grunskaya L. V. Forecasting the Trend, Seasonal and Random Components of the Average Accident Rate on Public Roads Using Recurrent Neural Networks // 2025 VI International Conference on Neural Networks and Neurotechnologies (NeuroNT): Proceedings of a scientific conference with international participation. Saint Petersburg, Russian Federation, 2025. P. 69–71, doi: 10.1109/NeuroNT66873.2025.11049974.

Грунская, Л. В. Геофизика и биоритмы: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Л.В. Грунская – Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – С. 51–52. – ISBN: 978-5-9984-1018-5

Влияние геофизических факторов на здоровье человека / А. В. Широбоков, И. А. Лещев, Л. В. Грунская, В. Н. Буренков, Е. Г. Яскин, А. И. Ершов // Биомедицинская радиоэлектроника – 2012. – №6. – С. 62-66.

10. Тряпкин С. А., Грунская Л. В. Взаимосвязь электромагнитного поля Земли с показателями здоровья человека // XVI Международная научная конференция «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии с научной молодежной школой им. И.Н. Спиридонова»: материалы международной научной конференции, Владимир-Суздаль, 2024. С. 325–331.

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ПОЕЗДНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

П.Р Ахтямова., Н.В Кострюкова.

*Уфимский университет науки и технологий
polinaruslanovna@icloud.com, kostrukova@list.ru*

Аннотация: В работе рассматриваются типовые и вредные производственные факторы на рабочем месте поездного электромеханика. Проведена специальная оценка условий труда (СОУТ). Проведен расчет освещенности, шумового воздействия и воздействия электромагнитных полей и излучений. Приведены СИЗы для поездного электромеханика и рассмотрены организационные мероприятия по охране труда.

Ключевые слова: поездной электромеханик, шум, освещенность, электромагнитные излучения.

Безопасность труда является приоритетным направлением деятельности ОАО «РЖД». В процессе технического обслуживания и ремонта средств связи персонал может сталкиваться с различными опасными и вредными производственными факторами. В рамках совершенствования системы охраны труда в 2023 году компания организовала комплексную оценку профессиональных рисков для работников наиболее травмоопасных специальностей. За период с 2019 по 2023 год количество пострадавших на

производстве (как по вине работников, так и работодателя) сократилось на 27% – со 106 до 77 случаев [1].

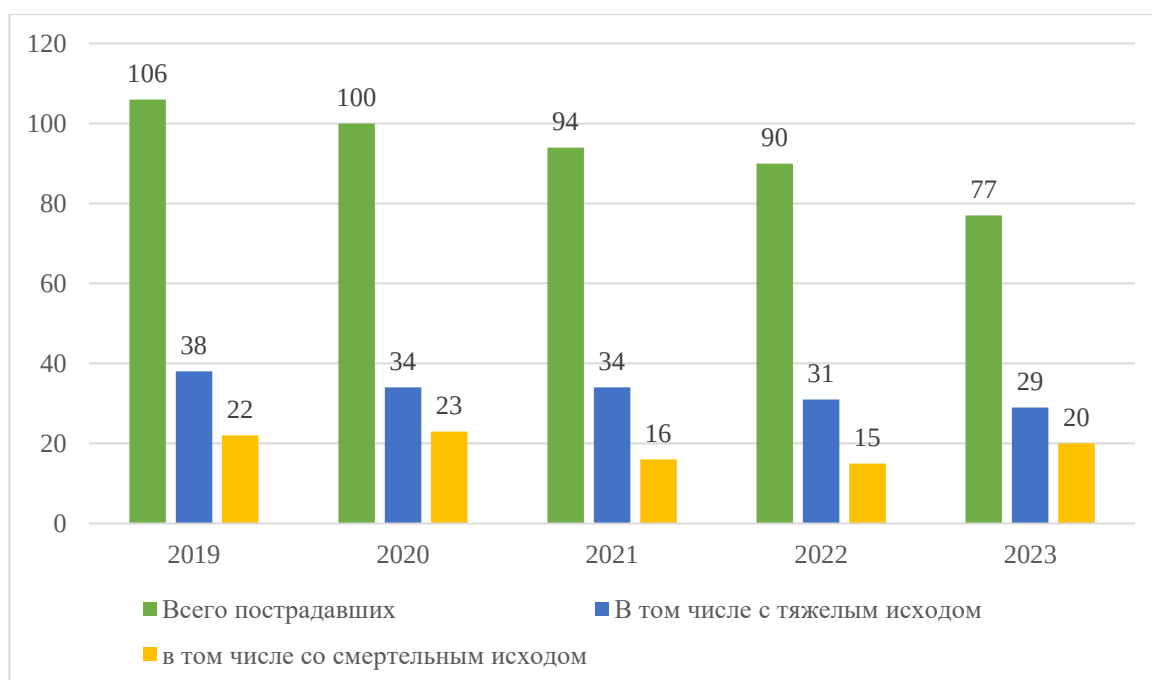


Рис. 1. Динамика производственного травматизма в ОАО «РЖД» с виной работников и работодателя в период с 2019-2023 год.

Количество пострадавших со смертельным исходом в период с 2019-2023 год снизилось на 9 % (с 22 до 20 человек).

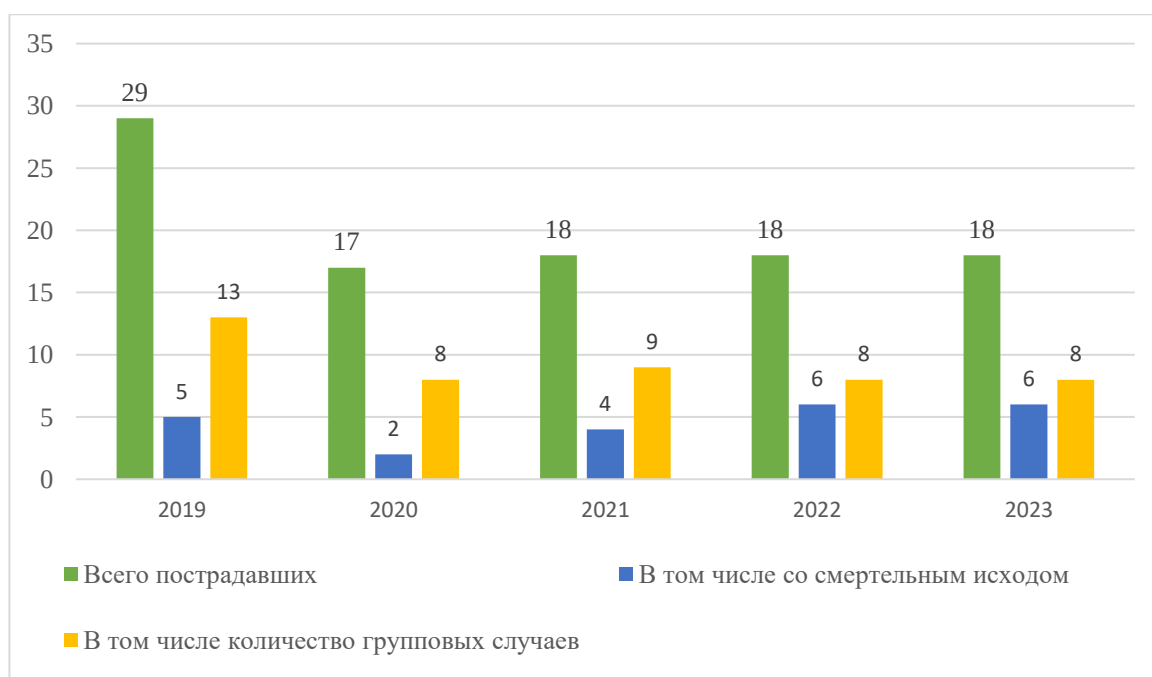


Рис. 2. Динамика травмирования работников в ОАО «РЖД» в групповых несчастных случаях в период с 2019-2023 год.

За пять лет (2019–2023 гг.) число групповых несчастных случаев сократилось на 61% (с 13 до 8), а общее количество пострадавших уменьшилось на 62% (с 29 до 18 человек). При этом в 90% случаев групповых травм за этот период отсутствовала вина как работников, так и работодателя ОАО «РЖД» [1].



Рис. 3. Распределение травмированных со смертельным исходом по видам происшествий в 2023 году (20 человек).

Основными причинами производственного травматизма являются:

- Плохо организованные работы и слабый контроль за их проведением;
- Отступления от утвержденных технологических процессов;
- Нарушения установленных норм трудовой дисциплины.

Для профилактики травматизма применяются специальные режимы управления охраной труда, адаптированные под уровень рисков. Дополнительные обязательные мероприятия исключают повторение причин несчастных случаев [1].

Поездной электромеханик (ПЭМ) – специалист, обеспечивающий исправность электрооборудования пассажирских поездов в пути следования, что гарантирует безопасность перевозок. Рабочее место поездного электромеханика находится в штабном вагоне.

Основные опасные и вредные производственные факторы: движущийся подвижной состав, повышенные уровни шума и вибрации, опасное электрическое напряжение, работа на высоте (относительно пола вагона), недостаточная освещенность ночью, температурные колебания оборудования, сильные воздушные потоки, электромагнитные излучения [2].

СОУТ показала, что условия труда поездного электромеханика характеризуются:

- Повышенным уровнем шума (85 дБА)
- Превышением норм электромагнитного излучения (6,4 кВ/м)
- Недостаточной освещенностью рабочей зоны (150 лк)

На основании выявленных вредных факторов рабочему месту присвоен класс 3.2, что требует предоставления сотруднику установленных законом гарантий и компенсаций [3].

Для расчета освещенности на рабочем месте поездного электромеханика используется методика «Расчет и проектирование искусственного освещения производственных помещений и открытых площадок» [4]. Фактическое значение освещенности составляет 150 лк. Расчет проводился при следующих размерах кабины: ширина – 2,5 м, длина – 2 м, высота 2,7 м. В результате расчета было выявлено, что для обеспечения минимальной нормативной освещенности 200 лк необходимо 2 светильника типа ОДР с 2 люминесцентными лампами типа ЛДЦ30-1. Было проведено расчетное обоснование по снижению профессиональных рисков с помощью программы «Galad».

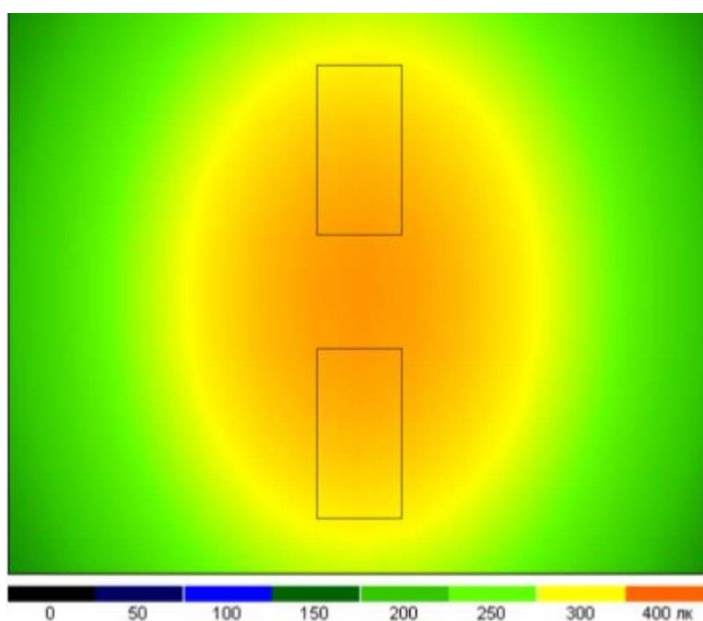


Рис. 4. 2D модель расположения светильников
Эконом LED-18 /У/П/4000/6030.



Рис. 5. 3D модель расположения светильников
Эконом LED-18 /У/П/4000/6030

Таким образом, для обеспечения минимальной нормативной освещенности 200 лк необходимо 2 светильника Эконом LED-18 /У/П/4000/6030.

В следствии того, что поездной электромеханик относится к классу условий труда 3.2 (вредный), работнику полагаются СИЗы, а также гарантии и компенсации. Электромеханик должен обеспечиваться следующими СИЗ: комплект «Электрик-Л», сигнальный головной убор, перчатки резиновые и диэлектрические, боты диэлектрические, очки защитные, жилет сигнальный [5]. Гарантии и компенсации: повышенная оплата труда, дополнительный оплачиваемый отпуск, обязательные медицинские осмотры [6].

Таким образом, в ОАО «РЖД», несмотря на положительную динамику, необходимо усилить контроль за соблюдением норм безопасности и организацией рабочих процессов. В работе рассмотрено рабочее место поездного электромеханика, его должностные обязанности. Выделены потенциально опасные и вредные факторы на рабочем месте поездного электромеханика, к которым отнесены: освещенность (150 лк), шум (85 дБА) и ЭМИ (6,4 кВ/м). В соответствии с методикой специальной оценки условий труда (СОУТ) итоговый класс условий труда - 3.2. (вредный). Установлены средства индивидуальной защиты, необходимые на рабочем месте поездного электромеханика, а также организационные мероприятия по охране труда, в том числе гарантии и компенсации.

Библиографический список

1. Производственный травматизм. Охрана труда и промышленная экология. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://sr2023.rzd.ru/ru/social-aspect/occupational-industrial-safety/industrial-injuries> Дата обращения: 25.05.2025.
2. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. Методические рекомендации по оценке условий труда для основных профессий ОАО «РЖД» N 2618р. М: 19.12.2012.
4. Медведев В. И. Методическое указание к решению задач «расчет и проектирование искусственного освещения производственных помещений и открытых площадок» Новосибирск. 2009. 54 с
5. Приказ Минздравсоцразвития России N 582н "Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам железнодорожного транспорта Российской Федерации, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением". М: 22.10.2008.
6. ТК РФ Статья 147. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда. М: 30.12.2022

ФОРМУЛИРОВКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА»

А.В. Андреев¹, В.Д. Каченкова², В.В. Кудинов³

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

¹andreev_av@spbstu.ru, ²kachenkova_vd@spbstu.ru, ³kudinov_vv@spbstu.ru

В статье представлено сравнение терминов «охрана труда» и «безопасность труда» с различных сторон: сравнение самих терминов, отдельно входящих в термины слов.

На основании результатов анализа авторами представлена собственная формулировка термина «безопасность труда»

Ключевые слова: охрана труда, безопасность труда, понятийный ряд, техносферная безопасность, безопасность.

В большинстве научных исследований проводится анализ понятий и терминов, используемых в соответствующей научной области, в том числе при формулировке темы и предмета научного исследования. Одним из применяемых теоретических методов является терминологический анализ, направленный на раскрытие и уточнение значений и смысла терминов. В данной работе проведен терминологический анализ понятий «охрана труда» и «безопасность труда».

Вопросы сравнения терминов и определений достаточно подробно проработаны в работах известного специалиста в области охраны труда Федорца Г.А. Анализируя и сравнивая эти термины, он делает вывод о том, что к любому труду применимо определение «безопасный», в то время как «охрана труда» относится только к наёмному труду». Федорец А.Г. после исследования терминов делает вывод о том, что «безопасность труда» обеспечивает каждый работник, а обеспечение «охраны труда» законодательно является обязанностью работодателя и работников, регулятором их взаимоотношений выступает государственная структура - Министерство труда и социальной защиты РФ [1, 2].

Представляет интерес анализ определений, принятых за рубежом. При проведении поиска перевода данных терминов, используемых в иностранном законодательстве или литературе, встречается словосочетание «occupational safety», что можно перевести, как «охрана труда», то есть этот термин универсален в международном и отечественном законодательстве. Кроме того, в английском языке есть устоявшееся нормативно закреплённое понятие «occupational safety and health (OSH)» или «occupational health and safety (OHS)». Реже можно встретить дословный перевод «labor protection» или «labor safety». «Labor safety» с переводом «безопасность труда» встречается только в иностранных версиях сайтов российских компаний или в названии российских стандартов. Попытки найти английский перевод термина приводил к словосочетанию «охрана труда», так как слово «безопасность» и «охрана» синонимичны в английском языке.

Оксфордский словарь определяет «safety» как «состояние защищенности от опасности или вреда», «состояние или место, где не опасно, где человек в безопасности». Слово «security» - как «деятельность, связанную с защитой страны, здания или человека от нападения, опасности и т.д.». Слово «protection» означает «защита кого-либо/чего-либо; состояние защищенности».

Английские определения «safety» и «security» имеют схожий смысл, с одним лишь исключением, что «security» может подразумевать под собой представителя службы охраны, в русском языке аналогия этого - «охрана». Слово «safe» – это производное от латинского слова *salvus* «здоровый, без увечья», а слово «secure» на латыни означает «без забот». Слово «protect» происходит от латинского термина «*protegere*», что означает «прикрывать спереди, заслонять, защищать». То есть при употреблении слова «safety» подчеркивается важность сохранения здоровья, отсутствие вреда или опасности для него, в том числе от действий самого человека или факторов, им же вызванных. Слова же «security» и «protection» подчеркивают необходимость оградить что-либо от преступников, нарушителей, внешних воздействий.

Наряду с представленными выше устоявшимися выражениями, также существуют понятия национальная безопасность в английском языке «national security», пожарная безопасность - «fire safety», ядерная безопасность – «nuclear safety». Здесь снова видна аналогия с внутренними и внешними угрозами, цель национальной безопасности в обеспечении безопасности государства от внешних угроз, пожарная и другие виды безопасности предусматривают учет как внутренних, так и внешних угроз, факторов.

В английском языке отсутствует перевод словосочетания «безопасность труда» в том значении, которое в него вложено в русском языке, либо же переводится дословно так же, как и «охрана труда». На основании проведенного поиска перевода терминов на английский язык авторы приходят к выводу о том, что «безопасность труда» исключительно русскоязычный термин.

Первоначально проведен терминологический анализ определений. Определение «охрана труда» имеет несколько нормативных определений, имеющих несколько исторически сложившихся трактовок. Трудовой кодекс РФ (ТК РФ) под «охраной труда» понимает систему сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающую правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. В межгосударственном стандарте «Термины и определения» записано «охрана труда вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий. Третье

определение взято из формулы научной специальности «Охрана труда» – область науки и техники, изучающая связи и закономерности обеспечения безопасных условий труда, сохранения жизни и здоровья работников в процессе производственной деятельности предприятий промышленности, строительства и на транспорте», с учетом того, что паспорт специальности в данное время не имеет юридической силы.

Терминологический анализ трех определений позволяет сделать ряд выводов. Первый – определение, приведенное в ТК РФ построено на принципах системного подхода, т.е. представление «охраны труда» как системы, определение, приведенное в Межгосударственном стандарте нацелено на достижение поставленной цели, решения определенной задачи – действие, третий вариант носит научный, исследовательский характер. Второй вывод - охрана труда является неотъемлемой составляющей производства как процесса создания материальных благ, при этом в одном из определений появляется терминологическая связка «безопасные условия труда». Третий вывод приводит к целесообразности уточнения являются ли синонимами словосочетания трудовая деятельность и производственная деятельность. В юридическом толковании трудовая деятельность понимает работу на основании трудового договора и регулируется ТК РФ, т.е. гражданско-правовые отношения не относятся к трудовой деятельности. Определение производственной деятельности также приведено в ТК РФ и трактуется как совокупность действий работников с применением средств труда.

В отличие от определения «охрана труда» термин «безопасность труда» нормативно определен одним документом межгосударственным стандартом «Термины и определения» «безопасность труда – вид деятельности по обеспечению безопасности трудовой деятельности работающих (преимущественно от поражения опасных производственных факторов)». Из анализа определения следует вывод о некорректности определения «вид деятельности по обеспечению безопасности ... деятельности работающих», очевиден вопрос «чьей деятельности?», если работодателей отвечающих за безопасность работников, то какова роль надзорно-контрольных органов. Очевидно, целесообразно сформулировать более корректное определение термина «безопасность труда», которое в том числе могло быть использовано в соответствующем паспорте научной специальности. В действующем паспорте научной специальности «Безопасность труда» в одном из пунктов используются сразу оба словосочетания «система управления охраной труда» и «безопасность труда», при этом из содержания пункта не понятно, в каком соотношении друг к другу они находятся. Это ведет к постановке уже сформулированного вопроса - можно ли считать их тождественными.

Для ответа на данный вопрос авторами проведен терминологический анализ смыслового содержания слов, входящих в оба термина. Очевидным объединяющим словом, входящим оба термина, является слово «труд». В трудовом законодательстве «труд» является синонимом работы: «принудительный труд – выполнение работы...», «нормы труда», «добросовестный эффективный труд», «оплата труда», «режимы труда и

отдыха», «выполнение легкого труда» и пр. (ТК РФ). Анализируя смысл словосочетания «охрана», «безопасность», «труд», можно сделать вывод о том, что словосочетание «охрана труда» можно трактовать как охрана работы или трудовой деятельности, «безопасность труда» – безопасность (во время) работы или (в процессе) трудовой деятельности. Поскольку слово «труд» является в данном случае объединяющим, целесообразно рассмотреть и другие формулировки: труд – целесообразная и общественно полезная деятельность человека, требующая умственного и физического напряжения; труд – усилие, направленное к достижению чего-нибудь; труд – результат деятельности, работы, производство. Проведен анализ слова «труд» в системе: «субъект труда» - «средства труда» - «труд» - «предмет труда» - «продукт труда», при этом средства труда и предметы труда в совокупности представляют средства производства, в свою очередь средства производства и субъекты труда являются производительными силами. В данной системе труд современных людей (субъектов труда) связан с орудиями (средствами) труда для достижения поставленной цели (продукты труда), путем воздействия на предмет труда, это позволяет сформулировать подход смыслового содержания слова «труд» как действие средств производства по созданию продуктов труда, системообразующим словом является – действие.

Далее проведен анализ сочетания слов «безопасность» и «охрана» со словом «труд». Наиболее широко используется следующее определение слова «безопасность» - состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, государства от внутренних и внешних угроз [3]. Слово охрана имеет две трактовки либо как действие по защите от посягательств, либо как группа людей, выполняющая определенные задачи по охране чего-либо. Из проведенного лингвистического анализа может быть сделан следующий вывод Словосочетание «безопасность труда» характеризует состояние труда, как действия или процесса, при этом необходимо отметить, что возможна количественная оценка состояния процесса, т.е. насколько он «безопасен – опасен», для чего необходимо ввести шкалу измерения безопасности, на основе оценки рисков. Словосочетание «охрана труда» обозначает действия по защите труда, при сохранении сформулированных выше вопросах, чьи действия и от чего защищать. При этом по сравнению с «безопасностью труда» выявляется недостаток «охрану труда» сложно оценить количественно по причине сложности формирования шкалы оценки охраны.

Приведенные в работе результаты терминологического анализа терминов «охрана труда» и «безопасность труда» позволяют сделать обобщающий вывод о том, что термин «безопасность труда» является более общим, чем термин «охрана труда» и, исходя из принятого терминологического аппарата и системы определений «безопасность труда» включает в себя «охрану труда». При этом безопасность труда, при введении количественной шкалы оценки может быть измерена. Авторами предлагаются следующее скорректированное определение термина. Безопасность труда – состояние защищенности элементов производительных сил от вредных и

опасных факторов производственной среды. Применительно к научной специальности 2.10.3 «Безопасность труда» определение может быть скорректировано следующим образом, безопасность труда – область науки и техники, изучающая связи и закономерности состояния защищенности элементов производительных сил от факторов производственной среды.

Результаты исследования позволяют получить следующие выводы:

1. Научный термин «безопасность труда» является более общим по сравнению с термином «охрана труда».

2. Предлагается корректировка определения безопасность труда в виде «безопасность труда – состояние защищенности элементов производительных сил от вредных и опасных факторов производственной среды».

3. Вопросы понятийного ряда и предложения формулировок в нем носят дискуссионный характер, авторы выражают благодарность за будущие замечания.

Библиографический список

1. Федорец А.Г. «Безопасность» и «охрана» труда в современных правовых условиях // Безопасность и охрана труда. – 2015. – № 3 (64). – С. 44-56.
2. Федорец А.Г. «Охрана труда» и «безопасность труда»: партнеры или оппоненты? // Безопасность и охрана труда. – 2018. – № 2 (75). – С. 2-8.
3. Андреев А.В. Подход к определению техносферной безопасности / Андреев А.В., Доронин А.С., Каченкова В.Д. // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – № 3 (63). – С. 86–94.

ПОЖАРОБЕЗОПАСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗДАНИЯХ ДЕТСКИХ САДОВ

М.А. Иванова, Н.А. Филина

*Поволжский государственный технологический университет
ivanovamaria27@mail.ru, FilinaNA@volgatech.net*

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы, посвященные обеспечению пожарной безопасности в детских садах. Представлена статистика, и причины пожаров в образовательных учреждениях. Рассмотрены аспекты, связанные с обеспечением пожарной безопасности учитывая специфику таких зданий.

Ключевые слова: образовательные учреждения, напольные покрытия, пожар, статистика, пожарная безопасность.

Одни из самых жёстких норм по пожарной безопасности предъявляются к детским садам. Ведь безопасность детей — главный приоритет при выборе напольных покрытий для детских садов.

Напольные покрытия в таких учреждениях должны соответствовать санитарным нормам и требованиям пожаробезопасности, что позволяет минимизировать риски возгорания и последствий пожара.

В настоящее время в строительстве применяют большое количество разнообразных напольных покрытий, представляющих собой отдельную для изучения группу декоративно-отделочных материалов. При этом напольные покрытия отличаются между собой по химическому составу и возможному сочетанию в их композициях слоев и наряду с высокими эксплуатационными характеристиками напольных покрытий обладают повышенными пожароопасными свойствами. Основной опасностью, которую могут представлять напольные покрытия, является возможность распространения пожара в соседние помещения и в объеме здания, образования дымовой среды и токсичных соединений летучих продуктов их терморазложения в процессе горения [1].

В России за 2024 год произошло 347210 пожаров, на которых погибло 7545 человек, в том числе 378 несовершеннолетних. В зданиях, помещениях учебно-воспитательного назначения произошло 351 пожаров, на которых погиб 1 человек, получили травмы 3 человека [2].

Основными причинами распределения пожара в зданиях образовательных организаций являются (рис. 1):

1. Аварийный режим работы электрических сетей и оборудования - 245 пожаров.
2. Неосторожное обращение с огнём - 57 пожаров, в том числе:
 - неосторожность при курении - 7 пожаров;
 - детская шалость - 12 пожаров.
3. Поджог - 27 пожаров.
4. Иные причины - 22 пожара.

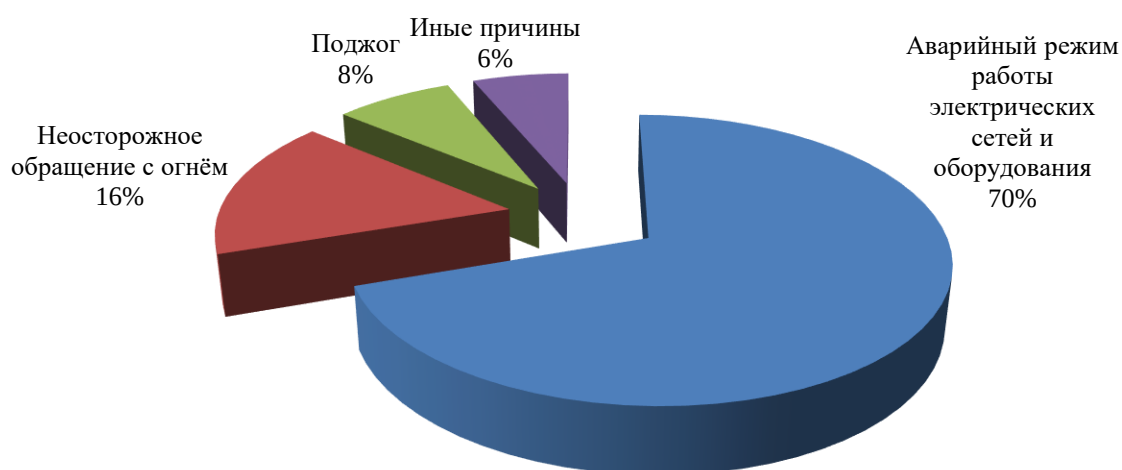


Рис. 1. Основные причины распределения пожара в зданиях образовательных организаций.

Для полной и достоверной оценки пожарной опасности напольных покрытий в России введен комплекс пожарно-технических характеристик:

- воспламеняемость,
- способность распространять пламя по поверхности материала и образовывать дымовую среду,
- выделять летучие токсичные продукты горения.

Указанные характеристики оцениваются по результатам лабораторных исследований согласно стандартным методам испытаний, совершенствование которых всегда будет являться актуальной и перспективной задачей для ученых и специалистов [1].

Основные причины этого заключаются в появлении на рынке новых материалов напольных полов и их многообразие, а также в ограниченных возможностях применения результатов стандартных испытаний при моделировании реальных пожаров ввиду создания лабораторных условий, соответствующих одному конкретному сценарию развития пожара [1].

В мировой практике существует несколько научных подходов в направлении комплексной оценки пожарной опасности материалов напольного покрытия, что привело к созданию в разных странах национальных требований к нормированию применения напольных покрытий. Для более согласованного применения методов, испытаний и единого толкования требований по применению таких материалов в зданиях различного функционального назначения, мировое сообщество с середины прошлого века стремится к созданию унифицированной системы нормативных документов [1].

В данной связи совершенствование и актуализация существующих и разработка новых методов оценки пожарной опасности напольных покрытий для формирования основ их пожаробезопасного применения приобретает ещё большую актуальность и значимость [1].

В настоящее время в детских садах Республики Марий Эл применяются линолеумы, более 80% существующих детских садов 1980х годов постройки, капремонт в заведениях не проводился, покрытия старые. Поэтому было принято решение провести изучение поведения напольных покрытий в условиях пожара.

Для зданий дошкольных образовательных учреждений (категория Ф1.1 по пожарной безопасности) допускается использование напольных покрытий не выше класса КМ2 по пожарной опасности. Это означает, что материал должен быть умеренно воспламеняемый, не способствовать распространению огня и иметь умеренную токсичность дыма при горении. Покрытия с классом выше КМ2 в детских садах применять не разрешено, особенно на путях эвакуации и в основных зонах пребывания детей.

Практические рекомендации по выбору и применению:

- выбирать покрытия с классом пожарной опасности КМ2 или ниже, учитывая требования к эвакуационным путям (коридоры, фойе) и основным помещениям детского сада;

- предпочтение отдается материалам с антискользящими свойствами для предотвращения травм;

- покрытия должны быть экологически чистыми, не выделять вредных веществ, быть влагостойкими и устойчивыми к истиранию;

- рекомендуется использовать покрытия, легко поддающиеся уборке и дезинфекции, что важно в условиях детского учреждения.

Наиболее распространены виды напольных покрытий, применяемые в детских садах:

- линолеум коммерческий с повышенной износостойкостью и классом пожаробезопасности КМ1-КМ2, легко моющийся, влагостойкий. Требуется выбор экологичных марок без сильного запаха (табл. 1);

- ковровые покрытия и ковролин с коротким ворсом (до 12 мм), изготовленные из синтетических огнестойких материалов. Используются в игровых и спортивных зонах, однако строго контролируются условия их чистки;

- кварц-виниловые покрытия (например, кварц-виниловый ламинат) с высоким классом износостойкости (до 43), классом антискольжения R11 и противопожарной безопасностью КМ2, отличаются долговечностью и простотой ухода.

-

Таблица 1

ПВХ-покрытия для образовательных помещений

Торговые марки	Пожарные показатели	Класс пожарной опасности	Разрешенная область применения
Таркетт АСН Forbo Lina Fatra IVC Concept	B2, Д2, Т2, РП1	КМ2	В зальных помещениях, включая детские дошкольные, общеобразовательные учреждения. На путях эвакуации до 17 этажей. (Нельзя укладывать на лестничных клетках и в вестибюлях в ДОУ)

Анализируя данные статистики по пожарам, а также действующие нормы РФ при выборе напольного покрытия для детского сада необходимо ориентироваться на следующие моменты:

- максимальную безопасность для детей;
- экологичность;
- практичность в применении.

Самый не дорогой и практичный вариант применения напольного покрытия в детском саду остается линолеум. Поэтому необходимо уделять особое внимание к пожаробезопасности напольных покрытий в детском саду, а это комплекс требований, объединяющий нормативные ограничения, технические характеристики материала и практические аспекты эксплуатации. Соблюдение этих условий гарантирует безопасность детей и персонала, а также минимизирует риски при пожаре.

Библиографический список

1. Григорьева М.П. Пожаробезопасное применение напольных покрытий в зданиях с планировкой коридорного типа: автореф. дис. на соискание ученой степени канд.тех.наук: 05.10.2018. Москва, 2018. 3-5 с.
2. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2024г. [Электронный ресурс].-URL: https://87.mchs.gov.ru/uploads/resource/2025-04-25/11-statisticheskie-dannye_1745532917320520496.pdf (дата обращения: 18.09.2025).
3. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
4. Федеральный закон Российской Федерации от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 25 декабря 2023 года)»

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ КАК НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Е.Н. Колесникова¹, В.В. Кудинов²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

¹ Ekaterina.Ksen16@mail.ru, ² witka2017@yandex.ru

В статье рассматривается значимость влияния оценки профессиональных рисков на культуру безопасности. Также проанализирована важность данного вопроса и актуальность. Необходимость создания безопасной атмосферы является важным фактором.

Ключевые слова: охрана труда, оценка профессиональных рисков, культура безопасности, риски, анализ рисков, безопасность в работе.

На любом современном предприятии существует большое количество потенциальных опасностей, которые могут привести к негативным последствиям, ухудшению самочувствия сотрудников и травматизму [1].

Решение проблемы обеспечения безопасности является актуальной и по сей день, так как опасностями, в широком понимании, может быть все живое и неживое. При их возникновении они могут причинить вред всей материальной среде.

Источниками опасностей являются:

- действия людей;
- техногенная среда;
- естественные процессы.

Реализуются опасности в виде:

- потоков энергии;
- потоков вещества;
- информации.

На рабочем месте сотрудник воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности. При чем, чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше число антропогенных опасностей, с которыми сотрудник может столкнуться.

Данные опасности могут воздействовать на человека в течение всего рабочего дня, периодически или импульсно [2].

Для более глубокого изучения данной темы разберем определения «оценка профессиональных рисков» и «культура безопасности».

Оценка профессиональных рисков - процедура по выявлению вредных и опасных производственных факторов условий труда сотрудника на рабочем месте.

Культура безопасности – элемент организационной культуры, связанный с обеспечением безопасности и соблюдением стандартов безопасности.

Культура безопасности в организации в конечном счете отражается в том, как обеспечивается безопасность на рабочих местах. Также она оказывает решающее влияние на эффективность работы сотрудников при выполнении задач, связанных с безопасностью, и, следовательно, на уровень безопасности в организации.

Культура безопасности формируется на:

- вовлеченности;
- приверженности;
- лидерстве;
- коммуникации;
- информировании о происшествиях.

Также культура безопасности не может быть создана или изменена за один момент. Она формируется с течением времени под влиянием истории, методов обеспечения охраны труда и техники безопасности.

Культура безопасности присутствует в каждом предприятии, просто в некоторых организациях она может быть развита лучше, чем в других.

Культура безопасности оказывает значительное влияние на эффективность работы сотрудников и, следовательно, на уровень безопасности организации в целом [3].

Культура безопасности включает в себя:

- нормы;
- правила;
- способы выполнения норм и правил.

Культура безопасности может быть высокой только в том случае если сотрудники начнут соблюдать правила безопасности только потому, что считают это действительно верным и единственным вариантом выполнения работы, а не под принуждением. Сотрудники ставят на первое место свое здоровье и безопасность, понимают, что это является ключевой ценностью организации.

Достойную культуру безопасности на любом предприятии можно достичь с помощью:

- заботы и внимания к опасным факторам;
- реалистичных методов работы с опасными факторами;
- непрерывного организационного обучения;
- лидерства руководства в вопросах безопасности;
- открытая коммуникацию по вопросам возникших рисков.

Забота и внимание к опасным факторам. Рассмотрим этот пункт более подробно, а также изучим действительно ли он является важным в культуре безопасности и занимает главную позицию.

Опасные и вредные факторы – это факторы трудового процесса и обстоятельства, которые могут причинить вред здоровью человека и привести к ухудшению его самочувствия.

Существующая процедура по оценке профессиональных рисков поможет вовремя выявить существующие риски, предотвратить опасные и вредные ситуации, которые могут произойти с сотрудником во время выполнения какой-либо рабочей обязанности.

Существует большое количество методов по оценке профессиональных рисков на рабочем месте. Каждый имеет свои недостатки и преимущества. Самым лучшим вариантом перед проведением будет выбрать наиболее подходящий вариант расчета и использовать его.

Данная процедура оценки рисков состоит из нескольких этапов:

1. Выявление всех возможных опасностей.

На данном этапе выявляются все возможные ситуации, которые могут произойти с сотрудником. Также важно выявить все потенциальные источники, ситуации и действия, которые могут стать причиной травмы.

2. Оценка уровней рисков.

Данную процедуру проводят для того, чтобы ранжировать оценку уровней рисков и определить меры для снижения уровня наиболее высоких мер. Риск распределяют и рассчитывают, как сочетание вероятности причинения ущерба и тяжести ущерба [4].

3. Разработка мероприятий по снижению или контролю уровней риска.

Данный пункт позволяет провести мероприятия, которые бы снизили уровень риска.

Примеры мероприятий:

- исключение опасной работы и материала, которую может совершать работник;
- замена опасной работы или материала на более безопасную;
- внедрение технологий и методов, которые позволят ограничить риски;
- внедрение административных мер для контроля качества выполнения мероприятий по безопасности;
- назначить обучение;
- обеспечить СИЗ.

Обратимся к конкретному примеру выполнения работы сотрудника, который пилит деревья (см. рис. 1).



Рис. 1. Выполнение работы с использованием ненадлежащего защитного снаряжения.

Составим несколько возможных очевидных рисков для дальнейшего внесения их в карту оценки профессиональных рисков.

Риски для работника-лесоруба в соответствии Приказом Минтруда РФ от 28.12.2021 N926 могут быть:

1. Физические:

- падение с высоты;
- падение объектов (деревья, ветви, оборудование);
- удар инструментом и оборудованием;
- порезы от оборудования, деталей;
- травмы опорно-двигательной системы.

2. Химические риски:

- воздействие токсичных веществ (гербициды, пестициды);
- аллергические реакции на растения.

3. Пожарные риски:

- возникновение пожара из-за работы с оборудованием;
- использование в работе легковоспламеняющихся материалов.

4. Электрические риски:

- удары электрическим током.

5. Экологические:

- воздействие различных неблагоприятных погодных условий;
- опасности от диких животных и растений.

6. Организационные:

- неправильная организация рабочего процесса;
- недостаток информации о новых методах работы.

7. Психосоциальные риски:

- стресс;
- переутомление.

Этот список также можно дополнить при более полном изучении профессии и особенностей проведения работ.

При отсутствии проведения данной процедуры сотрудник не будет знать данных рисках.

Обсудим, что может произойти с сотрудником если выдать ему средства индивидуальной защиты, которые потребуются, оборудование и даже обучить охране труда, но не провести процедуру оценки профессиональных рисков.

Как мы видим, если первым делом не провести процедуру и не ознакомить с ней сотрудника, то могут произойти следующие ситуации:

А) Полное непонимание действительных рисков во время работы.

Сотрудник во время исполнения трудовых обязанностей даже не сможет оценить потенциальные угрозы. Например, сотрудник не знает об опасности работы с электрооборудованием, он может проигнорировать данные предостережения или использовать средства индивидуальной защиты не должным образом.

Б) Не придание значения неподходящему СИЗ.

Например, сотрудник лесопилки во время работы может использовать обычные перчатки, не защищающие от порезов со специальным покрытием, то это может его травмировать.

В) Игнорирование специфики данного рабочего места.

Например, во время работы могут быть специфические условия труда или условия, которые сотрудник может просто не узнать, не ознакомившись заранее с картой оценки профессиональных рисков. А ведь это также важно и может привести к ухудшению самочувствия сотрудника и травмам.

Г) Получение травм и заболеваний. Без данной процедуры вероятность получения травмы, действительно, значительно возрастет.

Исходя из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод, что культура безопасности требует от специалистов по охране труда новых подходов, идей и действий. Нужно стараться совершенствовать уже существующие мероприятия для уменьшения уровня травматизма, способствовать выявлению всех ситуаций, способных травмировать сотрудников, создавать карты оценки профессиональных рисков, ознакомлять с ними сотрудников.

Таким образом, именно проведение оценки профессиональных рисков является неотъемлемой частью формирования высокой культуры безопасности на любом предприятии. Данная процедура выявляет все возможные риски и угрозы. Также следует проводить данную процедуру с помощью комплексного метода, чтобы более углубленно и точно провести данную процедуру [5].

Библиографический список

Обознов, А. А. Культура безопасности в техногенном мире / А. А. Обознов, Ю. В. Бессонова // Мир психологии. – 2018. – № 4(96). – С. 115-123.
Мусаханова, А. К. Оценка культуры безопасности в медицинской организации и влияние мероприятий по культуре безопасности на отчетность об

инцидентах / А. К. Мусаханова, С. К. Омарова, А. Ж. Байбусинова // Journal of Health Development. – 2023. – Т. 1, № 50. – С. 60-71.

Safety_culture [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Safety_culture (дата обращения: 18.09.2025).

Лисянский, А. Б. Культура безопасности компании / А. Б. Лисянский // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 1(138). – С. 1039-1043.

Абатаев, А. А. Культура безопасности пожарно-спасательных служб: учебное пособие / А. А. Абатаев, С. Ю. Нарциссова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Эдитус", 2025. – 100 с.

О ПРОБЛЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ГОРЕНИИ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Ю. Д. Кузнецов¹, Е. Ю. Колесников²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

¹ yura.kuz30@gmail.com, key3108@ya.ru

В статье поднимается вопрос степени разработанности математического аппарата, используемого для оценки интенсивности теплового излучения при горении твердых горючих материалов. Итогом проведенного анализа литературы является вывод о необходимости агрегации существующих опытных данных и составлении на их основе универсальных эмпирических выражений.

Ключевые слова: пожарная безопасность, спринклерное пожаротушение, твердые горючие материалы.

Во многих исследованиях, изучающих спринклерное пожаротушение, изучение формирования аэрозоля и предсказание его конуса распыления осуществляются без рассмотрения взаимодействия с восходящими газообразными продуктами горения и непосредственно очагом пожара. Одним из ключевых параметров, характеризующих пожары, является интенсивность теплового излучения пламени. В то время как методики определения интенсивности теплового излучения для пожаров жидких и газообразных топлив хорошо известны и закреплены нормативно-правовыми актами РФ, вопрос оценки интенсивностей теплового излучения для пожаров твердых веществ все еще сохраняет свою актуальность.

Упоминание методики расчета интенсивности теплового излучения при горении твердых веществ присутствует лишь в СП 12.13130.2009 [1]. В рамках этого документа постулируется универсальность расчета интенсивности теплового излучения от пожаров проливов ЛВЖ, ГЖ, СУГ, СПГ и горения твердых материалов (включая горение пыли). Для этого используется формула (1):

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau \quad (1)$$

где q – интенсивность теплового излучения, падающего на объект-мишень, кВт/м²

E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м²;

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

Несмотря на постулированную пунктом В.5.1 СП универсальность расчета по формуле (1) и определение величины параметра $E_f = 40$ кВт/м² для всех твердых материалов, расчет прочих параметров не предусматривает возможность использования данной методики для оценки интенсивности теплового излучения при пожарах твердых материалов. Так, в пункте В. 5. 4. СП производится расчет высоты пламени, где фигурирует параметр «удельная скорость выгорания жидкости», что однозначно исключает применимость данного выражения для оценки высоты пламени при горении твердых материалов.

В иных нормативно-правовых актах, содержащих данную методику и опубликованных позже СП 12.13130.2009, и вовсе исключается возможность расчета интенсивности теплового излучения для пожаров твердых веществ: из текста документа исключаются их упоминания, как и упоминания величины среднеповерхностной плотности теплового излучения пламени для твердых веществ [2].

Впрочем, следует упомянуть, что существуют и альтернативные подходы к оценке величины интенсивности теплового излучения от пожаров твердых материалов [3]. В частности, приводится формула (2):

$$q = v_m \cdot [c_p \cdot (T_{пл} - T_0) + Q_{пл} + c_p^1 \cdot (T_k - T_{пл}) + Q_{исп} + Q_p + Q_{T.O}] \quad 2)$$

где q – интенсивность теплового излучения, поступающего от зоны пламени к поверхности твердого вещества, Вт/м²;

v_m – массовая скорость выгорания, кг/(м²·с);

c_p, c_p^1 – теплоемкость твердой фазы и расплава соответственно, кДж/кг·К;

$Q_{пл}, Q_{исп}, Q_p$ – теплота плавления, испарения и разложения соответственно, кДж/кг;

$Q_{T.O}$ – теплота, пошедшая на нагрев твердого остатка, кДж/кг;

$T_k, T_{пл}$ – температура кипения и плавления вещества соответственно, К;

T_0 – начальная температура, К.

Многие из компонентов формулы (2) будут оказываться нулевыми в зависимости от природы твердого горючего вещества, поскольку для некоторых твердых материалов переход в газовую фазу протекает минуя

процесс плавления – через процесс разложения (это касается, например, древесины).

Использование формулы (2) сопряжено с рядом сложностей. Некоторые из ее компонентов можно без труда найти в различных справочных источниках – например массовую скорость выгорания [4], другие находят путем проведения экспериментов, результаты которых не так широко известны. Примером такого параметра можно считать удельную теплоту термического разложения [5].

Еще одним явным недостатком выражения (2) является отсутствие зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния, на котором находится объект-мишень. Таким образом, данное выражение подходит для оценки интенсивности теплового излучения лишь на поверхности пламени.

Говоря о научных исследованиях, направленных на установление эмпирических корреляций для интенсивностей теплового излучения на основе экспериментальных данных, в большинстве своем они направлены на изучение различных вариаций пожаров пролива [6, 7].

Впрочем, существуют и малочисленные работы, изучающие интенсивность теплового излучения пожара твердых материалов. В исследовании [8] проведен анализ 112 полномасштабных экспериментов с пожарами твердых веществ различной природы. Результатом этого анализа стали следующие выводы:

1. Момент времени $t_{\max}$, которому соответствует пиковая интенсивность теплового излучения, наступает раньше при увеличении пожарной нагрузки. С увеличением интенсивности работы вентиляции этот момент времени наступает позже.

2. На величину максимальной интенсивности теплового излучения оказывает влияние ряд факторов:

- а) пожарная нагрузка;
- б) вид облицовочных материалов;
- в) степень открытости пространства и геометрия помещения в целом, влияющие на приток воздуха к очагу пожара.

3. Целлюлозные виды топлива, такие как древесина, обычно медленно тлеют, в то время как углеводородные и жидкие/расплавленные виды топлива сгорают быстрее. Кроме того, увеличение плотности пожарной нагрузки приводит к более медленному снижению интенсивности теплового излучения. Полученные данные подчеркивают, что тип топлива является важным фактором, влияющим на скорость снижения интенсивности теплового излучения с течением времени, поскольку другие параметры дают противоречивые результаты, затрудняющие возможность делать окончательные выводы.

Впоследствии, результаты данной работы были обобщены ее авторами в эмпирическую корреляцию [9], позволяющую оценить интенсивность теплового излучения в момент перехода от локального пожара к воспламенению всех горючих поверхностей в помещении (flashover).

Таким образом, вопрос создания универсального выражения для оценки интенсивности теплового излучения, сопровождающего пожары твердых материалов так и остается нерешенным. Ни один из рассмотренных подходов не позволяет вычислить величину падающей на объект-мишень интенсивности теплового излучения, создаваемого пламенем пожара твердых горючих материалов. Искоренить рассмотренную концептуальную полноту можно за счет проведения собственных экспериментов или обобщения существующих в открытом доступе экспериментальных данных, которые позволят построить эмпирические корреляции для расчета интенсивностей теплового излучения, зависящие, главным образом, от двух параметров: природы вещества и расстояния до объекта-мишени.

Библиографический список

1. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
2. Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 26 июня 2024 г. № 533 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
3. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: краткий курс лекций по дисциплине для студентов для всех форм обучения для специальности 20.05.01 Пожарная безопасность / Сост.: В.А. Хрисониди; Филиал Майкоп. гос. технол. ун-т в пос. Яблоновском. Кафедра инженерных дисциплин и таможенного дела – Яблоновский: Изд. Филиала МГТУ в пос. Яблоновском, 2018. – 174 с.
4. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М: Академия ГПС МВД России, 2000, 118 с.
5. Микова Надежда Михайловна, Фетисова Ольга Юрьевна, Иванов Иван Петрович, Павленко Нина Ивановна, Чесноков Николай Васильевич. "Изучение термического воздействия на превращения древесины и коры осины" Химия растительного сырья, № 4, 2017, С. 53-64.
6. Xiaohan Guo, Mingnian Wang, Li Yu, Jianxun Huo, Guangbin Ni, Xin Chen, Zhenyu Zhou, Heat release rate prediction for high-altitude gasoline pool fires based on field tests of combustion characteristics, International Journal of Thermal Sciences, Volume 197, 2024, 108785, ISSN 1290-0729, <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2023.108785>.
7. Qiong Liu, Kehong Li, Chao Yuan, Shengze Lin, Zhengyang Wang, Zhi Li, Weilin Xu, The study on calculation method of burning rates of discrete multiple fires, International Journal of Thermal Sciences, Volume 217, 2025, 110053, ISSN 1290-0729, <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2025.110053>.
8. Mohammad Javad Moradi, Hamzeh Hajiloo, Meta-analysis of compartment fires: Exploring extensive experimental datasets with heat release rate in focus, Applied Thermal Engineering, Volume 266, 2025, 125733, ISSN 1359-4311, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2025.125733>.

9. Mohammad Javad Moradi, Hamzeh Hajiloo, Quantitative review of experimental tests and theoretical models of flashover occurrence in compartment fires, Fire Safety Journal, Volume 155, 2025, 104432, ISSN 0379-7112, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2025.104432>.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Д.А. Огурцов

*Южно-Уральский государственный университет
rubyua@yandex.com*

В статье рассматривается проблема пожарной безопасности воздушных линий электропередач (ВЛЭП) в контексте однофазных замыканий на землю, которые могут приводить к возгоранию лесных материалов. Отмечается недостаточная изученность данной проблемы в странах СНГ и обосновывается необходимость детальных исследований. Предлагается разработка экспериментальных методик, направленных на выявление критических параметров возникновения пожаров, что позволит сформировать научно обоснованные рекомендации по их предотвращению.

Ключевые слова: пожарная безопасность, воздушные линии электропередач, замыкание, воспламенение, экспериментальные исследования.

Возгорания, вызванные воздушными линиями электропередач (ВЛЭП), представляют серьезную угрозу для окружающей среды и инфраструктуры, особенно в регионах с густыми лесными массивами. Однако в странах СНГ существует значительный пробел в исследовании механизмов воспламенения лесных материалов в результате замыкания на землю. Несмотря на известность основных причин пожаров, количественная оценка вероятности воспламенения и влияние различных параметров электрического разряда остаются недостаточно изученными.

Большинство исследований [1, 2] сосредоточено на общих аспектах пожарной безопасности ВЛЭП, таких как искрение, схлестывание проводов, и коронные разряды, однако экспериментальные работы, направленные на изучение условий возгорания растительности при электрическом замыкании, практически отсутствуют.

Данный пробел требует детального изучения с использованием экспериментальных методик, позволяющих установить критические параметры возникновения пожаров.

Ключевые факторы, влияющие на вероятность возгорания лесных материалов при однофазном замыкании на землю, включают параметры тока

замыкания, свойства окружающей среды, а также электрическое и тепловое сопротивление грунта в месте замыкания.

Одним из определяющих факторов является тип заземления системы, который напрямую влияет на величину тока замыкания и его длительность. В сетях с изолированной нейтралью однофазные замыкания часто сопровождаются небольшими токами, что, согласно нормативным документам [3], позволяет оставлять линию электропередач в работе и позволяет процессу нагрева продолжаться дольше, создавая условия для воспламенения. Кроме того, переходные перенапряжения, возникающие в момент замыкания, могут создавать критические условия для инициирования горения, особенно в условиях сухой и жаркой погоды.

Сопротивление в точке замыкания играет ключевую роль, так как его величина определяет уровень протекающего тока. Высокое сопротивление ограничивает ток замыкания, что может привести к локальному нагреву и повышению вероятности возгорания. Существенное влияние на сопротивление оказывает тип грунта и его влажность: песчаные и каменистые почвы обладают высоким удельным сопротивлением, что способствует нагреву в точке контакта, тогда как глинистые и влажные почвы рассеивают тепло быстрее [4].

Дополнительно, лесная подстилка, включающая сухие листья, хвою и другие органические материалы, имеет высокую горючесть. Пористая структура подстилки способствует накоплению тепла и может привести к самовоспламенению при длительном воздействии электрического разряда.

Важно отметить, что воздействие этих факторов в совокупности до сих пор слабо изучено, а их взаимодействие может приводить к непредсказуемым сценариям возгорания.

Для формирования зависимостей и исследования вероятности возгорания лесной горючей массы при однофазном замыкании на землю разработана экспериментальная установка [5], имитирующая реальные условия такого замыкания.

Экспериментальная установка представляет собой комплекс, включающий источник регулируемого переменного напряжения, блок управления и регистрации параметров, контейнеры с различными исследуемыми материалами, токопроводящую шину, моделирующую растекания тока при замыкании на грунт, а также датчики температуры, влажности, напряжения и тока. Один из выводов источника подключается через токопроводящую шину к различным видам грунта, что позволяет исследовать влияние их электрического и теплового сопротивления. Второй вывод соединяется с проводником, имитирующим воздушную линию электропередач, который располагается на исследуемых образцах лесной подстилки. Чертеж с общим видом установки представлен на рис. 1.

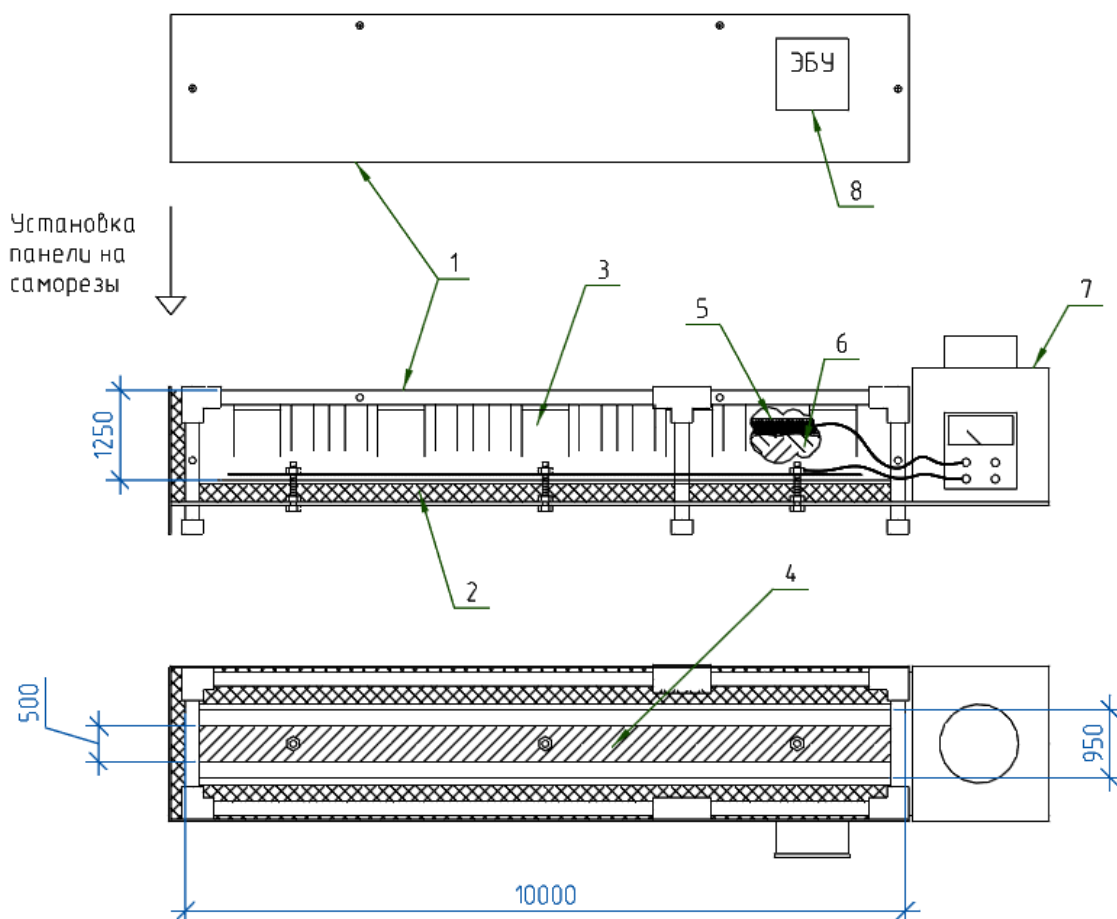


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки:
 1 – внешний корпус; 2 – изолирующий материал; 3 – контейнер; 4 – токопроводящая шина; 5 – имитационный проводник; 6 – лесной горючий материал и грунт; 7 – ЛАТР; 8 – электронный блок управления.

Целью экспериментов является выявление критических условий, при которых происходит самовоспламенение, а также анализ механизма накопления тепла в зоне контакта.

Работа с установкой начинается с подготовки исследуемых образцов., включающих различные типы грунта (песчаный, глинистый, каменистый) и лесной подстилки (хвоя, сухие листья, древесная кора). Далее образцы с определенной влажностью размещаются в контейнере установки.

Во время эксперимента могут регулироваться напряжение и ток замыкания при помощи ЛАТР, а также площадь контакта проводника с исследуемыми материалами. ЭБУ автоматически управляет ходом эксперимента анализируя и ведя запись изменения тока, напряжения, температуры и влажности в зоне контакта, позволяя анализировать динамику нагрева исследуемых образцов во времени.

Выводы

Разработка и проведение экспериментальных исследований в данной области открывают возможности для создания эффективных методов

прогнозирования и предотвращения пожаров вблизи ВЛЭП. Полученные результаты позволят разработать математические модели, описывающие процессы воспламенения лесных материалов под воздействием электрического разряда, что обеспечит более точное предсказание рисков.

Дальнейший анализ данных и тестирование различных параметров приведет к оптимизации конструкций ВЛЭП и систем защиты, направленных на минимизацию угрозы возгорания. Кроме того, практическое применение этих исследований повысит уровень безопасности эксплуатации энергетической инфраструктуры, особенно в регионах с высокой пожарной опасностью, таких как лесные и сельскохозяйственные районы.

Автор выражает благодарность организаторам конференции за возможность представить данную работу.

Библиографический список

Козлова Ю. С. Оценка пожарной опасности короткого замыкания для решения задач расследования и экспертизы пожаров от аварийных режимов в воздушных линиях электропередачи //XXI век. Техносферная безопасность. – 2021. – Т. 6. – №. 4 (24). – С. 363-368.

Семенцова, Ю.С. О причинах пожаров в распределительных электрических сетях / Ю.С. Семенцова // Сборник VIII междунар. научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования». -Душанбе, 2016. - Ч. 1. - С. 94-96.

Правила устройства электроустановок. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2003. 736 с

Поздняков А. И. Электрические параметры почв и почвообразование //Почвоведение. – 2008. – №. 10. – С. 1188-1197.

Патент № 232 348 Российская Федерация, МПК G01R 31/00 2006.01). Экспериментальный стенд: № 2024130239: заявл. 08.10.2024: публ. 10.03.2025 / Огурцов Д.А, Сидоров А.И. – 3 с.

РИСКОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ТЕХНОСФЕРЕ. СНИЖЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕВЕНТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.

И.А. Соломатин

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, IvanSolomatin99@yandex.ru*

В статье представлены результаты анализа производственного травматизма за прошлые года и взаимосвязь с оценкой рисков в техносфере.

Тенденция показывает положительное влияние рискориентированного подхода на повышение безопасности производства и снижение травматизма. Предложены варианты развития и совершенствования методов оценки рисков.

Ключевые слова: травматизм, оценка рисков, рискориентированный подход, безопасность, методы оценки рисков, автоматизация.

Снижение травматизма и повышение уровня безопасности является важной задачей каждой компании и каждого работодателя [1]. Согласно трудовому законодательству Российской Федерации, работодатели обязаны соблюдать нормативные требования в сфере охраны труда, а также внедрять и совершенствовать меры по предотвращению травматизма на рабочих местах. Одним из основных инструментов управления безопасностью производства является правильно организованная система управления охраной труда, которая включает в себя обширную структуру взаимодействия [2].

Система управления охраной труда начинается с политики и целей работодателя, которые позволяют задать вектор развития для дальнейшего повышения уровня безопасности производства [3-4]. Распределение обязанностей и полномочий между руководителями структурных подразделений формирует условия для грамотного делегирования и соблюдения требования на линейных производственных участках.

Важным, если не важнейшим, элементом системы управления охраной труда и безопасности предприятия в целом, является грамотно проведенная оценка рисков [5]. Внедрение рискориентированного подхода в процесс обеспечения безопасности играют важную роль в предупреждении возможного производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Грамотная оценка рисков позволяет с минимальными финансовыми и ресурсными затратами обеспечить необходимый уровень безопасности, а также осуществлять непрерывный контроль [6-7].

Оценка рисков представляет из себя системный процесс определения опасностей, анализа и оценки рисков для безопасности и жизни работников, а также для принятия мер по их снижению. Чаще всего процедура оценки рисков на предприятиях проходит в несколько этапов:

1. Подготовительный этап. На данном этапе определяются основные цели данного мероприятия, формируется состав комиссии, которая будет проводить оценку рисков (обычно туда включаются руководители структурных подразделений, сотрудники отдела охраны труда и высшее руководство), и также происходит сбор базовых данных, такие как статистика за прошлые года, паспорта используемого оборудования и технологических процессов.

2. Идентификация опасностей. В этот момент проводится полуколичественная оценка (метод экспертных оценок), которая включает в себя определение всевозможных источников опасностей и распределение по категориям в перечне опасностей на рабочем месте.

3. Анализ и оценка рисков. Именно в этот момент проводится количественная оценка, которая включает в себя определение вероятности события и возможных последствий, а также расчет уровня риска, например матричным методом или методом Файна-Кинни. Данные значения позволяют

в дальнейшем принять решение, к какому классу риска можно отнести данную опасность.

4. Разработка мер по управлению рисками. На данном этапе, уже имея готовые численные значения рисков, происходят административные мероприятия по управлению и снижению данных рисков. Например, возможна замена опасных факторов или исключение человека из опасных условий труда. Зачастую все ограничивается организационными мерами, такими как: проведение повторных инструктажей, обучение и ознакомление с новыми инструкциями по охране труда.

5. Документирование результатов. После принятых решений необходимо задокументировать данный процесс и оформить отчет о проведенной процедуре оценки рисков и опубликовать карты оценки рисков для каждого рабочего места. Все эти документы подписываются и утверждаются работодателем и потом с ними знакомят сотрудников.

6. Мониторинг и пересмотр оценки. Так как процесс оценки рисков должен быть обеспечен на постоянной основе, то сразу же после утверждения результатов должны быть внесены изменения в систему управления и проведена повторная оценка рисков с новыми условиями.

К огромному сожалению, зачастую процесс оценки рисков ограничивается оформлением отчета и карт оценки рисков на рабочем месте и ознакомлением сотрудников с результатами. Очень редко данный процесс происходит на постоянной основе, так как занимает много сил, времени и ресурсов.

Такие мероприятия, как проведение инструктажей, обучение безопасным методом и приемам выполнения работ, выдача средств индивидуальной защиты должны быть обдуманные и обоснованные. В прошлые года СИЗ выдавались по типовым нормам, что не позволяло обеспечить необходимую безопасность сотрудников при выполнении работ с повышенной опасностью. В данный момент, после введения Приказа Минтруда РФ от 29.10.2021 года №767н, выдача и нормы СИЗ (при отсутствии должности в перечне) основываются на проведенной оценке рисков и выбираются работодателем самостоятельно. Для того, чтобы все описанные выше мероприятия были направлены в нужное русло, имели отклик у сотрудников, а также не требовали излишних и бессмысленных затрат, необходима качественная оценка рисков и проведение превентивных мероприятий.

Данные травматизма последних лет, представленные на рисунках 1 и 2 показывают тенденцию снижения уровня травматизма, что подтверждает, что внедрение мероприятий по оценке рисков действительно оказало необходимый эффект [8].

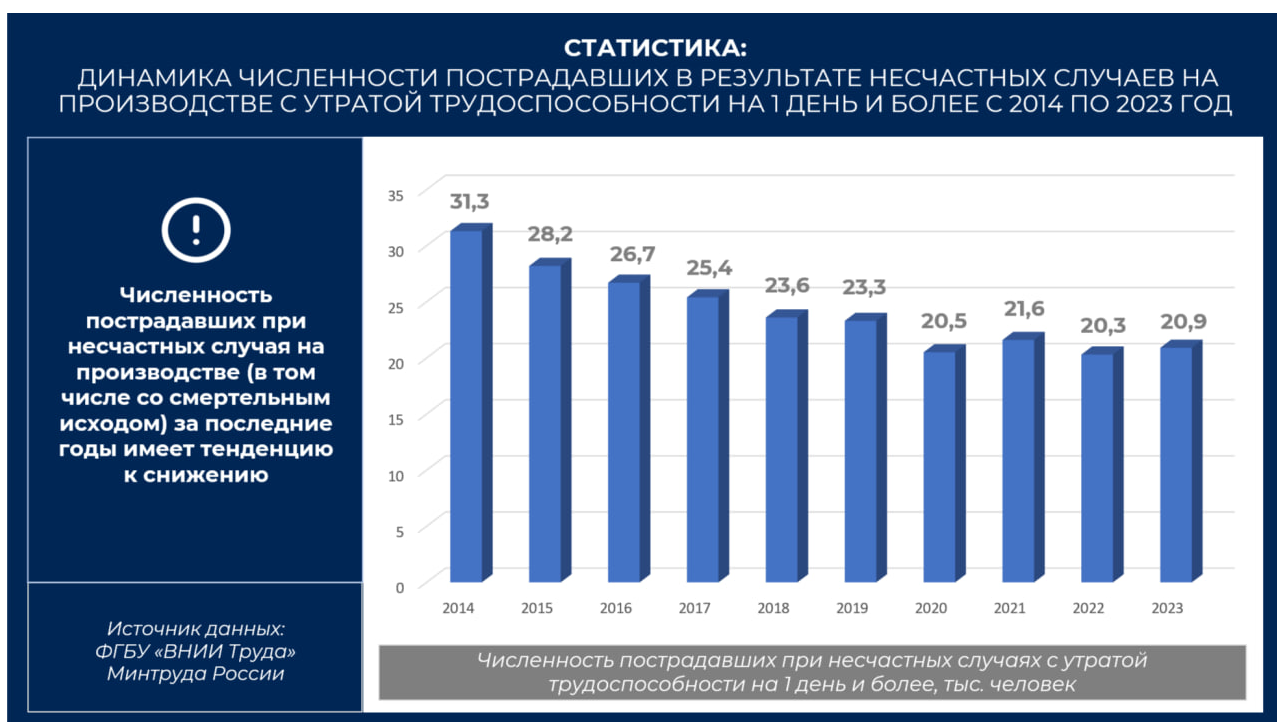


Рис.1. Численность пострадавшим при НС с утратой трудоспособности на 1 день и более.

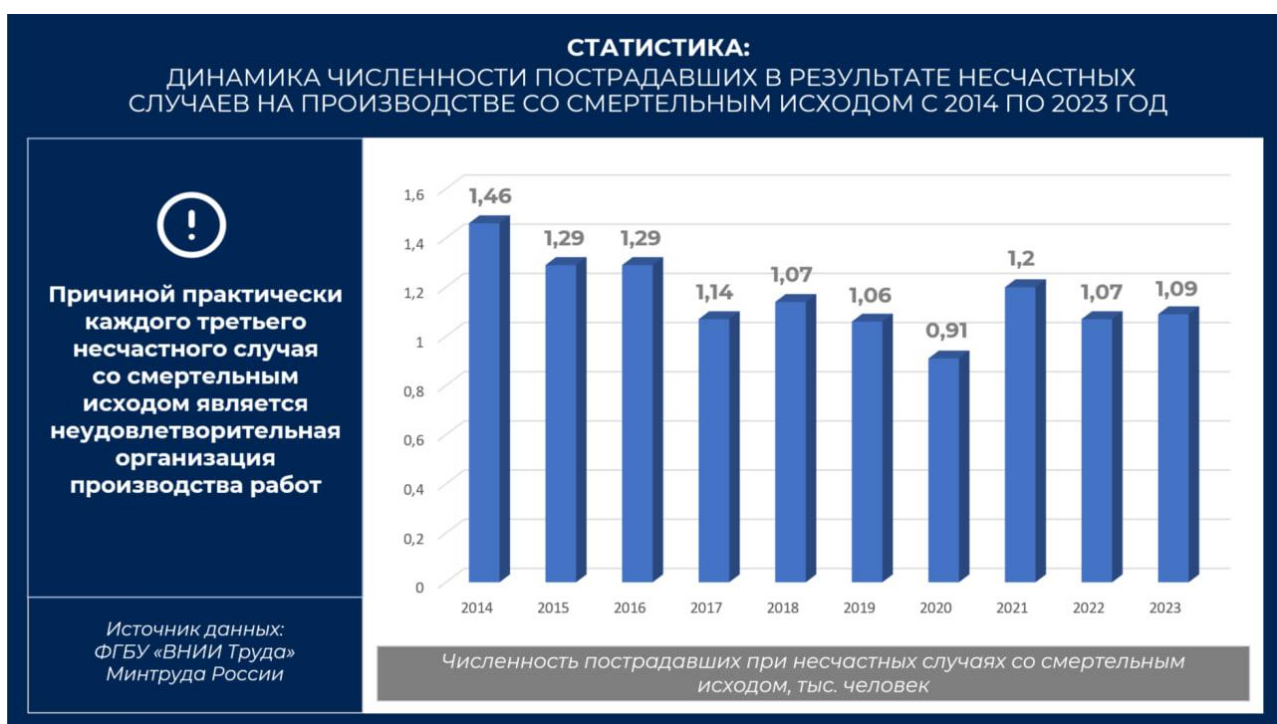


Рис. 2. Численность пострадавших при НС со смертельным исходом.

Повышение значений в последние годы может быть связано с различными факторами: возвращение большого числа сотрудников на свои рабочие места после снятия ковидных ограничений, геополитическая ситуация в мире, развитие и появление новых технологий. Однако невооруженным взглядом можно определить, что рискориентированный подход в техносфере позволяет повышать безопасность производства и

улучшать условия труда сотрудников, тем самым позволяет снижать уровень травматизма и профессиональных заболеваний.

Однако, как было сказано ранее, не все компании проводят действительно качественную оценку рисков, а чаще всего все ограничивается подписанными документами на случай проверки. Это связано с тем, что не существует единой методики оценки рисков [9-12]. Еще что важно, каждая компания вправе для себя сама выбирать каким инструментом оценки рисков ей пользоваться и как трактовать, главное — это правильно оформить и ознакомить с результатами сотрудников. Данная расплывчатость играет двоякую роль в обеспечении безопасности производства: с одной стороны, работодатели в зависимости от специфики своей деятельности в праве сами выбирать методы оценки рисков, которые им больше подходят. Например, для малых компаний актуальны будут чек-листы, простые контрольные карты или метод «что, если?». Эти методы простые, наглядные и малозатратные, позволяют быстро определять опасности и разбирать конкретные ситуации по частям. Для крупных предприятий и производств необходимы более детализированные методы, так как структуры рисков куда сложнее и масштабы бедствий могут быть катастрофически. Чаще всего применяют FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), HAZOP (Hazard and Operability Study), FTA (Fault Tree Analysis), которые позволяют: проводить анализ возможных отказов оборудования, строить схемы связей взаимодействия, которые наглядно показывают, как сочетание различных ошибок может привести к опасному инциденту. Каждый из методов имеет свои положительные элементы и недостатки, и каждое предприятие, каждый работодатель сам принимает решение, каким именно инструментом превентивных мероприятий пользоваться.

В настоящее время проводятся исследования о возможности автоматизации процесса оценки рисков, что позволит снизить затраты на данную процедуру, а также минимизировать влияние человеческой ошибки на этапе оценки. От человека будут зависеть только вводимые им данные и принятые решения, которые будут основываться на полученных данных.

В заключение хочется сказать, что применение рискориентированного подхода в техносфере и превентивные мероприятия действительно позволяют снижать уровень травматизма на рабочих местах и повышать безопасность производства (это мы можем заметить благодаря анализу статистики последних лет). Однако несовершенство методов, огромное разнообразие и вольная интерпретация оставляет большой пробел в качестве процедуры оценки рисков. Для дальнейшего снижения травматизма необходимо два основных момента: первое, это повышение культуры безопасности, не только работодателей, но и сотрудников [13-15]. Высокий уровень культуры безопасности не позволит руководителю халатно отнестись к оценке рисков, а работнику позволит избежать нелепых ситуаций связанных с получением травм. Второе, это процесс автоматизации оценки рисков. Какими бы не были профессионалы в составе комиссии по оценке рисков, ничто не может уберечь их от человеческого фактора/человеческой ошибки. Автоматизация данного

процесса позволит не только снизить влияние человека на данный процесс, но и оптимизировать затраты и направить ресурсы на административные решения по превентивным мероприятиям для повышения уровня безопасности производства.

Библиографический список:

1. Шибанова Ю. В. Повышение уровня промышленной безопасности в цехе производства азотной кислоты // Вестник науки. 2023. №6 (63).
2. Гилимханова Э. Р., Туктарова И. О. Автоматизация процесса производства буровых растворов сухого типа в целях повышения экологической безопасности производства // Вестник науки. 2024. №6 (75).
3. Руденко О. А. Методы оценки профессиональных рисков на опасных производственных объектах // Вестник науки. 2025. №6
4. Воробинская Л. И., Финоченко В. А. Особенности оценки и управления профессиональными рисками // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. №11.
5. Шайымов С. С., Сарыев Н. Г., Сатлыков К. Ч. Автоматизация производства // Инновационная наука. 2024. №4-1.
6. Аннанепесов А. Б., Ишангулыев Б. Х. Автоматизация процессов производства // Символ науки. 2024. №5-1-3.
7. Применение технологий виртуальной реальности как способа обучения идентификации опасностей в контексте безопасности производственных процессов / Д. Е. Лугманов, О. Ю. Сергеев, М. И. Рожков, С. А. Шавуров // Неделя науки ИСИ: Всероссийская конференция, Санкт-Петербург, 01–04 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. – С. 59-61. – EDN GPLKUO.
8. Соломатин, И. А., Смирнова Е.Э. Повышение уровня безопасности путем автоматизации производственных процессов на основе анализа статистики // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР): Материалы Молодежной программы 26-ой Международной специализированной выставки и Форума, Москва, 06–09 декабря 2022 года. – Москва: Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты, 2023. – С. 228-231.
9. Патокина Ю. В. Методы оценки рисков в области техносферной безопасности // Мировая наука. 2023. №2 (71).
10. Маликова И. М., Халикова К. М., Лашманов А. А. Методы оценки рисков в области техносферной безопасности // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. №5-4 (92).
11. Атаев Р. Методы оценки и управления рисками // Вестник науки. 2023. №5 (62).
12. Тарасов А. Д., Монахова З. Н. Методы оценки профессиональных рисков // Вестник науки. 2023. №1 (58).
13. Мажкенов С. А. Повышение эффективности производства через развитие культуры безопасности // Экономика труда. 2022. №7.

14. Хайруллина Л. И., Тучкова О. А., Гадельшина Д. Н. Культура безопасности производства: важнейший элемент системы управления охраной труда // Век качества. 2021. №4.

15. Соломатин, И. А. Применение VR-технологий для обучения сотрудников и повышения культуры безопасности / И. А. Соломатин // Молодёжь. Техника. Космос: Труды XVI международной молодёжной научно-технической конференции, приуроченной к 90-летию Юрия Алексеевича Гагарина, летчика-космонавта СССР, Героя Советского Союза, первого человека, отправившегося в космическое пространство. В 4-х томах, Санкт-Петербург, 25–29 марта 2024 года. – Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2024. – С. 65-68.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ДЕРЕВА ОТКАЗОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА НА АГЗС С ПОДЗЕМНЫМ РЕЗЕРВУАРОМ СУГ

П.С. Орловский

Белорусско-Российский университет, piotr080694@yandex.ru

В статье проведен анализ безопасности подземных резервуаров для хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ) на автогазозаправочных станциях (АГЗС). Показано, что подземные емкости защищены грунтом, но подвержены скрытой коррозии. Метод «анализ дерева отказов» выявляет причинно-следственные связи аварий, однако его количественная применимость ограничена сложностью расчёта вероятностей событий.

Ключевые слова: сжиженный углеводородный газ, автогазозаправочная станция, подземный резервуар, анализ дерева отказов, балльно-факторная оценка, коррозия, риск аварии.

Современные АГЗС используют два принципиально разных типа размещения резервуаров для хранения СУГ: с подземным и надземным расположением [1-2]. Ключевым дифференцирующим фактором выступает уровень потенциального риска при аварийных утечках. Безусловно, наибольшую опасность с точки зрения возможных последствий представляют надземные емкости в силу того, что в случае разгерметизации в формирование зон действия поражающих факторов будет вовлечен весь объем опасных веществ, содержащийся в емкости. Подземные емкости с этой точки зрения обладают дополнительной защитой в виде слоя грунта, который будет препятствовать выходу паров на поверхность. Однако, в силу внутреннего давления в емкости, легкости паров, сценарий, связанный с выходом паров из разгерметизировавшейся подземной емкости с СУГ, возможен. При этом, следует отметить, что с точки зрения коррозионных процессов подземные емкости представляют большую опасность по сравнению с емкостями

надземного исполнения по причине более затруднительного контроля их состояния и коррозионного износа емкости [3-5].

Метод «Анализ дерева отказов» применяется для анализа различных комбинаций отказов технических устройств, потенциальных ошибок персонала, инцидентов или возможных внешних воздействий, которые могут стать причиной аварии, с учетом частоты возникновения того или иного события.

Дерево состоит из узлов, выходящих из одного определенного головного события, которое связано с причинами головного события, образуя таким образом причинно-следственную связь, отражающую сценарии аварии. К причинам могут относиться ошибки, неблагоприятные внешние воздействия, отказы технических устройств и так далее. События при этом связаны логическими знаками И и ИЛИ, отражающими, тот факт, что одно из событий возникает при одновременном наступлении нижестоящих событий или при наступлении одного из них соответственно. При этом рекомендуется выделять минимальные сочетания событий, которые определяли либо возникновение, либо невозможность реализации аварии.

Причины и события, из которых состоит дерево отказов (Рис. 1), также учтены и в системе факторов. Однако, балльно-факторная оценка является более широкой по количеству составляющих [6]. Метод «дерева отказов» является качественным и количественным методом анализа риска аварий [7]. Применение его в качестве количественного метода анализа риска аварий для ОПО хранения и отпуска нефтепродуктов затруднительно в силу сложности определения вероятностей реализации отдельных входящих в него событий, а также разработки мероприятий по повышению безопасности, например, для таких элементов как «проверка не осуществляется» или «ошибка эксперта при проверке» и т.д. С этой точки зрения, балльно-факторная оценка имеет определенное преимущество, хотя, по сути, сам метод анализа дерева отказов является полным с точки зрения логики и установления причинно-следственных связей. Кроме того, следует отметить, что построение максимально корректного дерева отказов является очень сложным процессом. В приказах Ростехнадзора № 454 от 22 декабря 2022 г. [8] и № 478 от 29 декабря 2022 г. [9] присутствуют и дерево отказов, и методы балльно-факторной оценки для линейных частей магистральных нефтепроводов и газопроводов, но не все факторы отражены в элементах дерева отказов.

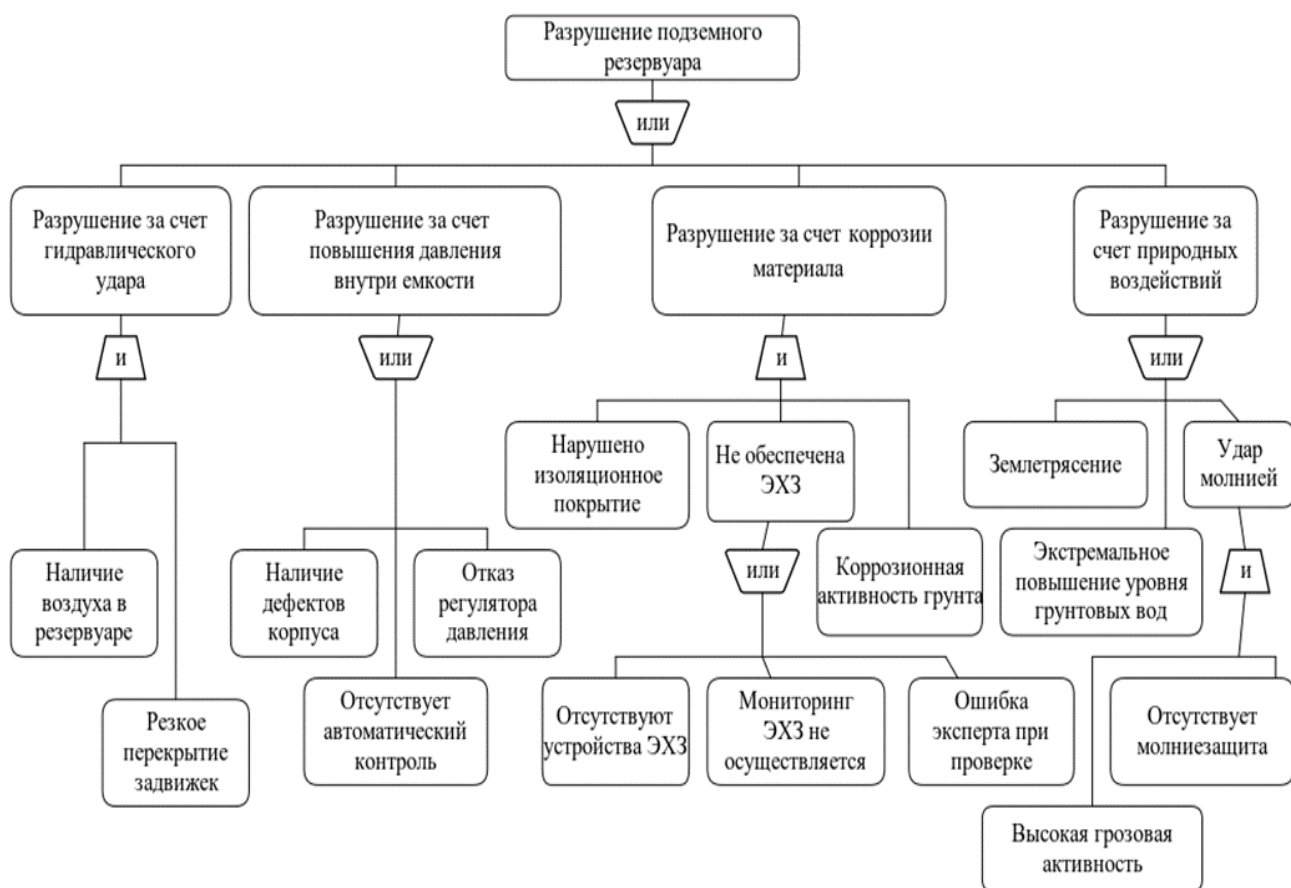


Рис. 1. Дерево отказов при разгерметизации подземного резервуара с СУГ.

Отличие дерева отказов для подземного резервуара от соответствующей емкости на АГЗС в надземном исполнении в том, что отсутствуют события, связанные с внешним воздействием третьих лиц, повышенных и пониженных температур [10]. Однако появляются события, связанные с коррозионной активностью грунта.

Библиографический список

1. Орловский П.С. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах нефтепродуктообеспечения в Республике Беларусь // Актуальные проблемы науки и техники. Материалы II Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию ИМИ - ИжГТУ и 60-летию СПИ (филиал) ФГБОУ ВО "ИжГТУ имени М.Т. Калашникова". Ижевск, 2022. С. 841-843.
2. Орловский П.С. Влияние особенностей проектов АЗС на величину риска аварии // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности. материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых. Белорусско-Российский университет. Могилев, 2022. С. 125.
3. Орловский П.С. Оценка вкладов различных технических и организационных мероприятий в величину риска аварии // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2022). материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию УГАТУ. Уфа, 2022. С. 59-61.

4. Орловский П.С. Коррозионная активность грунта как причина разрушения подземных емкостей для хранения нефтепродуктов // Экологическая неделя БРУ - СПбПУ. Сборник материалов научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2023. С. 120-124.
5. Орловский П.С. Повышение уровня безопасности при эксплуатации емкостей для хранения СУГ // Проблемы техносферной и экологической безопасности в промышленности, строительстве и городском хозяйстве. Сборник материалов II Международной научной конференции. Макеевка, 2024. С. 133-135.
6. Андреев А. В., Бызов А. П., Орловский П. С. Методика балльно-факторной оценки частоты инициирующих пожароопасные ситуации событий для подземных емкостей автомобильной газозаправочной станции // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 4 (68). С. 131-141.
7. Приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 N 387 "Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
8. Приказ Ростехнадзора от 22.12.2022 N 454 "Об утверждении Руководства по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта газа»
9. Приказ Ростехнадзора от 29.12.2022 N 478 "Об утверждении Руководства по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов».
10. Орловский П.С. Применение метода анализа дерева отказов при оценке пожарного риска на АГЗС с надземным резервуаром СУГ // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии. Материалы Международной научно-технической конференции. Могилев, 2025. С. 265-266.

ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТ ГОРОДА — НОВЫЕ ВЫЗОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ

У.А. Столбова¹, И.Г. Русскова²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
¹stolbova_ulyana@mail.ru, ²russkova_ig@spbstu.ru

В статье рассматриваются вызовы безопасности, связанные с эксплуатацией электротранспорта в России. Несмотря на очевидные экологические преимущества электротранспорта, существует значительный недостаток в виде отсутствия нормативных документов, регулирующих их безопасность. Это создает риски для здоровья населения, особенно для уязвимых групп, таких как дети, беременные женщины и пожилые люди.

Ключевые слова: электротранспорт, городской транспорт, безопасность, экология, электромагнитная безопасность, урбанизация.

В Санкт–Петербурге существуют такие виды транспорта, как автомобильный, метро, автобусы, троллейбусы, трамваи, водный транспорт, самолеты, электрички и поезда. Каждый год правительство северной столицы внедряет новые идеи для разгрузки транспортных путей, например, строительство новых станций метро (в 2025 году открыли станцию метро «Горный институт», введены в эксплуатацию до конца года две новые станции метро «Путиловская» и «Юго–Западная» с новой линией метро), разработка новых видов дополнительного скоростного вида пассажирского транспорта и инновационных видов транспорта [2].

Электротранспорт города начал функционировать еще с 29 сентября 1907 года, когда в Ленинграде было открыто регулярное движение электрического трамвая, 15 марта 1933 года — дата запуска первых электричек, 21 октября 1936 года было открыто троллейбусное движение, 15 ноября 1955 года появилось первое метро и совсем недавно были запущены электробусы — 12 декабря 2017 года уже в Санкт–Петербурге [3, 4]. К вышеперечисленным средствам передвижения мы уже привыкли, также не стоит забывать про индивидуальный электротранспорт, как электровелосипеды и электросамокаты [5].

Согласно официальной статистике городского электротранспорта Санкт–Петербурга, в городе функционируют 31 трамвай различных марок (трамвай 71–431Р «Достоевский», 71–628–02, 71–421Р «Довлатов», 71–932 «Невский»; трамвайный вагон модели 71–931АМ «Витязь–Ленинград», 71–923М «Богатырь–М», ЛМ–33 (Реплика), 71–923 «Богатырь», 71–931М «Витязь–М», ЛМ–68М3, 71–301 (ЛМ–68М4), 71–623–03, 71–931 «Витязь», 71–801, 71–623, 71–631, 71–407, 84300М, 71–631–02, 71–153 (ЛМ–2008), 71–152 (ЛВС–2005), 71–134А (ЛМ–99АВН), 71–134 (ЛМ–99АВ), 71–134 (ЛМ–99), ЛМ–99Ч, 71–147 (ЛВС–97), ЛВС–86К, ЛМ–68МЧ; модернизированный вагон ЛМ–68М2, ЛМ–68М2 «Ретро», ЛМ–68М2). Всего на дорогах Санкт–Петербурга эксплуатируется 731 трамвай на 2025 год.

Также в городе функционируют 15 троллейбусов различных марок (троллейбус 5298–0000010–01 «Авангард», АКСМ 321 образца 2024 года, АКСМ 321.00D, 6215–0000010–01 «Премьер», ВМЗ–5298.01 «Авангард», ПКТС–6281 «Адмирал», АКСМ–43303 «Vitovt Max II», Тролза–5265.08 «Мегаполис», АКСМ–32100D, Тролза–5265.02 «Мегаполис», ВМЗ–62151, Тролза–5265 «Мегаполис», Тролза–6206.01 «Мегаполис», АКСМ–321, ВМЗ–5298–01 «Авангард»). Всего троллейбусов в Санкт–Петербурге на 2025 год 931 единица [6].

По состоянию на май 2025 года «Пассажиравтотрансом» эксплуатируются 43 электробуса — 28 «Сириусов», 11 «Volgabus–5270.E0», а также купленные по результатам испытаний MAN 12C «Lion's City 12E», «Yutong» ZK6126BEVG, БКМ E433 «Vitovt Max Electro» и УТТЗ–6242.01 «Электрогород».

Рассмотрим преимущества и недостатки электротранспорта. К преимуществам относится: отсутствие вредных выбросов при передвижении, бесшумность, дешевые цены на электроэнергию, отсутствие потребности в таких топливных ресурсах, как газ и нефть, у электротранспорта гораздо меньший износ ходовых частей автомобиля, что существенно продлевает их срок службы.

К недостаткам электротранспорта относятся: высокая цена, чувствительность к низким температурам, проблема в ремонтных работах на путях (если остановится трамвай или электричка, то другие трамваи и электрички, следующие за первым встанут до тех пор, пока не починят первый), электротранспорт, у которого есть аккумулятор со временем заряд уменьшается (изнашивается) и его уже не восстановить, дорогие аккумуляторы и неразвитая инфраструктура заправок для электромобилей, отсутствие необходимой инфраструктуры по утилизации отработанных аккумуляторов, повышенный риск их самовозгорания.

Однако, несмотря на очевидные экологические преимущества, существует существенный недостаток — отсутствие нормативных документов, регулирующих безопасность эксплуатации электромобилей и электротранспорта. Это создает риски для здоровья людей, особенно для уязвимых групп населения. На данный момент в России отсутствуют четкие и всеобъемлющие документы, касающиеся оценки и регулирования опасных и вредных факторов, связанных с эксплуатацией электромобилей и электротранспорта. В отличие от метрополитена, который имеет определенные стандарты безопасности и регулярные проверки, такие как контроль за уровнем шума и электромагнитного излучения на рабочих местах персонала, при этом для пассажиров такие нормативы отсутствуют, так же, как и для пассажиров троллейбусов и трамваев.

Одним из потенциальных опасных факторов является электромагнитное излучение, создаваемое электротранспортом. Исследования показывают, что продолжительное воздействие электромагнитного поля может негативно сказаться на здоровье человека, особенно на сердечно-сосудистую систему. Для людей с электрокардиостимуляторами это может представлять особую опасность.

Хотя электромобили работают тише, чем традиционные автомобили, троллейбусы и трамваи могут создавать шум на уровне, превышающем допустимые нормы в жилых зонах. Повышенный уровень шума может негативно влиять на психическое здоровье жителей, вызывая стресс и тревожность [7].

Дети более восприимчивы к воздействиям окружающей среды из-за их особенностей развивающегося организма. Высокий уровень шума и электромагнитного излучения может негативно сказаться на их здоровье и развитии. Беременные женщины также подвержены рискам, связанным с электромагнитным излучением и шумом. Также важно здоровье пожилых людей и людей, которые имеют сердечно-сосудистые заболевания и уже ходят с электрокардиостимуляторами.

До сих пор в Российской Федерации не проводились масштабные исследования по уровню электромагнитных излучений в салонах городского электротранспорта. Единичные работы говорят о возможных превышениях на отдельных пассажирских местах допустимого уровня электромагнитного излучения. Пассажирский электротранспорт является источником электромагнитного поля (ЭМП) промышленной частоты. Многочисленные исследования показали, что ЭМП промышленной частоты оказывает воздействие на различные характеристики живых организмов [8–10]. Так, хроническое воздействие электромагнитных излучений вызывает астенический синдром, различные патологии сердечно–сосудистой системы, иммунной системы, эндокринной, половой, центральной нервной систем [11].

Согласно проделанной работе В.И. Стукалова и Т.В. Попова в городе Ростов–на–Дону 2017 года проводились измерения параметром ЭМП по электрической составляющей прибором ПЗ–50 [12]. Так как не существуют специальных требований проведения исследований параметров электрической составляющей ЭМП промышленной частоты в салоне электротранспорта, исследования проводились с учетом требований СанПиН 2.1.2.2645–10 «Санитарно–эпидемиологические требования к условиям проживания жилых зданий и помещениях» и СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно–эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [13–15].

Выполнялись замеры выборочно в двух трамваях и одном троллейбусе в трех зонах: у кабины водителя, в центре салона и в конце салона. Гигиеническая оценка проводилась путем сравнения наибольшего из измеренных значений электрического поля (ЭП) с соответствующим предельно–допустимым уровнем (ПДУ). Согласно санитарно–эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.1.2.2645–10 «Санитарно–эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»: на территории населенных мест предельно допустимая напряженность переменного электрического поля с частотой 50 Гц на высоте 2 м должна составлять 1000 В/м, а в жилых помещениях предельно допустимая напряженность переменного электрического поля с частотой 50 Гц на высоте от 0,5 до 2 м от пола должна составлять 500 В/м [13–15].

Полученные в собственном экспериментальном исследовании данные представлены в табл. 1 и табл. 2 (измерения проводились во время остановки трамваев и троллейбусов).

Таблица 1

Параметры напряженности ЭМП трамваев по электрической составляющей

Дислокация точки	Напряженность электрического поля, В/м		
	h=1,5 м	h=1,0 м	h=0,5 м
Остановка	3–4	4–5	2–4
У кабины водителя	10–12	6–8	3–5
Конец салона трамвая	5–7	3–4	4–5
Середина салона трамвая	5–5	5–7	5–6

Таблица 2

Параметры напряженности ЭМП троллейбуса по электрической составляющей

Дислокация точки	Напряженность электрического поля, В/м		
	h=1,5 м	h=1,0 м	h=0,5 м
Остановка	3	5	2
Середина троллейбуса	7	7	7
У кабины водителя	12	9	11
Конец салона троллейбуса	6	4	6
Середина салона троллейбуса	5	5	6

Результаты исследования показали, что напряженность ЭМП по электрической составляющей не превышает уровень – 500 В/м во всех контролируемых зонах. Следовательно, исследуемый электротранспорт является безопасным.

Важно отметить, что исследования должны проводиться не только для взрослого здорового человека, но и учитывать особенности воздействия электрического поля на уязвимые группы населения, такие как пожилые люди, дети и беременные женщины. Эти категории граждан могут иметь повышенную чувствительность к электромагнитным полям, что делает необходимым более детальное изучение воздействия в условиях общественного транспорта. Учет этих факторов позволит обеспечить более полное понимание влияния электротранспорта на здоровье пассажиров и разработать дополнительные рекомендации для повышения безопасности и комфорта всего населения.

В Политехническом университете начаты работы по оценке параметров напряженности электромагнитных полей электротранспорта по электрической составляющей с целью выдачи рекомендаций по техническому и конструктивному совершенствованию отдельных видов электротранспорта.

Библиографический список

1. Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2025 года. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://showdata.rosstat.gov.ru/report/278928/> (дата обращения: 19.09.2025).

2. Станции метро «Путиловская» и «Юго–Западная» сдадут до конца года в Петербурге [Электронный ресурс]. – URL: <https://spb.mk.ru/social/2025/09/18/stancii-metro-putilovskaya-i-yugozapadnaya-sdadut-do-konca-goda-v-peterburge.html> (дата обращения: 19.09.2025).
3. Снижение уровня выбросов со автотранспорта путем определения рациональных режимов работы светофорных объектов на перекрестке / Васильева В.В., Катунин А.А., Чарский Ю., Кожин Д.О., Алёкминский Д.Е // В. В. Васильева, А. А. Катунин, Ю. Чарский [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 1(56). – С. 119–125. – EDN VWRYYKK.
4. Влияние электромагнитных волн и полей на здоровье работников: опасные стихии мегаполиса. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.trudcontrol.ru/press/publications/6072/vliyanie-elektromagnitnih-voln-i-poley-na-zdorove-rabotnikov-opasnie-stihii-megapolisa> (дата обращения: 02.05.2025).
5. Новый ГОСТ для электровелосипедов: что изменится с 1 марта 2025 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://ligacons.ru/rybinsk/company/articles/novyij-gost-dlya-elektrovelosipedov-chto-izmenitsya-s-1-marta-2025-goda/> (дата обращения: 19.09.2025).
6. Санкт–петербургский троллейбус [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Санкт–петербургский_троллейбус (дата обращения: 02.05.2025).
7. Малышев, В. П. Вопросы электромагнитной безопасности при эксплуатации электромобилей / В. П. Малышев, И. Г. Русскова, С. В. Недвецкая // Безопасность жизнедеятельности. – 2022. – № 12(264). – С. 23–27. – EDN MTLLYN.
8. Абдуллоев, С. С. Электромагнитные излучения и его влияние на биологические объекты / С. С. Абдуллоев, Ф. Х. Исматов, Х. А. Ятимов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. – 2016. – № 2–1(36). – С. 51–55. – EDN XCQULR.
9. Образование. Экология. Здоровье / В. И. Бондин, Т. А. Жаброва, В. А. Каплиев [и др.]; Под редакцией В.И. Бондина. – Ростов–на–Дону: Издательство Северо–Кавказского научного центра высшей школы, 2012. – 278 с. – ISBN 978–5–87872–520–0. – EDN XSXBKT.
10. Финоченко Татьяна Анатольевна, Мамченко Виктория Александровна, Козина Людмила Семеновна, Лысенко Алла Викторовна Неблагоприятные условия труда как фактор преждевременного старения работников локомотивных бригад // Вестник РГУПС. 2007. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neblagopriyatnye-usloviya-truda-kak-faktor-prezhdevremennogo-stareniya-rabotnikov-lokomotivnyh-brigad> (дата обращения: 22.09.2025).
11. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). (руководства МКЗНИ по ограничению воздействия переменных электрических, магнитных и электромагнитных и

электромагнитных полей до 300 ГГц). — Текст: электронный //: [сайт]. — URL: <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPEMFgdlRus.pdf> (дата обращения: 22.09.2025).

12. Стукалова, В. И. Электромагнитная безопасность трамваев и троллейбусов города Ростова–на–Дону / В. И. Стукалова, Т. В. Попова // Таврический научный обозреватель. – 2017. – № 12–2(29). – С. 73–78. – EDN YXNNEN.

13. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 10 июня 2010 г. № 64 «Об утверждении СанПиН 2.1.2.2645–10». — Текст: электронный // «КонтурНорматив»: [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=175441> (дата обращения: 22.09.2025).

14. Постановление Главного государственного санитарного врача России от 21 июня 2016 г. №81 «об утверждении СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно–эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». — Текст: электронный // «КонтурНорматив»: [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=278412> (дата обращения: 22.09.2025).

15. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. — Текст: электронный // «Информационная кампания «Кодекс»: [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560IO> (дата обращения: 02.05.2025).

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКИ СЕЛЕКТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

Н.Н. Храпко, Т.Н. Патрушева

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, khrapko_nn@voenmeh.ru, patrusheva_tn@voenmeh.ru*

В работе описан метод получения покрытий, непрозрачных в УФ-диапазоне излучения и одновременно прозрачных в видимом диапазоне. Свойства покрытий исследованы методом УФ-видимой спектроскопии, произведен расчет ширины запрещенной зоны методом Тауца.

Полученные покрытия могут быть использованы для средств индивидуальной (щитки, очки и маски) и коллективной защиты (экраны).

Ключевые слова: безопасность при сварочных работах, защита от УФ-излучения, оксидные покрытия, оптические свойства покрытий, ширина запрещенной зоны, спектроскопия.

Электрогазоварочные работы лидируют по распространенности в промышленности среди производственных процессов, они проводятся при производстве металлоконструкций, монтаже и строительстве, производстве транспортных средств, ремонтных и восстановительных работах. Наиболее опасным фактором при сварочных работах является повышенный уровень ультрафиолетового (УФ) излучения от сварочной дуги. Ухудшают условия труда низкий уровень механизации производства, износ оборудования, неправильное обращение со средствами индивидуальной защиты (СИЗ), отсутствие средств коллективной защиты. Значительное число работников, подвергающихся воздействию УФ-излучения, делают проблему безопасности сварочных работ заслуживающей серьезного внимания [1-3].

Результаты опроса работающих в условиях влияния УФ-излучения показывают, что фотоофтальмия, покраснение открытых участков кожи и жалобы общего характера (устомление, головная боль) возникают не только у сварщиков, но и у вспомогательного персонала, занятого на смежных участках [1]. При этом персонал на смежных рабочих местах не всегда обеспечивается необходимыми СИЗ. Поэтому особенно актуальна разработка средств не только индивидуальной, но коллективной и защиты.

К существующим средствам коллективной защиты относятся сварочные кабины и посты – стационарные или передвижные ограждения, выделяющие зону проведения сварочных работ. Стационарные кабины изготавливаются из негорючих материалов (листовой металл, фанера с пропиткой). Имеют высоту не менее 1,8-2 метров, часто оборудуются шторой из брезента или огнестойкого тента для входа. Передвижные ширмы и экраны представляют из себя мобильные конструкции на раме, обтянутые огнестойким материалом (брезент, палаточная ткань с защитным покрытием) или сделанные из листового металла [4]. Используются для временного ограждения места работ в общем цеху. Ключевая особенность экрана заключается в том, что они непрозрачны и темного цвета. Такой экран препятствует визуальному доступу к производственному процессу, что может быть необходимо в некоторых случаях.

Для повышения комфортности и защиты работающих от воздействия электромагнитного излучения УФ-диапазона необходима разработка специальных тонкопленочных материалов, обладающих селективным поглощением и пропусканием в заданных областях спектра. Для решения данной задачи экстракционно-пиролитическим методом получены тонкопленочные (толщиной 60, 150, 300 и 450 нм) покрытия на основе оксидов редкоземельных элементов (ZrO_2 , TiO_2 , Y_2O_3 , ZnO , NiO , CuO ITO), отжженные при температурах 500 и 700°C.

Для получения покрытий заданных составов из недорогих исходных веществ был использован экстракционно-пиролитический метод, приведенный в работе [5].

Спектральные характеристики в УФ и видимой областях изучены методом спектроскопии с использованием спектрофотометра СФ-56, ЛОМО, Санкт-Петербург. Полученные результаты показывают, что в УФ-области

(190-380 нм) наименьшей прозрачностью обладают покрытия составов CuO (150 нм, 700°C) и NiO (60 нм, 700°C), при этом прозрачность в видимом диапазоне для CuO также снижается (рис. 1).

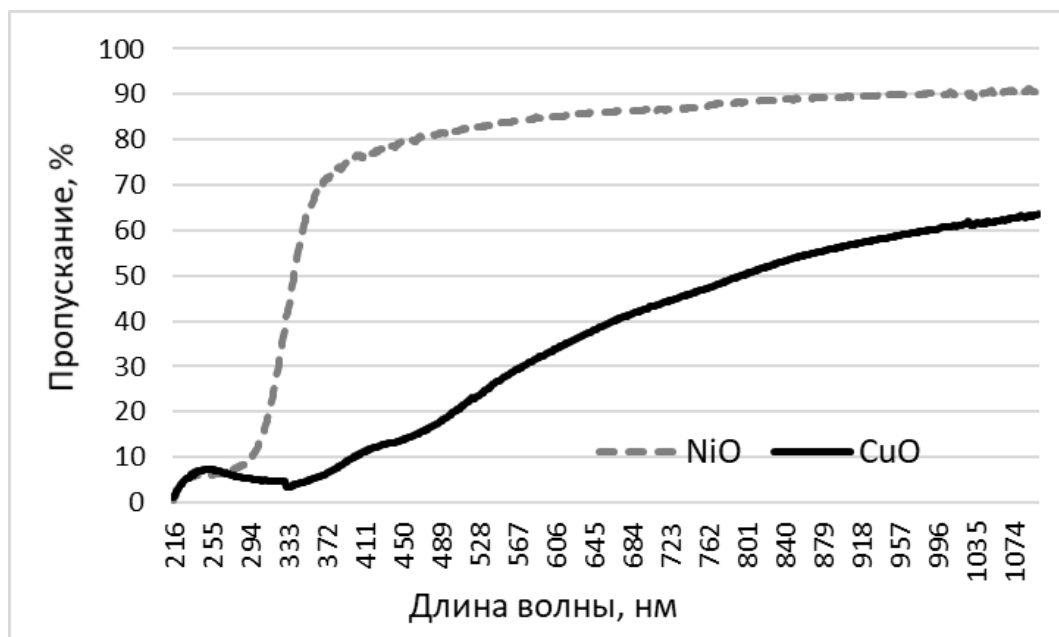


Рис. 1. Спектры пропускания стекол с покрытиями NiO и CuO в УФ-видимой областях

Ширина запрещенной зоны (E_g) — это фундаментальная характеристика материала, которая определяет его оптические свойства. УФ и видимое излучение представляет из себя поток фотонов. Энергия фотонов прямо связана с длиной волны света по формуле $E = hc/\lambda$, где E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света, λ — длина волны. Зная ширину запрещенной зоны материала, можно определить свет какой длины волны поглотится и не пройдет через материал. Материал будет поглощать свет в том случае, если энергия падающего фотона больше или равна ширине запрещенной зоны материала.

Расчет ширины запрещенной зоны полученных покрытий производится по методу Тауца. На основе данных спектроскопии строится график Тауца, где по оси абсцисс откладывается энергия $h\nu$ эВ, по оси ординат откладывается расчетные значения $\left(\frac{100/T + 2 \lg(1-R)}{\lambda}\right)^2$, где T — пропускание, %, R — коэффициент отражения, λ — длина волны, нм. По наклону линейного участка этого графика определяется ширина запрещенной зоны материала. Результаты расчета ширины запрещенной зоны наиболее интересных материалов — CuO и NiO приведены на рис. 2

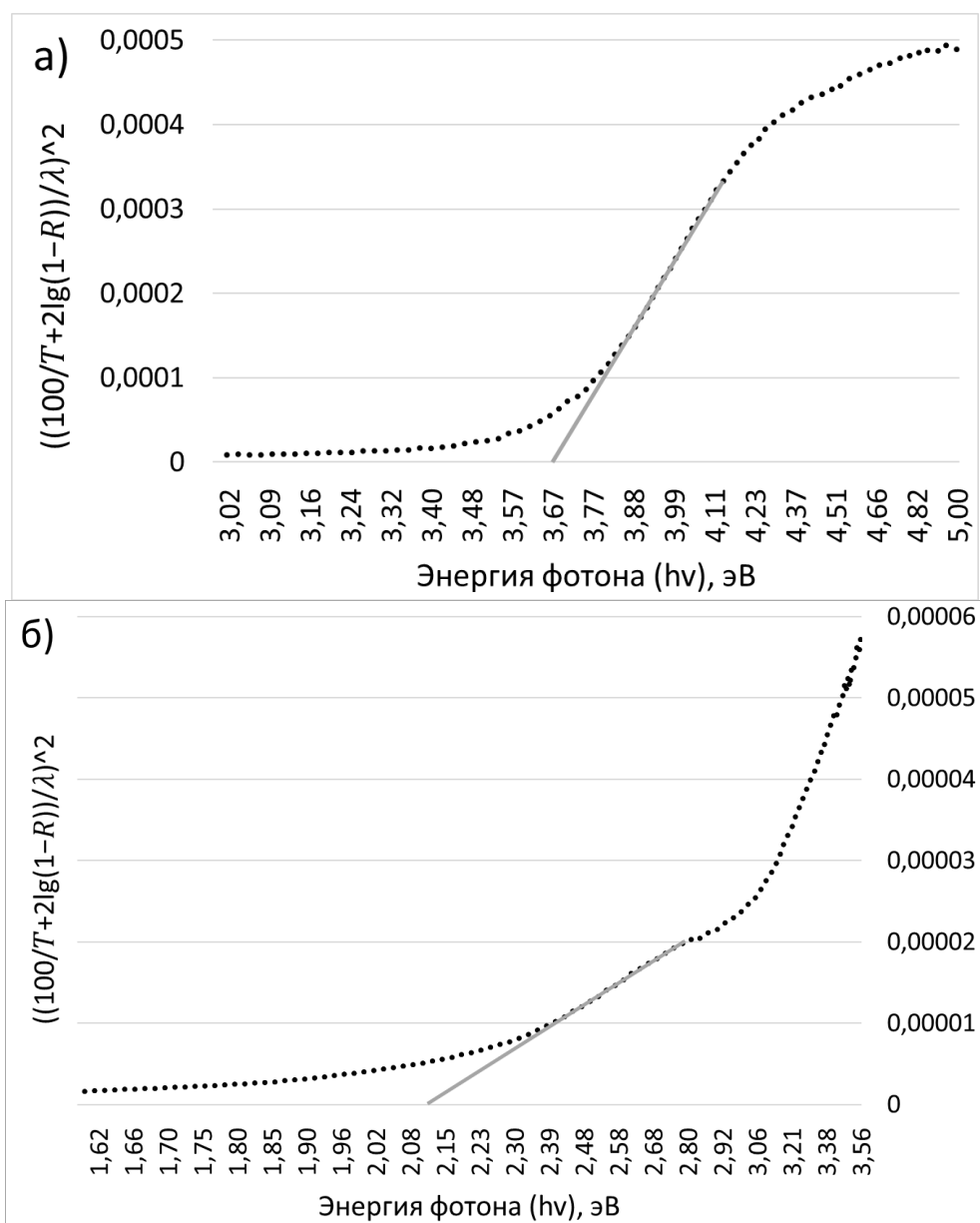


Рис. 2. Графики Тауца для оксидных пленок составов: а) NiO, б) CuO.

Для оксида никеля ширина запрещённой зоны, согласно расчету, составила равна 3,67 эВ, что согласуется с теоретическими значениями ~ 3,7-4,0 эВ [6]. Ширина запрещенной зоны оксида меди = 2,1 эВ, что также согласуется с теоретическими данными для оксида меди (I) 2.1-2.2 эВ [7].

Материал с шириной запрещенной зоны $E_g = 3.67$ эВ будет эффективно блокировать УФ-излучение, в основном диапазон UV-A и часть UV-B. Материал с шириной запрещенной зоны $E_g = 2.1$ эВ будет блокировать видимый фиолетовый, синий и частично зеленый свет, а также весь ультрафиолетовый диапазон. Широкая запрещенная зона ($E_g > 3,1$ эВ) признак того, что материал является диэлектриком или широкозонным полупроводником и будет прозрачен в видимом диапазоне, что подтверждается прозрачностью оксида никеля в видимом диапазоне и неполной прозрачностью оксида меди.

Полученные результаты демонстрируют возможность управления оптическими характеристиками стекол за счет варьирования состава нанопокровов, что перспективно для решения задач защиты от УФ-излучения.

Целенаправленная модификация микроструктуры покрытий (изменение температуры отжига и толщины покрытия позволяет варьировать его запрещенную зону в узком диапазоне. Для достижения нужного значения E_g и получения наиболее эффективных средств защиты от УФ-излучения также возможно легирование покрытий другими элементами.

Библиографический список

1. Итпаева-Людчик С. Л.; Клебанов Р. Д. Анализ материалов анкетного опроса работающих в условиях профессионального ультрафиолетового облучения // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда», БГМУ, 2016. С. 277-281.
2. Лазаренков А.М. Исследование условий труда работающих в литейных цехах при выполнении сварочных работ // Литье и металлургия. 2019. № 3. С. 163-165.
3. Есимова А.Т., Мазурик А.В., Игнатович И.А. Улучшение условий труда на рабочем месте электросварщика ручной сварки на примере строительной организации // Техносферная безопасность: Материалы Шестой Всероссийской молодежной научно-технической конференции с международным участием, Омск, 26 апреля 2019 года / Ответственный редактор Н. Н. Новиков. – Омск: Омский государственный технический университет, 2019. С. 58-61.
4. Богуш В.А. Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты / под ред. Л. М. Лынькова; Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск: Бестпринт, 2003. – 406 с.
5. Khrapko N.N., Patrusheva T.N., Myakin S.V. Oxide films produced by the extraction-pyrolytic method with different transmission and absorption characteristics in the uv range // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2024. Т. 58. № 1. С. 48-53.
6. Wu Z.Y., Liu Ch., Guo L., Hu R., Abbas M., Hu T., Xu H.B. Structural Characterization of Nickel Oxide Nanowires by X-ray Absorption Near-Edge Structure Spectroscopy // Journal of Physical Chemistry B. 2005. № 109(7). С. 2512-2515
7. Введенский А.В., Грушевская С.Н., Ганжа С.В. Электронные характеристики оксидов Cu(I) и Cu(II), анодно сформированных на монокристаллах меди // Конденсированные среды и межфазные границы. 2016. Т.18, № 3. С. 312-325.

СЕКЦИЯ 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНА. УРБОЭКОЛОГИЯ. АГРОЭКОЛОГИЯ.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

К.Д. Сазонкин, Д.В. Виноградов, О.Н. Капитулина
Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, kirill.sazonkin@mail.ru

В статье обсуждаются вопросы, касающиеся использования удобрений в сельском хозяйстве, их польза и экологический вред, который они могут нанести.

Ключевые слова: удобрения, химические элементы, органика, экологический мониторинг, природопользование, растениеводство, АПК.

Современное растениеводство не может обходиться без использования различных препаратов, как химических, так и органических. Большое разнообразие удобрений, средств защиты, стимуляторов ростовых процессов применяются в больших количествах с целью достижения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. При этом каждый препарат проходит регистрационные испытания с назначением определенного класса опасности для окружающей среды. Удобрения в свою очередь применяются в соответствии с необходимыми нормами внесения, так как каждая культура имеет индивидуальный вынос питательных элементов. Подавляющее большинство аграриев используют минеральные удобрения, так как их просто закупить, транспортировать, хранить и вносить в почву. Напротив, органические удобрения в последние годы не пользуются сильным спросом у аграриев, однако еще несколько десятков лет назад органические удобрения широко использовались в сельскохозяйственном производстве.

Со временем применять органические удобрения стало сложнее, из-за сильной диверсификации в отрасли животноводства, сокращения числа мелких ферм, в угоду крупным животноводческим комплексам полного цикла. Но отходы животноводства до сих пор имеют высокую ценность для отрасли растениеводства и могут быть использованы для повышения плодородия почв и как следствие урожайности, выращиваемых растений. Разумеется. Применение любых соединений элементов может сказаться на почвенном плодородии и что важно отметить. Экологической стабильности агроценозов как положительно, так и отрицательно [4,5].

Птичий помет является одним из наиболее ценных органических удобрений, но необходимо соблюдать экологические требования по хранению. Птичий помет содержит высокие концентрации различных химических элементов, таких как азот, фосфор и калий – как раз сильно

необходимых для питания растений. При этом вносить его под культуры необходимо под строгим контролем специалистов, а также по правильной технологии и в необходимых дозах. Так чрезмерное использование птичьего помета может вызвать загрязнение почвы, воды, что в свою очередь окажет негативный эффект на растениеводство.

Существует несколько методов рациональной переработки птичьего помета, чтобы можно было использовать его в будущем.

Компостирование – заключается в естественном разложении помета в условиях, которые будут способствовать купированию неприятных запахов и патогенов. Впоследствии получившийся компост возможно применять в качестве удобрения, причем как в условиях ЛПХ, так и в промышленном растениеводстве. Для успешного компостирования помета необходимо соблюдать определенные условия по температуре и влажности, чтобы нейтрализовать неприятные запахи и микроорганизмы.

Более затратным способом переработки птичьего помета будет являться термическая обработка, когда при сжигании уменьшается изначальный объем, а получившийся пепел также может быть использован в качестве удобрения. В этом случае необходимо в обязательном порядке выполнить анализ получившегося вещества на содержание элементов, чтобы рассчитать дозы внесения и определиться со способом.

Вермикультура, когда для переработки помета используют дождевых червей, в результате чего образуется ценное органическое удобрение. В результате естественных процессов жизнедеятельности дождевых червей удастся не только утилизировать помет, но и способствовать улучшению структуры почвы [1,6].

Существует также технологии по переработки птичьего помета в гранулы или в качестве сырья для биогазовых установок, которые производят биогаз – возобновляемый источник энергии. Переработка помета в гранулы позволяет получить удобное для внесения в почву за счет формы – повысит равномерность внесения.

Следовательно, в регионах, где располагаются фабрики по выращиванию птицы необходимо иметь инфраструктуру для переработки и правильной, полезной утилизации птичьего помета. Например, в Рязанской области находится один из лидеров по производству куриных яиц – АО «Окское», которое ежегодно бьет рекорды по производству куриного яйца, следовательно имеется целое направление по утилизации и использованию отходов птицеводства в растениеводстве. Таким образом, правильное использование птичьего помета способствует повышению плодородия почв, снижению риска загрязнения окружающей среды при неправильном хранении, обеспечению устойчивого развития агроценозов и соблюдению экологических норм и требований. Все рассмотренные методы переработки и использования птичьего помета в растениеводстве направлены на достижение общей цели по стабилизации экологической стабильности агроландшафтов.

Рассмотренные на примере птичьего помета способы использования органики в растениеводстве относятся также и к другим видам отходов в животноводстве, будь то конский, свиной или коровий помет.

К наиболее распространенным способом использования органических удобрений можно отнести вермикомпостирование и компостирование, получившийся биогумус, который содержит гуминовые кислоты и биологически активные вещества, широко применяются под большим перечнем сельскохозяйственных культур [3,6].

Перед применением органических удобрений необходимо провести экологический мониторинг агроценозов, с целью установления наиболее чувствительных вмешательству зон, а также определить уровень антропогенного воздействия. Стоит понимать, что все экосистемы имеет большое количество разнообразных связей друг с другом и могут воздействовать друг на друга, подвергаясь влиянию человека.

С развитием цифровизации вносить органические удобрения стало проще и безопаснее, так как специальные прецизионные системы позволяют оптимизировать нормы внесения в режиме реального времени, а GPS навигация осуществлять внесение удобрений с высокой точностью. Аграрием следует также помнить, что при использовании органических удобрений с медленнодействующими веществами, когда на протяжении длительного срока сохраняется положительный эффект, следует следить наиболее пристально [2].

Таким образом, использование органических удобрений в современном растениеводстве оправдано, так как достигнутый в перспективе эффект имеет большую значимость в повышении количества собранного урожая. Однако все операции должны вестись четко по установленному регламенту и с оглядкой на экологическую обстановку окружающей среды.

Библиографический список

1. Дубровина О. А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Накопление микроэлементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 4(48). – С. 17-23. – DOI 10.36508/RSATU.2020.48.4.003.
2. Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Влияние гуминового удобрения и доз минеральных удобрений на продуктивность ярового рапса // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 3(84). – С. 31-37. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.3.31.
3. Правдина Е.Н., Сазонкин К.Д., Виноградова В.О. Использование пожнивных культур в животноводстве // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: мат. V Межд. науч.-практ. конф., – Рязань: ИП Коняхин А.В., 2021. – С. 342-346.
4. Пути воспроизводства плодородия почв в Рязанской области / К. Д. Сазонкин, И. С. Питюрина, А. В. Шемякин [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53). – DOI 10.51419/202125529.

5. Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В. Экологическая устойчивость и рациональное землепользование // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: Мат. Всерос. науч.-практ. конф., – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, 2023. – С. 134-136.
6. Факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур / К. Д. Сазонкин, Д. В. Виноградов, М. В. Евсенина, Е. И. Лупова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Мат. VIII Межд. науч.-практ. конф., – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024. – С. 284-288.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.Н. Агеева¹, В.М. Пускова²

*Белорусско-Российский университет,
¹ageeva.tam@yandex.by, ²ver_4@mail.ru*

В статье представлен анализ основных природных и техногенных источников ионизирующего излучения на территории Могилевской области и их вклад в формирование средних годовых эффективных доз облучения населения, в том числе и за счет чернобыльской компоненты, обусловленной выпадением ^{137}Cs , в отдаленный после аварии период.

Ключевые слова: источники ионизирующего излучения, радон, ^{137}Cs , зона радиоактивного загрязнения, население, доза облучения.

В процессе жизни человек постоянно подвергается облучению. В формирование средних годовых доз облучения населения определенный вклад вносят как природные, как и техногенные источники ионизирующего излучения.

К природным источникам относятся космическое излучение и излучение земли, которые обуславливают естественный радиационный фон. На территории Могилевской области он находится в пределах 0,05-0,13 мкЗв/ч (по данным многолетних наблюдений). Наиболее значимыми являются радионуклиды земного происхождения, такие как ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th , а также образующийся в процессе распада радиоактивный газ радон и его дочерние продукты распада.

Содержание ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th может значительно колебаться в окружающей среде и зависит от вида почв и состава минералов, выходящих на поверхность. Исследования показали, что содержание ^{40}K в почвах Могилевской области колебалось от 230 до 640 Бк/кг и, было выше на пахотных землях, где интенсивно вносятся фосфатно-калийные удобрения. В строительных материалах, используемых при возведении жилых объектов на территории области, содержание ^{40}K находилось в пределах 224 до 1240 Бк/кг.

Наиболее высокие значения были характерны для гранитного щебня. Удельная активность ^{226}Ra и ^{232}Th как в почвах, так и в строительных материалах была в пределах 4,5-19,8 Бк/кг и 5,7-22,6 Бк/кг соответственно. Различия в уровнях содержания естественных радионуклидов в окружающей среде, влияют на формирование доз внешнего и внутреннего облучения населения в пределах той или иной территории.

Значительная часть Могилевской области имеет неблагоприятную радоновую обстановку и относится к потенциально радоноопасной. Радон – это бесцветный радиоактивный газ, который постоянно выделяется из земли, воды, строительных материалов. Накапливаясь в воздухе внутри помещений, он попадает в дыхательные пути человека, вызывая альфа-облучение эпителиальных клеток, тем самым повышая риск развития рака легких. По данным УЗ «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (Могилевский обл. ЦГЭ и ОЗ), среднегодовая доза облучения населения области от радона и его продуктов распада может составлять 1,4-3,6 мЗв, а заболеваемость раком легких занимает одно из первых мест в структуре онкологических заболеваний [1, 2].

В целом, средняя годовая эффективная доза облучения (СГЭД-облучения), получаемая человеком ежегодно за счет естественных источников, на территории республики составляет около 2,4 мЗв, из нее на внешнее облучение приходится 0,7 мЗв, а на внутреннее – 1,5 мЗв. В тоже время у населения, проживающего на потенциально радоноопасной территории, она может быть значительно выше.

К техногенным источникам ионизирующего излучения относятся источники, применяемые в медицине и промышленности, а также территории, загрязненные радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

В организациях здравоохранения радиоактивными источниками являются устройства и оборудование рентгенкабинетов, лабораторий радионуклидной диагностики, отделений лучевой терапии и др. Установки, генерирующие ионизирующее излучение, используются также в работе некоторых промышленных предприятий. Индивидуальный дозиметрический контроль, осуществляемый Могилевским обл. ЦГЭ и ОЗ, показывает, что средние индивидуальные дозы внешнего облучения медицинского персонала, работающего с источниками, составляют около 1,20 мЗв, а работников промышленной сферы – 1,1 мЗв [1, 2]. Это значительно ниже предельной дозы облучения для персонала – 20 мЗв/год. Средняя годовая эффективная доза одного жителя области от медицинского облучения составляет примерно 0,53 мЗв. При этом, основной вклад приходится на рентгеновскую диагностику, доля которой составляет около 99% всей медицинской дозы облучения населения.

Основным техногенным радионуклидом, выпавшим на территории Могилёвской области в результате аварии на ЧАЭС, является ^{137}Cs с периодом полураспада почти 30 лет. В зоне радиоактивного загрязнения оказалось около 35% территории области, где находилось 1157 населенных пунктов (н. п.), 170 из которых в последующем были отселены и захоронены в связи с высокими

уровнями поверхностной активности почв ($555\text{--}1480\text{ кБк/м}^2$ и более). Проживая на загрязненных территориях, население подвергалось и продолжает подвергаться хроническому техногенному облучению, несмотря на значительное снижение уровня радиоактивного загрязнения и мощности дозы гамма-излучения за прошедший период в результате естественного распада ^{137}Cs . СГЭД-облучения населения формируется как за счет внешнего облучения, зависящего от плотности поверхностного загрязнения почв в населенных пунктах и их ареалах, так и за счет внутреннего облучения, обусловленного поступлением радионуклидов в организм человека с продуктами питания местного производства и произрастания.

В настоящее время в зоне радиоактивного загрязнения Могилевской области еще остается 660 н. п. (согласно Перечню населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, 2021 г.), однако уже не осталось жилых населенных пунктов в зоне последующего отселения, где поверхностная активность почв, загрязненных ^{137}Cs , превышает 555 кБк/м^2 [3].

Если в первые года после аварии (согласно Каталогу доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь, 1992 г.) СГЭД-облучения населения могли превышать $1,0\text{ мЗв}$ в 351 н. п. области, то в настоящее время таких населенных пунктов почти не осталось [4, 5]. За счет чернойбыльской компоненты население зоны радиоактивного загрязнения получает среднюю годовую эффективную дозу облучения в основном в интервале от $0,1\text{ мЗв}$ до $1,0\text{ мЗв}$.

Однако неравномерное распределение радионуклидов в поверхностном слое почв, которое может отличаться в несколько раз (а то и десятки раз) даже в пределах одного населенного пункта, обуславливает значительные колебания уровня гамма-фона в его локациях и ареале (например, от $0,10\text{--}0,13\text{ мкЗв/час}$ до $0,35\text{--}0,40\text{ мкЗв/час}$), тем самым формируя различные дозы внешнего облучения в зависимости от того, где проживает и работает человек [6].

Источником внутреннего облучения населения становится ^{137}Cs , поступающий в организм человека с продуктами питания. Причем пищевые привычки населения, его социальный статус и территориально-рекреационные особенности населенных пунктов могут существенно влиять на дозу облучения [6, 7]. Сельскохозяйственная продукция, производимая как в общественном, так и частном секторе в последние годы, имеет минимальное содержание радионуклидов. В тоже время пищевая продукция леса (грибы, ягоды, мясо диких животных), все еще сохраняет высокую активность на всей территории радиоактивного загрязнения. Поэтому население, потребляющие такую продукцию, имеет более высокие дозы внутреннего облучения, чем в среднем по населенному пункту, особенно в годы с повышенной биологической продуктивностью лесных грибов и ягод [7, 8]. Это и подтверждают результаты исследований, проводимых с использованием СИЧ-установок, позволяющих определять содержание ^{137}Cs в организме человека. Так, если у большинства населения области формируются дозы внутреннего

облучения менее 0,1 мЗв, то встречаются случаи, когда они колеблются в пределах от 0,1 до 0,5 мЗв (у 1-5% жителей населенных пунктов), а иногда и превышают 1,0 мЗв (единичные случаи). В связи с этим, вклад внутреннего облучения в суммарную дозу облучения населения может варьировать в широких пределах.

Таким образом, воздействие ионизирующего излучения на человека определяется суммарной эффективной дозой от всех источников. Наибольший вклад в годовую коллективную дозу облучения населения Могилевской области вносят природные (82%) и медицинские (16,0 %) источники ионизирующего излучения. Среди природных источников особое место занимает радон и его продукты распада. На территории радиоактивного загрязнения области вклад чернобыльской компоненты в общую дозу облучения в настоящее время составляет около 10-14 % и обусловлен, в основном, содержанием ^{137}Cs в объектах окружающей среды и его поступлением с продуктами питания в организм человека. У отдельных категорий граждан, постоянно употребляющих высокоактивную продукцию леса, продолжают сохраняться повышенные дозы внутреннего облучения.

Библиографический список

1. Здоровье населения и окружающая среда на территории Могилевской области в 2016 году /Информационно-аналитический бюллетень УЗ «Могилевский обл.ЦГЭ и ОЗ»; сост.: С.В. Нечай [и др.]. Могилев, 2017. 137 с.
2. Здоровье населения и окружающая среда на территории Могилевской области в 2020 году /Информационно-аналитический бюллетень УЗ «Могилевский обл.ЦГЭ и ОЗ»; сост.: С. В. Нечай [и др.]. Могилев, 2021. 198 с.
3. Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 08.02.2021 г. №75). Минск, 2021. 54 с.
4. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь. Минск, 1992. 94 с.
5. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь: утверждены Министром здравоохранения Республики Беларусь 27.03.2015. Гомель: ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», 2015. 76 с.
6. Казаченок Н. Н., Агеева Т. Н. Радиоэкологические проблемы в зонах радиоактивного загрязнения [монография]. Могилев: БРУ, 2020. 309 с.
7. Агеева Т. Н., Щур А. В, Чегерова Т. И. и др. Роль радиоэкологических и социальных факторов в формировании доз внутреннего облучения сельских жителей территории радиоактивного загрязнения // Экологический вестник. 2010. №2 (12). С. 40–49.
8. Влияние радиоэкологической ситуации в приселитебных лесных массивах на дозы внутреннего облучения сельских жителей / А. В. Щур, Д. В. Виноградов, Т. Н. Агеева [и др.] // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2016, №1(29). С. 79–86.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА РЕКИ ДНЕПР Г. МОГИЛЕВА

В.А Кемова

Белорусско-Российский университет, ketova007@gmail.com

В статье рассмотрена динамика уровня загрязнения поверхностных вод бассейна реки Днепр г. Могилева, вероятные источники загрязнения и перспективы использования проводимых исследований.

Ключевые слова: поверхностные воды, загрязнение, осадки, водоем, химический состав, показатели, нитраты, сульфаты.

Под поверхностными водами принято понимать все водные объекты, располагающиеся на земной поверхности. К ним относятся озера, реки, болота, моря, образующие важную составляющую экологической системы. Степень загрязнения водных ресурсов, как в количественном, так и в качественном аспекте, во многом определяется географическим положением рассматриваемого водоема.

В рамках проводимого исследования была поставлена задача изучения динамики изменения уровня загрязненности водоемов в черте города Могилева во время весеннего паводка 2024 года. С этой целью производился отбор проб воды из реки Днепр и Фатинского залива, реки Дебра и озера Броды. Для повышения точности полученных данных, измерения проводились трижды с интервалом в одну неделю: 23.03.2024, 30.03.2024 и 06.04.2024.

Анализ проб воды из небольшой реки Дебра, протекающей через городскую территорию, в частности через частный сектор, и впадающей в Днепр, выявил повышенное содержание таких химических соединений, как нитраты, хлор, фосфаты и железо в точке забора, находящейся в непосредственной близости от частных домовладений. Количественный уровень загрязняющих веществ в пробе от 23.03.2024 следующий: содержание нитратов по шкале нитрат тестов – 5 мг/л, аммония – 0,5 мг/л, хлора – 241,4мг/л, фосфатов – 1,5 мг/л по шкале фосфат-теста, сульфатов – 168,96 мг/л по шкале измерения, железа – 0,1...0,2 мг/л по шкале измерения, уровень кислотности - 8. Объяснением этому может служить сброс бытовых химикатов, средств защиты растений, а также влияние атмосферных осадков.

Для химического анализа воды на реке Днепр были выбраны 5 точек забора проб. Значения уровня загрязнения по определенным веществам сильно отличались ввиду влияния различных природных факторов: скорость течения реки, разлив поверхностных вод, разбавление их вод дождём и т.п. Так, например, в анализах от 23.03.2024 и 30.03.2024 показатели сульфатов отличаются в 5...11 раз, что можно объяснить обильными осадками и разливом реки.

На озере Броды также было выбрано три точки забора проб. В результате исследований можно сделать вывод о том, что сильнее всего изменялись

значения уровня содержания хлора Cl^- и сульфатов SO_4^{2-} , что представлено на графиках изменения этих величин по результатам трех заборов:

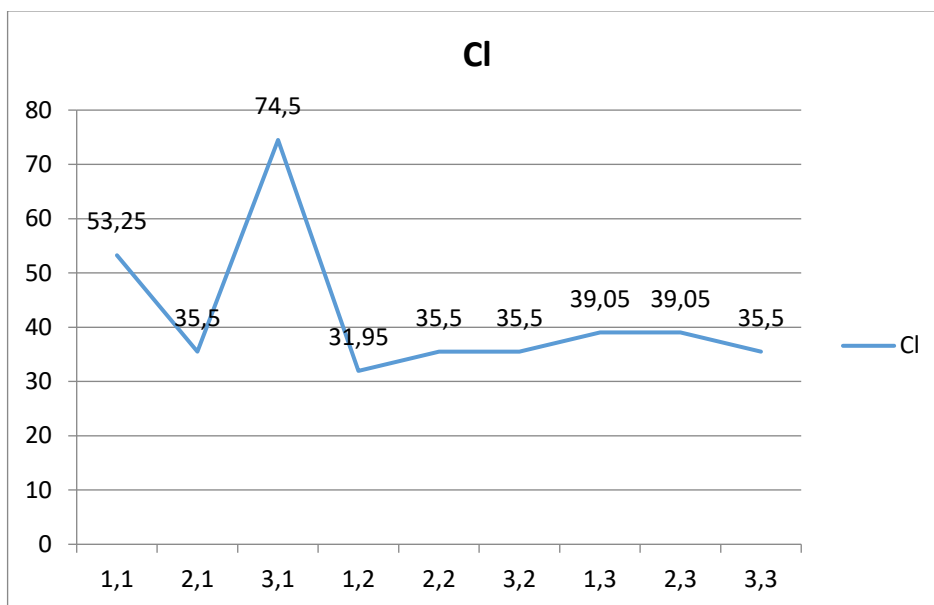


Рис. 1 – График изменения уровня содержания хлора

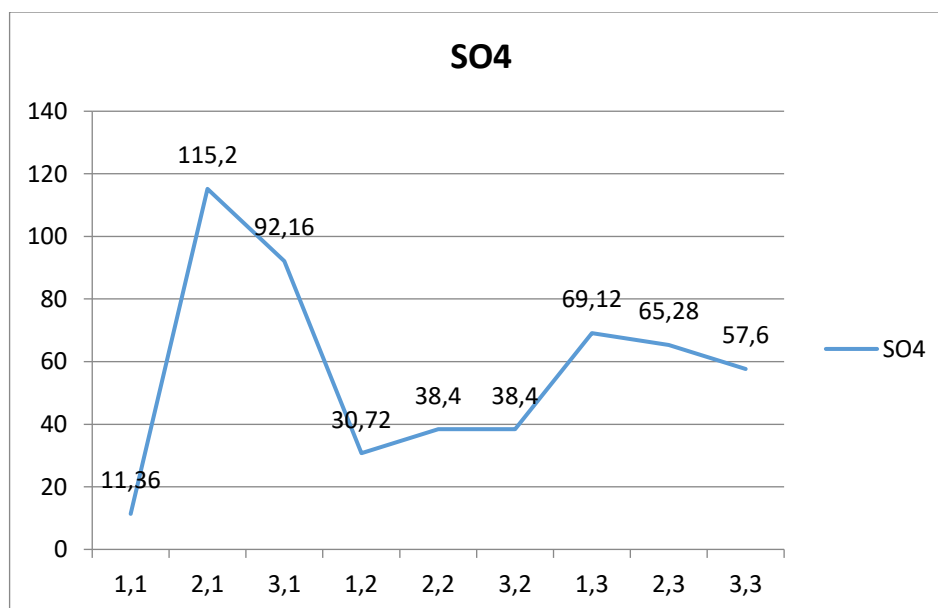


Рис. 2 – График изменения уровня содержания сульфатов

Стоит отметить, что озеро Броды не является источником воды для быта, но люди активно купаются в нем и ловят рыбу. Содержание хлоридов в воде сильно зависит от атмосферных осадков, пиковое значение по содержанию этого класса химических веществ в воде заметно в образце от 23.03.2024. Основываясь на данных прогноза погоды за указанный период можно обосновать это обильными дождями, что проходили в период с 21.03.2024 по 24.03.2024. Предельно допустимая концентрация хлоридов в питьевой воде по СанПиН 10–124 РБ составляет 350 мг/л, следовательно, в исследуемых образцах превышения допустимой концентрации хлоридов не обнаружено.

Анализируя все вышеперечисленные показания, можно сделать вывод, что содержание химических соединений в водоеме уменьшается со временем в результате обильного выпадения осадков.

Полученные данные могут быть использованы для разработки и реализации мер по снижению загрязнения водных объектов города, а также для мониторинга состояния водных ресурсов и оценки эффективности природоохранных мероприятий.

Библиографический список

1. Мониторинг поверхностных вод/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: nsmos.by/environmental-monitoring/monitoring-poverkhnostnykh-vod.html Дата доступа 09.09.2025.
2. Исследование состояния поверхностных вод на основе комплекса биологических методов/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://watermagazine.ru/nauchnye-statii/novye-statii/23151-issledovanie-sostoyaniya-poverkhnostnykh-vod-na-osnove-kompleksa-biologicheskikh-metodov.html> Дата доступа 11.09.2025.
3. Мониторинг поверхностных вод/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: есоportal.gov.by.html Дата доступа 11.09.2025.
4. Закономерности изменения состава поверхностных сточных вод / Палагин Е.Д., Гриднева М.А., Быкова П.Г., Набок Т.Ю. // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 8. С. 56-60.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ БАТАТА (*IPOMOEA BATATAS L.*) В ПОЧВЕННО- КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Ермоленко, Г.А. Войт

ООО «Прознание клуб», ermolenko-alex@rambler.ru

Могилевский государственный университет

имени А.А. Кулешова, voit@m.msu.by

В статье приведены результаты изучения урожайности сортообразцов батата (*Ipomoea batatas L.*) в почвенно-климатических условиях востока Беларуси. Установлено, что урожайность значительно колеблется в зависимости от сортовых особенностей растения и почвенных условий выращивания. Максимальную урожайность батат проявил на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Ключевые слова: интродукция, новые сельскохозяйственные культуры, батат, экология сельскохозяйственных растений

Устойчивое развитие сельскохозяйственной отрасли в условиях меняющегося климата неразрывно связано с поиском новых хозяйственно

ценных растений и их последующей интродукцией. Для Беларуси таким представителем культурной флоры может стать батат.

Батат (лат. *Ipomoea batatas* L.) является многолетним растением, из ботанического семейства Вьюнковые (*Convolvulaceae*). Ценность батата как пищевой и кормовой культуры заключается в способности его корней утолщаться, образуя так называемые корневые клубни, которые и используются человеком. Клубни богаты крахмалом, содержат комплекс витаминов (А, группы В, С, К) и минеральных веществ, пищевые волокна. Некоторые сорта имеют высокое содержание каротинов и антоцианов [1].

Батат достаточно неприхотлив в выращивании, устойчив к вредителям и болезням. Эта культура входит в десятку наиболее массово возделываемых овощных растений. Ежегодно в мире получают около 100 млн. тонн корневых клубней батата. Основные районы производства сосредоточены в тропической и субтропической зонах земного шара.

Изменение климата, появление новых скороспелых сортов, а также использование разнообразных укрывных материалов позволяет выращивать батат и в умеренной зоне. На промышленном уровне возделывают эту культуру во многих южных странах Европы, Канаде и США. Появились промышленные плантации на территории Украины и России [2,3]. В Беларуси в настоящий момент, выращиванием этой культуры занимаются лишь немногочисленные овощеводы-любители.

Цель данного исследования – установить урожайность некоторых сортообразцов батата в почвенно-климатических условиях Могилевской области.

Исследования проводили в 2022 г в рамках полевого мелкоделяночного опыта на двух экспериментальных площадках. Экспериментальная площадка №1 расположена в черте г. Могилева. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая. Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы: рН_{KCl} 6,4, гумус – 3,6 %; подвижный фосфор – 280 мг/кг почвы, обменный калий – 262 мг/кг почвы. Экспериментальная площадка №2 расположена на территории агробиологической станции «Любуж» МГУ имени А.А. Кулешова в п. Любуж Могилевского района. Почва участка дерново-подзолистая рыхлосупесчаная. Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы: рН_{KCl} 5,8, гумус – 2,6 %; подвижный фосфор – 165 мг/кг почвы, обменный калий – 201 мг/кг почвы. Возделывали сортообразцы батата Борегад (Beauregard), Бонита (Bonita), Тайнунг 65 (TainungT-65). Батат высаживали в первой декаде июня стеблевыми черенками в гребни высотой 20 см, укрытые прозрачной пленкой. Схема посадки 30×80 см. Минеральные удобрения (NPK) вносили из расчета 60 кг д.в. на га каждого компонента. Полив осуществляли вручную по мере подсыхания почвы. Во избежание негативного воздействия низких ночных температур после посадки в течение 15 дней растения укрывали спанбондом. Уборку культуры проводили в третьей декаде сентября. Особенности температурного режима вегетационного периода: май – температура ниже нормы на 2,3°C, июнь – выше нормы на 1,9°C, июль – ниже

нормы на 0,5 °С, август – выше нормы на 3,4°С, сентябрь – ниже нормы на 2,1 °С.

Батат культура теплолюбивая. Ее активный рост наблюдается при температуре +18 °С и выше [4]. В период проведения настоящего исследования температурный режим не способствовал формированию высокой урожайности батата. Низкие температуры мая не позволили высадить культуру в оптимальные сроки. Холодными для культуры оказались июль и сентябрь, а благоприятной температура была лишь в августе. Данный факт, безусловно, оказал влияние на продуктивность растений.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что в условиях опыта урожайность батата различалась в зависимости от сортообразца культуры и почвенных условий. Так на опытном участке с дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой максимальную урожайность клубней показал образец Тайнунг 65 – 1,08 кг в среднем с растения (кг/раст). Урожайность Бонита была несколько ниже и составила 0,79 кг. Минимальный урожай отмечен у сортообразца Борегард – 0,62 кг/раст. В среднем по опытными растениям на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве урожайность корневых клубней батата составила 0,83 кг/раст.

На участке №2 с дерново-подзолистойрыхлосупесчанойпочвой урожайность батата была иной. В этих условиях максимальным показателем характеризовались растения сортообразца Бонита – 0,68 кг/раст. Меньший вес корневых клубней сформировал сортообразец Борегард – 0,60 кг/раст. Минимальная урожайность клубней отмечена у опытного образца Тайнунг 65 – 0,58 кг/раст (таблица).

Таблица

Урожайность корневых клубней батата, кг/раст

Сортообразец	Участок №1, дерново-подзолистая легкосуглинистая почва	Участок №2 дерново-подзолистая рыхлосупесчаная почва
Тайнунг 65	1,08	0,58
Бонита	0,79	0,68
Борегард	0,62	0,60
НСР ₀₅	0,15	0,09

Урожайность батата всех изученных сортообразцов при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве была заметно выше, чем на рыхлосупесчаной. Так, снижение урожайности корневых клубней на участке №2 по сравнению с участком №1 составило: Тайнунг 65 – 46,3%, Бонита – 13,9%, Борегард – 3,2%. На основании полученных данных, можно предположить, что Тайнунг 65 более требователен к почвенным условиям по сравнению с Бонита и Борегард.

В пересчете на гектар самым урожайным в условиях эксперимента на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве оказался сортообразец Тайнунг

65 – 449,9 ц, на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве – Бонита (283,3 ц).

Проведенное исследование показало, что в Могилевской области урожайность корневых клубней батата может достигать 450 ц/га, существенно зависит от сорта культуры и почвенных условий возделывания.

Библиографический список

1. Ипатьев, А. Н. Овощные растения земного шара / А. Н. Ипатьев. – Минск: Вышэйшая школа, 1966. – 384 с.
2. Подлесный, В. Б. Культура батата – перспективное направление российского овощеводства / В.Б. Подлесный // Овощи России. – 2014. – № 2. – С. 46-49.
3. Подлесный, В. Б. Оценка урожайности современных сортов батата в условиях Центральной России / В. Б. Подлесный // Аграрная Россия. – 2013. – №6. – С.11-13.
4. Allan, Ken Grow Sweet Potatoes - Even in the North / Ken Allan // Mother Earth news [электронный ресурс]. - 2011. – Режим доступа: <https://www.motherearthnews.com/organic-gardening/growing-sweet-potatoes-zm0z11zsto>.– Дата доступа: 02.09.2022.

«ЗЕЛЕНый ПУТЬ» КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА: ОПЫТ ЦИНДАО (КИТАЙ)

Ц. Ян¹, И. Юань¹, Е.Ю. Негуляева¹

¹*Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, katnegspb@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследования систем велопешеходных дорожек «Зеленый путь». Использование данной формы общественного пространства решает задачи передвижения, рекреации, создания устойчивых городских экосистем – дополнительное озеленение территории города, сохранение естественного ландшафта.

Ключевые слова: зеленый путь, велопешеходные дорожки, Циндао, Китай.

В условиях интенсивной урбанизации, дефицита территориальных ресурсов, необходимости озеленения городских территорий градостроительная отрасль в Китае следует принципам политики «зеленого строительства» [1, 2]. В китайских городах нашло применение интересное решение организации системы маршрутов велопешеходных дорожек, обустраиваемых по специальному стандарту – «Зеленый путь» [3-7]. Название этого общественного пространства отражает две его важные функции: обеспечение передвижения по маршруту (путь) и озеленение территории.

Проект каждого «Зеленого пути» разрабатывается с учетом конкретных условий и имеют свои уникальные решения, но стандарт определяет основные элементы сети маршрута.

На рис. 1-3 показаны примеры эскизов разных типов «зеленых путей», выполненные в соответствии со стандартом [8].

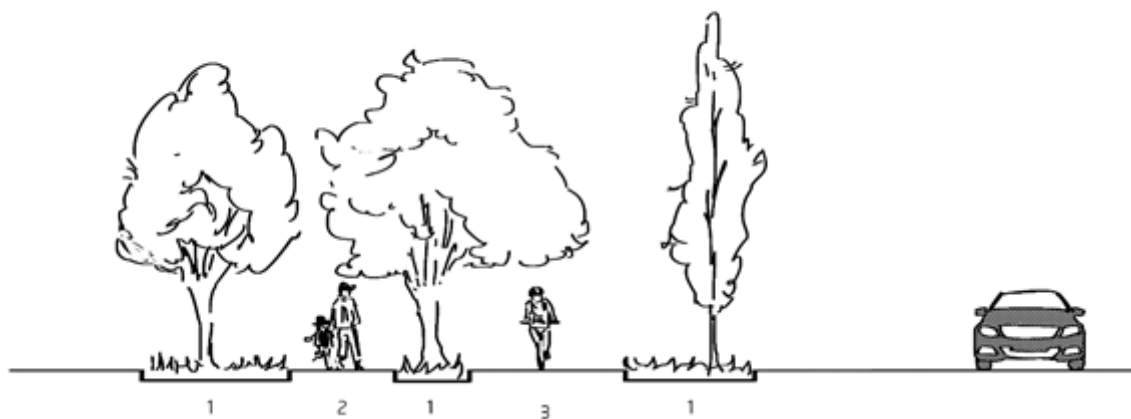


Рис.1. «Зеленый путь» городского типа: 1-зеленая полоса, 2 – пешеходная дорожка, 3 – велосипедная дорожка

На рис. 1 показан эскиз профиля «зеленого пути», расположенного вдоль городской магистрали с опорой на придорожную зеленую зону. Велосипедные (3) и пешеходные дорожки (2) здесь отделены друг от друга в придорожном зеленом поясе, чтобы обеспечить комфортную среду для езды на велосипеде и ходьбы. Зеленая полоса (1) выполняет не только разделительные функции, но также функции городского озеленения, защиты от пыли и шума, эстетические функции. Велосипедные дорожки дополняют маршруты общественного транспорта увеличивая «зеленую» составляющую в городской дорожной инфраструктуре.

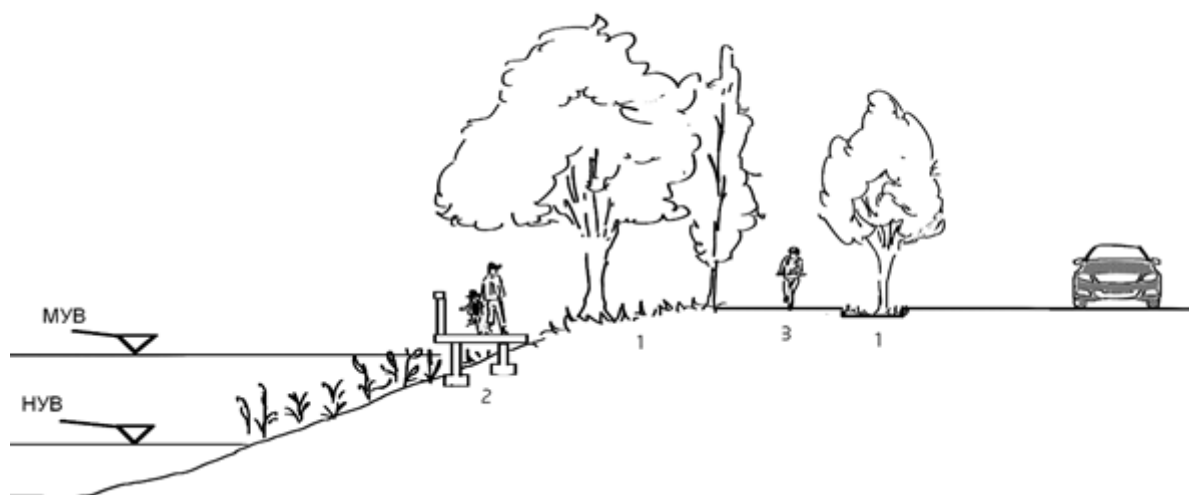


Рис. 2. Профиль «зеленого пути» с опорой на водный объект: 1-зеленая полоса, 2 – пешеходная дорожка, 3 – велосипедная дорожка (рис. автора)

На рис. 2 создан пример профиля «зеленого пути» городского типа, проходящий вдоль водного объекта. Пешеходная дорожка (2) походит близко к урезу воды. «Зеленый путь» в данном случае имеет рекреационное значение. Дорожка обеспечивает место для неспешных прогулок и отдыха в городском районе, поблизости от жилья.

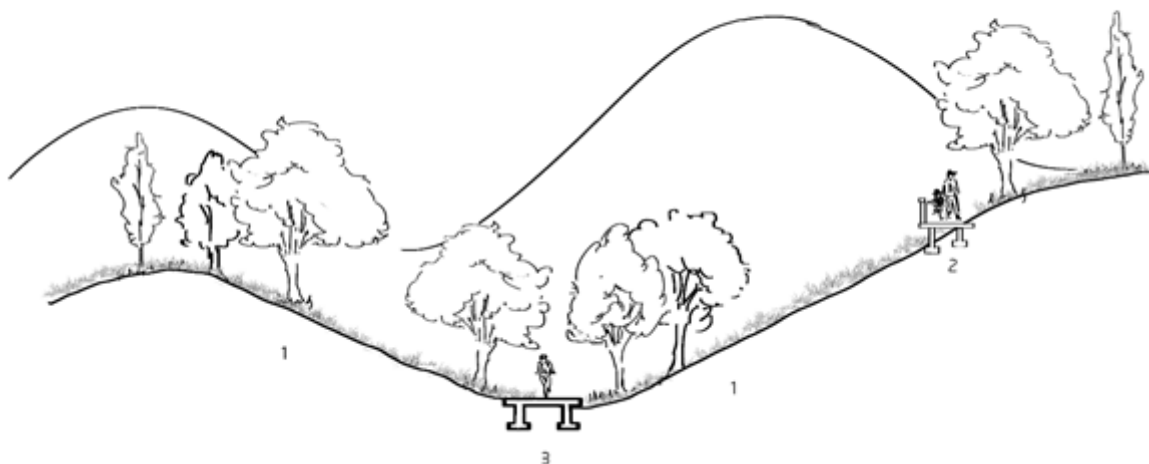


Рис. 3. Профиль сельского «зеленого пути». Обозначения на рисунке: 1- зеленая полоса, 2 – пешеходная дорожка, 3 – велосипедная дорожка

На рис. 3 показан пример профиля сельского «зеленого пути» проложенного по крутым склонам горного леса пешеходные и велосипедные дорожки разделены. Пешеходная дорожка (2) здесь может повторять форму рельефа, иметь ступени в местах с большими перепадами высот и необходимыми средствами безопасности. Велосипедные дорожки (3) прокладываются на относительно пологих участках у подножия горы. Функциональное назначение таких путей туристическое и экологическое. Они связывают между собой городские и сельские территории. Объединяют важные природные и туристические объекты. Протяженность таких путей может достигать сотен километров, такой «зеленый путь» предлагает отправиться в путешествие выходного дня.

В зависимости от протяженности «зеленого пути» это будет региональный, городской или районный «зеленый путь», а в зависимости от его местоположения это будет проект городского или пригородного пути. Безопасность и эксплуатация «зеленого пути» обеспечиваются обустройством объектами сопутствующей инфраструктуры. Опорными пунктами являются станции отдыха, размещаемые вдоль пути через интервалы в зависимости от его протяженности, типа, назначения. Станции отдыха представляют собой здания (или павильоны) в которых размещается пункт управления и эксплуатации «зеленого пути». При станциях могут быть организованы информационные центры для обслуживания туристов, аренды велосипедов; торговые точки и пункты питания; пункты оказания медицинской помощи и контроля пожарной безопасности и общественного порядка. Требования к объектам санитарного обслуживания (туалеты и мусорные контейнеры) и

освещению маршрутов указаны в стандарте по проектированию «зеленых путей» [8].

Город Циндао (провинция Шаньдун) находится в восточной части Китая, на побережье Желтого моря. Это прибрежный портовый город и международный мегаполис. Город отличается высокой степенью озеленения, высоким уровнем «зеленого» строительства и большим количеством «зеленых путей». «Зеленые пути» в Циндао акцентируют внимание на природных ландшафтах. Среди основных в качестве примеров можно привести Прибрежный «зеленый путь», «зеленый путь» Фушань и «зеленый путь» Тайпиншань. В данном исследовании рассматривается «зеленый путь» Фушань как пример и наглядное представление концепции проектирования зеленых путей в Китае.

«Зеленый путь» Фушань расположен в южной части города Циндао и интегрирован в зону лесопарка горы Фу (рис. 4).



Рис. 4. Виды на пешеходные дорожки «зеленого пути» Фушань (ноябрь 2024, фото авторов).

Местность гористая, с преобладанием средневысотных гор, в некоторых местах встречаются крутые склоны. Проект «зеленого пути» Фушань опирается на естественные природные особенности горы, создавая уникальную горную экопешеходную систему маршрутов. Основная концепция проектирования зеленого пути Фушань заключалась в гармоничном сочетании естественного природного ландшафта и создании многофункционального пространства для рекреационной активности жителей. Пешеходные дорожки находятся на более ровных участках, удобных для прогулок, утренних пробежек и отдыха. Велосипедные дорожки расположены в более гористых и холмистых местах, удовлетворяя потребности любителей велоспорта. Объекты инфраструктуры «зеленого пути» Фушань включают разнообразные зоны отдыха, смотровые площадки, спортивные комплексы и культурные выставочные пространства.

Уровень озеленения «зеленого пути» Фушань очень высокий, вдоль пути сформированы разнообразные элементы природных пейзажей, сохранены природные ресурсы естественной флоры и фауны. Зеленый путь Фушань выполняет важную природоохранную функцию. В процессе эксплуатации «зеленого пути» ведется учет и мониторинг состояния флоры и фауны, поддерживается природный облик местности, повышая устойчивость местной экосистемы, и экологическое качество региона в целом. «Зеленый путь» Фушань выполняет функцию экологического коридора. С помощью проектирования пути были соединены разные экологические зоны Фушаня, предоставляя место обитания для птиц, насекомых и других диких животных, способствуя биологическому разнообразию. Экологическая роль этого пути также проявляется в улучшении городской зелени и качества воздуха.

При проектировании «зеленого пути» были учтены принципы устойчивого развития «зеленой архитектуры»: в строительстве использовались экологически безопасные материалы. Строительство «зеленого пути» осуществлялось с восстановлением природных горных ландшафтов. Система озеленения была тщательно спланирована для интеграции в естественную экосистему.

Со времени взведения «зеленый путь» Фушань оказывает значительное социальное и экономическое влияние на Циндао. Способствует повышению качества жизни горожан; предоставляет удобное общественное пространство для занятий спортом, отдыха и семейных встреч, что делает повседневную жизнь горожан более разнообразной и комфортной. «Зеленый путь» привлекает туристов, являясь важной частью экотуризма Циндао, особенно в туристический сезон. С развитием «зеленого пути» Фушань, в прилегающих районах начали активно развиваться коммерческие и культурные объекты, что способствует экономическому росту города.

Можно сделать выводы, что использование общественного пространства «Зеленый путь» позволяет решать задачи обеспечения логистики передвижения, предоставление рекреационных функций, создания устойчивых городских экосистем – дополнительное озеленение территории города, сохранение естественного ландшафта. Через обустройство такого пути

Циндао стремится к гармонии человека и природы, становясь примером для других городов в области устойчивого развития и зеленой экономики. Показанный опыт, получивший развитие и стандарты проектирования в Китае может помогать в разных городах для обустройства пространств для экологичного транспорта, активного отдыха и спортивных занятий, одновременно улучшая экологическую обстановку, стимулируя развитие туризма и экономического роста.

Библиографический список

1. Сян Чжао Достижения в развитии зеленого строительства в нашей стране и его экологическая эффективность // Гуандунские строительные материалы, 2024, 40(3): 161-164. [кит.]
2. Чжан Кай, Лу Юймэй, Лу Хайшу Исследование мер по высококачественному развитию зеленого строительства в нашей стране в контексте целей двойного углерода // Строительная экономика, 2022, 43(3): 14-20. [кит.]
3. Kongjian Yua, Dihua Lia, Nuyu Lib The evolution of Greenways in China // Landscape and Urban Planning. — 2006. — № 76. — С. 223–239.
4. Zheng Liu, Yanliu Lin, Bruno De Meulder, Shifu Wanga Can greenways perform as a new planning strategy in the Pearl River Delta, China? // Landscape and Urban Planning. — 2019. — № 187. — С. 81 - 85.
5. Miaoxi Zhao at al. Evaluating green resource branding using user-generated content data: The case study of a greenway in eastern Guangzhou, China // Urban Forestry & Urban Greening. — 2021. — № 66. — С. 1 - 14.
6. Сан В. и др. Состояние исследований и тенденции развития планирования сети городских зеленых путей // Современное садоводство. — 2022. — № 18. — С. 155 - 159.
7. Негуляева Е.Ю., Лю Имэн Обустройство общественных территорий – «Зеленый путь» (опыт Китая) / Тенденции развития науки и образования. — 2024. — № 5. — С. 33-42.
8. Руководство по планированию и проектированию зеленых путей / Пекин: Изд-во Министерства жилищного строительства городского и сельского развития, 2016 — 25 с. [кит.].

ОЦЕНКА ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ПГМГХЛ НА ПРИМЕРЕ КУЛЬТУРЫ *A. NIGER*

Л.Л. Кениг

*Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева, kenig.lida@yandex.ru*

В рамках исследования рассмотрено применение полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (ПГМГхл) в качестве фунгицидного препарата в отношении культуры *A. niger*. Показано, что при

разовой дозе 3 мл/л в течение часа наблюдается максимальная эффективность воздействия реагента. Доказано наличие пролонгированного действия в течение суточного воздействия реагента при минимальной разовой дозе 1 мл/л.

Ключевые слова: обеззараживание, фунгицидное действие, *A. niger*, ПГМГхл

В процессе жизнедеятельности населения в городах, а также работы различных предприятий промышленности образуются большие объемы сточных вод, которые проходят стадии очистки на локальных или городских очистных сооружениях. Такие воды характеризуются высоким содержанием загрязняющих веществ, основную массу которых составляют органические поллютанты, представленные соединениями различных классов, а также биогенными элементами, такие как азот и фосфор [1]. Стадия глубокой биологической очистки с применением активного ила является основной для достижения эффективного удаления органических структур. В результате этого этапа образуются осадки сточных вод (ОСВ), которые представляют биологическую опасность, так как могут содержать патогенные формы микроорганизмов, гельминты, вирусы и споры грибов. Вследствие этого обеззараживание образующегося отхода, перед его дальнейшей переработкой и утилизацией, является одной из наиболее важных стадий в процессах водоочистки [2].

В настоящее время разработано множество методов обезвреживания ОСВ, которые главным образом можно разделить на химические и физические, а также их комбинированное применение. К химическим относятся методы, в которых используются сильные окислители, такие как хлор, гипохлорит натрия, диоксид хлора, персульфат, озон и пероксид водорода. Применение данных реагентов обосновано высокими показателями обеззараживания и экономическими аспектами, однако может сопровождаться образованием вторичных токсических соединений, что требует доочистки, а также отсутствием пролонгированного эффекта [3]. К физическим методам относятся термическое воздействие (сжигание), пиролиз, однако их применение связано с высокими энергозатратами и, как следствие, высокими экономическими затратами.

Альтернативным способ обеззараживания как сточных вод, так и ОСВ может стать полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (ПГМГхл) – высокомолекулярное вещество, производное гуанидина, относящееся к реагентам неокислительного действия. В сравнении с классическими реагентами ПГМГхл характеризуется как высокими биоцидными, так и значительными фунгицидными, вирулицидными и спороцидными свойствами [4]. Благодаря неокислительному механизму действия вещества в воде не образуются побочные токсичные продукты, не происходит коррозия оборудования.

ПГМГхл можно применять как для обеззараживания сточных вод, так и для ОСВ. На основании литературных данных о высоких биоцидных свойствах реагента в отношении как грамположительных, так грамотрицательных бактерий, содержащихся в ОСВ, было принято решение изучить фунгицидную активность вещества, а также установить наличие пролонгированного эффекта [5].

Экспериментальная часть:

Целью работы являлось изучение фунгицидного действия полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (ПГМГхл) на примере культуры *A. niger*, а также выявление пролонгирующего действия реагента.

Aspergillus niger – вид высших плесневых грибов, широко распространенный в природе. Данный микроорганизм является оппортунистическим патогеном в отношении человека, проникая через дыхательные пути в организм, он способен вызывать аллергические реакции и заболевания у групп людей со слабым иммунитетом. *A. niger* может стать причиной порчи продуктов, а также гибели растений. Кроме того, продукты жизнедеятельности данного плесневого гриба могут стать причиной интоксикации сельскохозяйственных животных. Для проведения процесса обеззараживания готовили образцы модельной воды, содержащие 10% исследуемого инокулята тест-штамма *A. niger* и стерильной водопроводной воды. Инокулят тест-штаммов предварительно выращивали при температуре (25 ± 1) °С в течение 5 суток в аэробных условиях на жидкой среде LB (Lysogeny broth).

На первом этапе исследования проводилось изучение фунгицидного действия 0,5% раствора ПГМГхл на культуру *A. niger*. Для этого в подготовленные модельные растворы объемом 100 мл вносили различные дозы обеззараживающего реагента: 1 мл/л; 2 мл/л; 3 мл/л. Полученные пробы, а также проба контроля без ПГМГхл, выдерживали на электромагнитной качалке в аэрируемых условиях в течение 60 минут при 120 об/мин. После чего проводился высев полученных суспензий поверхностным методом на стерильную твердую среду LB. Посевы в чашках Петри инкубировали в термостате при температуре (25 ± 1) °С в течение 5 суток. После завершения процесса инкубации проводился визуальный анализ результатов фунгицидного действия исследуемого реагента. Оценкой эффективности обработки являлось снижение, по сравнению с пробой контроля, или отсутствие роста культуры *A. niger*.

На втором этапе исследования проводилось выявление, а также эффективность пролонгированного действия дезинфицирующего реагента. Для этого полученные на первом этапе исследования пробы модельной воды с определенными дозами исследуемого реагента оставили при комнатной температуре без доступа солнечного света на сутки. По истечении необходимого времени провели микробиологический анализ, аналогично первому этапу. По результатам данного эксперимента также проводился визуальная оценка эффективности фунгицидного пролонгированного действия ПГМГхл на культуру *A. niger*.

Результаты:

По завершении первого этапа работы, в котором исследовалась фунгицидная активность ПГМГхл, были получены следующие результаты, представленные на рисунке 1.

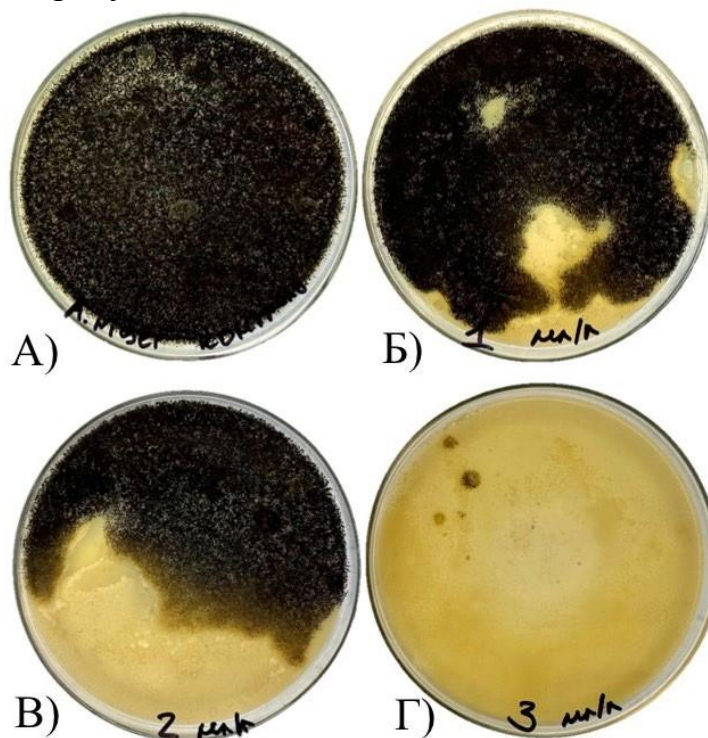


Рис. 1. Чашки Петри с пробами модельной воды, содержащей культуру *A. niger* после инкубации: А) проба сравнения без добавления реагента; Б) проба, содержащая 1 мл/л ПГМГхл; В) проба, содержащая 2 мл/л ПГМГхл; Г) проба, содержащая 3 мл/л ПГМГхл.

Согласно результатам эксперимента, представленным на рисунке 1, в 3 из 4 проб наблюдается активный рост культуры *A. niger*. В чашке Петри с пробой, в которой отсутствует обеззараживающий реагент, был зафиксирован рост культуры по всей поверхности питательной среды, а также наличие спор, характерных для *A. niger*, что позволило использовать ее в качестве пробы сравнения и контроля. На чашке с дозой ПГМГхл 1 мл/л отмечается активный и практически сплошной рост гриба, что свидетельствует о низкой эффективности такой малой дозировки реагента. Добавление 2 мл/л противогрибкового средства повлияло на снижение активности роста *A. niger*, однако не позволило добиться полного ингибирования. В пробе с дозой реагента 3 мл/л после инкубации посевов произошло заметное фунгицидное действие, тем не менее на чашке Петри зафиксировано 4 колонии исследуемой культуры.

По итогам проведения второго этапа работы, в котором было изучено прологированное действие ПГМГхл, были зафиксированы следующие результаты, представленные на рисунке 2.

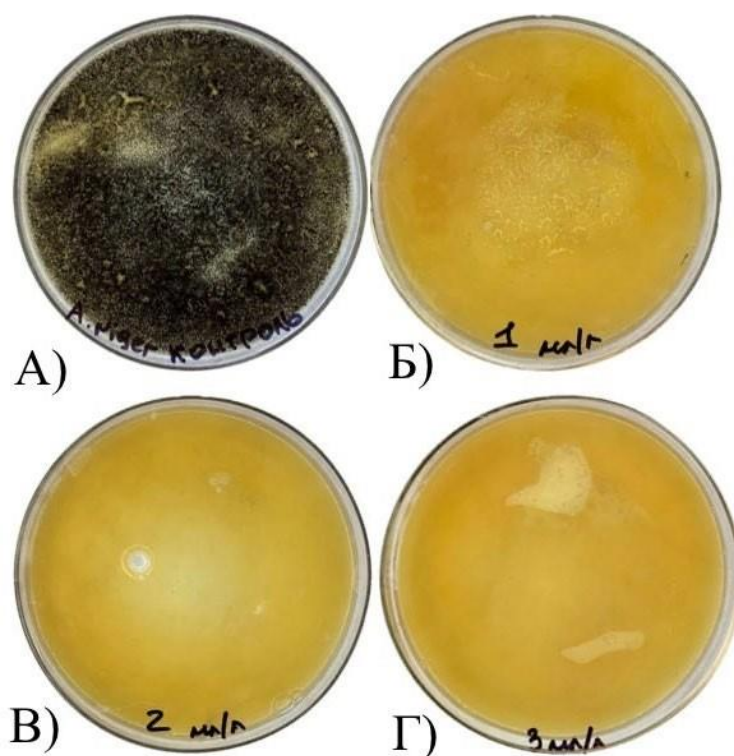


Рис. 2. Чашки Петри пробами модельной воды, содержащей культуру *A. niger* после инкубации для выявления пролонгированного эффекта: А) проба сравнения без добавления реагента; Б) проба, содержащая 1 мл/л ПГМГхл; В) проба, содержащая 2 мл/л ПГМГхл; Г) проба, содержащая 3 мл/л ПГМГхл.

Результаты проведенного эксперимента показывают высокое фунгицидное пролонгированное действие ПГМГхл в отношении культуры *A. niger*. На чашке Петри с пробой, не содержащей обеззараживающий реагент зафиксирован активный сплошной рост гриба, что подтверждает выживаемость спор микроорганизма в водопроводной воде в течение суток, и позволяет использовать эту пробу, как контроль и сравнение. В остальных пробах, содержащих противогрибковое средство, наблюдается отсутствие колоний культуры *A. niger* после 5 суток инкубирования, что доказывает эффективность действия ПГМГхл, а также наличие пролонгированного эффекта.

Выводы:

На основании результатов проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что применение ПГМГхл в качестве противогрибкового реагента имеет перспективу в процессе обеззараживания сточных вод. Эффективное обеззараживание происходило на следующие сутки, что подтверждает наличие пролонгированного эффекта у ПГМГхл. Это связано с механизмом воздействия реагента на клеточные мембраны гриба.

Применение ПГМГхл в стадии обеззараживания сточных вод способствует инаktivации спор *A. niger*, что предотвращает дальнейшее плесневение обезвоженных ОСВ.

Библиографический список:

1. Тимонин А. С., Инженерно-экологический справочник. Т. 2. Калуга:Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. 884 с.
2. Способ обезвреживания и утилизации отработанного активного ила / Е. Ю. Брызгина, Р. Р. Насыров, З. А. Латыпова, Л. Р. Хазимова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2014. №. 3. С. 124-133.
3. Лазарева Т. П., Макаrchук Г. В. Методы обеззараживания воды. Достоинства и недостатки // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № 7. С. 471–476.
4. Новиков М. Г., Воинцева И. И. Преимущества применения ПГМГ-ГХ в процессах обеззараживания и очистки воды, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2017. № 3(111). С. 40–45.
5. Воинцева И. И. Полигексаметиленгуанидин гидрохлорид для очистки и обеззараживания воды как альтернатива реагентам-окислителям. Часть 1 // Вода: химия и экология. 2011. №. 7. С. 39-45.

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ РЕКИ СЛАВЯНКА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

А.И. Лукьянчук, Е.С. Урусова

*Российский государственный гидрометеорологический университет,
alinalukancuk@gmail.com*

В данной работе представлен результат анализа загрязненности водной системы реки Славянка в летний период по гидрохимическим показателям в 2025 году. В результате исследования было отмечено неестественное повышенное содержание ряда гидрохимических показателей, что свидетельствует о существенном антропогенном влиянии на изучаемый водный объект.

Ключевые слова: антропогенное влияние, река Славянка, загрязнение, гидрохимические показатели.

На протяжении длительного времени качество вод многих рек постепенно ухудшается. В особенности это актуально для рек урбанизированных территорий, которые подвергаются постоянному антропогенному воздействию. В большей степени это происходит за счет сброса коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, а также поверхностного стока с территорий населенных пунктов [1]. Река Славянка является одним из ярких примеров реки, испытывающей высокую антропогенную нагрузку при отсутствии регулярного мониторинга качества ее вод. Она является рыбохозяйственным объектом первой категории, а также приемником очищенных коммунально-бытовых сточных вод от очистных

сооружений г. Пушкин. При этом государственный мониторинг качества вод этой реки проводится только в одной точке, расположенной в устье реки. [2]. По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в последние годы качество вод реки Славянка по индексу УКИЗВ колеблется от «загрязненная» до «грязная» [3]. Таким образом, оценка загрязненности водной системы реки в летний период с целью определения её наиболее загрязненных участков является актуальной задачей, так как именно в этот период река испытывает наибольшую нагрузку.

Экологический факультет РГГМУ проводит исследования на реке Славянка с 2021 года во время прохождения летней практики. Для этого были выбраны 4 пункта отбора проб. В 2025 году по результатам детального рекогносцировочного исследования реки по всей протяженности, а также с учетом выявленных и потенциальных источников загрязнения были выбраны еще несколько дополнительных точек отбора проб, расположенных до и после основных пунктов отбора. Они имеют название соответственно: Сл-1.1, Сл-1, Сл-1.2, Сл-2, Сл-2.1 Сл-3, Сл-3.1, Сл-4. Также с целью оценки загрязненности водной системы реки Славянки были установлены 4 точки отбора проб с притоков реки Славянка. Они имеют названия: П-1, Т-1, Тр-1, К-1. Пункт П-1 представляет собой приток Славянки - река Поповка, пункт Т-1 –река Тызьва, Тр-1 – Тярлевский ручей, К-1 – река Кузьминка.

Пункт П-1 располагается выше по течению от точки Сл-1.2. Поповка — река, приток реки Славянки, вытекает из болота рядом с деревней Кондакопшино. В долине реки Поповки находится комплекс, который объявлен памятником природы регионального значения «Долина реки Поповки», а территория, занятая им, — особо охраняемой природной территорией регионального значения. Несмотря на это, практически по всей своей протяженности река испытывает высокое антропогенное воздействие, связанное с многочисленными строительными работами. Пункт Т-1 расположен после точки Сл-1.2. Тызьва — один из притоков Славянки. Исток Тызьвы расположен южнее городского Казанского кладбища на окраине города Пушкина. По её берегам расположены дачные поселения, а основным источником загрязнения данной реки являются обширные частные владения в средней части реки, в верховьях реки – военный аэродром, русло Тызьвы засорено илом и постепенно зарастает тростником и осокой. Пункт Тр-1 расположен выше по течению от точки Сл-2. Тярлевский ручей - ручей, приток реки Славянки, протекающий по территории населённых пунктов Гуммолосары, Павловск и Тярлево. Ручей берёт своё начало в районе Гусарской улицы, город Пушкин. В районе Павловского вокзала через ручей построен автодорожный мост, также вблизи ручья располагаются несколько промышленных предприятий, также может влияет на качество вод ручья. Пункт К-1 выше по течению точки Сл-3.1. Кузьминка - северный приток реки Славянки. Исток реки находится к западу от города Пушкин в заболоченном лесу. Вблизи устья сооружена плотина, создавшая масштабный разлив среди шушарско-колпинских полей, который называют Нижним Кузьминским водохранилищем. Предполагаемым источником загрязнения данной реки

являются ряд промышленных сооружений, расположенных в непосредственной близости от ее берегов.

Все исследуемые точки расположены на различных по уровню и типу антропогенной нагрузки участках территории: сельскохозяйственные угодья, территории частных домовладений, территории интенсивного развития селитебных территорий, промышленные зоны. Это позволяет оценить степень влияния на реку различных антропогенных факторов.

В качестве рассматриваемых гидрохимических показателей для анализа загрязненности реки Славянка были выбраны: азот аммонийный и фосфор фосфатов, концентрация нефтепродуктов, концентрация растворенного кислорода, нитритный азот и нитратный азот. Так как река Славянка относится к рыбохозяйственному объекту первой категории, то ПДК для анализа гидрохимических показателей взяты из действующего приказа об утверждении нормативов качества воды водных объектов [4]. Выбор данных показателей обусловлен тем, что они являются приоритетными для исследуемой реки [2, 5, 6]. Исследования, проводимые по реке Славянка с 2021 по 2024 год свидетельствуют о том, что наибольший вклад в загрязнение реки вносит повышенное содержание фосфатного фосфора, азота аммонийного и азота нитритного, также было отмечено особое увеличение содержание нефтепродуктов в реке в тех местах, где вблизи реки располагается большое количество мостов и трасс и шоссе [7,8]. Именно в летний период река испытывает наибольшую антропогенную нагрузку, что четко видно по содержанию ряда гидрохимических показателей, в большей степени содержанию азота и фосфора, чья динамика является неестественной [9]. Это напрямую связано с высокоинтенсивной антропогенной деятельностью в дачных поселках, расположенных вблизи истока реки, а также промышленными зонами, расположенными в средней и устьевой части реки. На основе данных, полученных в 2025 в результате гидрохимического выбранных показателей, был рассчитан комплексный показатель загрязненности реки. Данный показатель основан на кратности превышения предельно допустимых значений и был выбран потому, что позволяет оценить степень загрязнения водного объекта независимо от наличия обязательных показателей. Также благодаря ему можно выявить наиболее и наименее загрязненные участки реки и определить возможные источники загрязнения. Для интерпретации результатов были использованы следующие значения: «не опасное загрязнение» - показатель кратности < 1 , «потенциально опасное загрязнение» - показатель кратности $1 - < 10$, «опасное загрязнение» - показатель кратности $10 - 100$, «особо опасное загрязнение» - показатель кратности > 100 . Результат представлен на рисунке ниже.



Рис. Карта с точками наблюдения за качеством поверхностных вод на реке Славянка с обозначением комплексного показателя загрязненности

Как можно четко увидеть по рисунку, вблизи истока реки значения комплексного показателя одни из наибольших и относятся к категории «опасное загрязнение», в средней части реки значения комплексного показателя значительно меньше, что относит их к категории «потенциально опасные». Снижение уровня загрязненности в средней части реки вероятно связано с тем, что в этой части река проходит систему прудов парка «Мариенталь» которые, вероятно, выступают в роли «геохимического барьера», что может снизить степень загрязнения. В устьевой части Славянки значения комплексного показателя резко возрастают до категории «опасное загрязнение», что вероятно связано с накопительным эффектом загрязнению по течению реки, а также из-за притока реки Кузьминка значения комплексного показателя которого также относятся к категории «опасное загрязнение». Таблица с обозначениями комплексного показателя для притоков реки Славянка представлена ниже.

Значения комплексного показателя для притоков реки Славянка

Точки отбора проб	Значение комплексного показателя
П-1	4,2
Т-1	2,9
Тр-1	12,2
К-1	15,5

Как можно увидеть по таблице, наибольшее значение комплексного показателя отмечено также в точке Тр-1. Из этого можно предположить, что река Кузьминка и Тярлевский ручей имеют большое влияние на уровень загрязненности водной системы реки Славянка. Значения комплексного показателя в точках реки Славянка, расположенных после впадения данных притоков, резко возрастают, что также может свидетельствовать о значительном влиянии на качество водной системы Славянки.

На основании проведенных авторами исследований, можно сделать вывод о том, что река Славянка подвергается значительному антропогенному воздействию вследствие чего качество вод реки низкое на всем ее протяжении. В ходе работы было выявлено повышенное содержание азота и фосфора в реке в близи истока и в предустьевой части реки, что может непосредственно влиять на загрязненность водной системы Славянки. Также отмечен высокий уровень загрязненности притоков реки, что влияет на качество вод водной системы Славянки. Благодаря полученным результатам с дополнительных точек отбора проб, можно говорить о том, что необходимо продолжать регулярные исследования на реке с увеличением числа точек отбора проб. Полученные результаты могут быть использованы для разработки мероприятий по улучшению качества воды и предотвращению дальнейшего загрязнения.

Библиографический список

1. Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А. Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: Новые горизонты // Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 2. С. 1-8
2. Степанова Е.В., Степанов А.И. Оценка влияния хозяйственно-экономической деятельности ФГУП «СКТБ «ТЕХНОЛОГ» на загрязненность р. Славянка в 2015-2018 гг. // Экологическая химия. 2019. Т. 28. № 4. С. 186-198.
3. Экологический портал Санкт-Петербурга. Состояние окружающей среды. Поверхностные воды. URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=54>. (Дата обращения 19.09.2025).
4. Акт министерств и ведомств "Приказ: Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" от 13.12.2016 № 552 // Российская газета. - 2016 г. - с изм. и допол. в ред. от 13.06.2024.

5. Герман А.В., Серебрицкий И.А. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2023 году. - СПб.: 2024. - 221 с.
6. Степанова, Е. В. Мониторинг загрязненности воды в реке Славянке в период 2015-2022 гг / Е. В. Степанова, А. И. Степанов // Экология и природопользование: устойчивое развитие сельских территорий : Сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 05–09 июня 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Максименко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 564-568. – EDN OOHUKB.
7. Лукьянчук А. И. Динамика загрязненности реки Славянка / А. И. Лукьянчук, Е. С. Урсова // Труды XIII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2024)»: труды конференции, Москва, 28 октября – 01 2024 года. – Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2025. – С. 138-142. – EDN TXNAXN.
8. Лукьянчук А.И. Оценка загрязненности реки Славянка / А. Лукьянчук // Экогидромет - новые горизонты: Сборник трудов IV Международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–14 марта 2025 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2025. – С. 174-176. – EDN TRXVKP.
9. Лукьянчук А. И. Сезонная динамика загрязненности реки Славянка / А. И. Лукьянчук, Е. С. Урсова // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2024» / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, Е.И. Зимакова. [Электронный ресурс] – М.: МОО СИПНН Н.Д. Кондратьева, 2024.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ИЖОРА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

С.А Козинцева, Е.С. Урсова

*Российский государственный гидрометеорологический университет,
kozintseva02@mail.ru*

Аннотация. В работе был проведен анализ загрязненности вод по всей длине р. Ижора по гидрохимическим и гидрофизическим показателям в летний период 2025 года. В результате было выявлено, что по длине реки загрязненность вод нарастает. По индексу качества вод ИЗВ значения загрязненности изменяются от «чистая» у истока до «грязная» в устьевой точке.

Ключевые слова: водные экосистемы, качество вод, загрязнение, река Ижора.

В настоящее время загрязнение поверхностных вод является актуальной проблемой. Воздействие хозяйственной деятельности на водные объекты с каждым годом возрастает, что негативно сказывается на качестве природных

вод. Наиболее подвержены загрязнению малые реки, протекающие по территории с высокой антропогенной нагрузкой. Одним из таких примеров является река Ижора.

Река Ижора является левым притоком реки Невы и впадает в нее в 34 км от устья. Берет начало на Ижорской возвышенности из родника у деревни Скворицы. Протекает по Гатчинскому и Тосненскому районам Ленинградской области, и Колпинскому району Санкт-Петербурга. Общая протяженность реки составляет 87 км. Водосборная площадь около 1000 км² [2]. Таким образом, река Ижора относится к категории малых рек.

В 2024 году, согласно данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга, воды реки Ижора классифицировались как «грязные» [1]. На всем своем протяжении река является приемником сточных вод от КОС г. Гатчина, КОС г. Колпино, Ижорских заводов и других промышленных предприятий, расположенных в промышленной зоне «Металлострой» [3, 4]. Также существенное негативное влияние на качество вод оказывают основные притоки реки [5].

В работе использованы данные гидрофизического и гидрохимического мониторинга, полученные по результатам полевых работ Учебного бюро экологического мониторинга Экологического факультета РГГМУ за летний период 2025 года. Отбор проб производился на шести станциях, расположенных по длине реки от истока до устья. Карта представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Карта-схема точек отбора проб на р. Ижора.

Наблюдения производили по следующим показателям: рН, БПК₅, концентрация растворенного кислорода, концентрация основных форм азота, железа общего, фосфора фосфатного, нефтепродуктов, а также общая минерализация, прозрачность, мутность, цветность.

На рисунке 2 в качестве примера представлены графики пространственной динамики БПК₅, концентраций растворенного кислорода, азота аммонийного и фосфора фосфатов.

Вода реки Ижора характеризовалась нейтральной и слабощелочной реакцией среды. Кислородный режим на протяжении длины реки благоприятный. Концентрация растворенного кислорода, кроме станции Иж1, выше установленного норматива (рисунок 2). На станции Иж1 кислорода мало из-за природных особенностей – данная станция расположена на роднике – истоке реки.

Было отмечено превышение БПК₅, характеризующее загрязненность реки легкоокисляемой органикой, на 3 станциях. Наибольшая концентрация отмечена в точке Иж6 (2,8 ПДК).

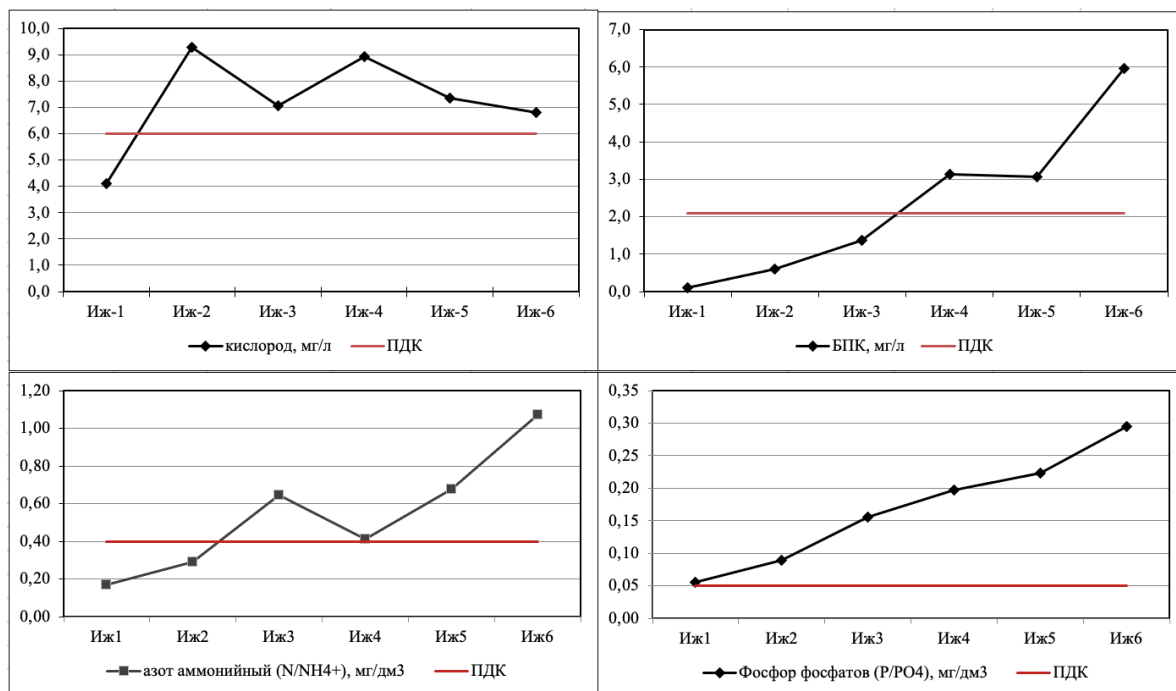


Рис. 2. Пространственная динамика БПК₅ и концентраций растворенного кислорода, азота аммонийного и фосфора фосфатов.

Так же наблюдалось возрастание значений концентрации азота нитритного, азота аммонийного и фосфора фосфатов от истока до устья. По данным показателям обнаружено превышение нормативного значения вблизи устья реки 3,75 ПДК, 2,68 ПДК и 5,88 ПДК, соответственно.

Значения концентрации железа общего возрастают от истока до устья, при этом в устье реки резко возрастают (8 ПДК). Концентрации нефтепродуктов превышают ПДК на 4 станциях. Максимальное превышение наблюдается в точке Иж6 около п. Усть-Ижора (11,6 ПДК).

Значения минерализации уменьшались от истока до устья, но для точки вблизи г. Коммунар Гатчинского района Ленинградской области (Иж4) наблюдается небольшое повышение. Наибольшее значение удельной электропроводности характерно для точки вблизи истока у д. Скворицы Гатчинского района Ленинградской области (Иж1), наименьшее – для точки около г. Тельмана (Иж5).

Значения прозрачности уменьшались от точки вблизи д. Алапурская Гатчинского района Ленинградской области (Иж2) до точки вблизи устья реки около п. Усть-Ижора (Иж6). Значения мутности, наоборот, увеличивались от точки Иж2 до точки Иж6. Значения цветности увеличивались от истока к устью. Максимальное значение цветности наблюдается в точке вблизи г. Тельмана (Иж5).

Для комплексной оценки загрязненности по длине реки был рассчитан комплексный показатель загрязненности ИЗВ. Результаты представлены на рисунке 3.

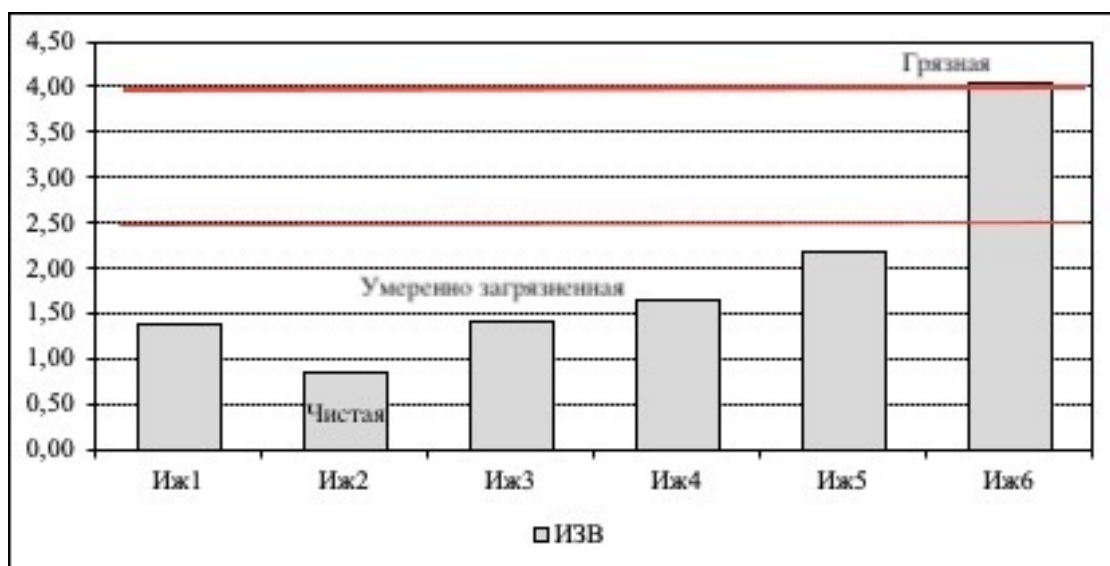


Рис.3 Классы качества вод по ИЗВ для реки Ижора

Из представленных данных видно, что уровень загрязненности нарастает по длине реки от истока до устья. Можно сделать вывод, что загрязнение реки Ижоры носит накопительный характер. Количество поступающих сточных вод превышает возможности самоочищающей способности реки, что приводит к нарушению экологической устойчивости водотока.

По полученным данным река Ижора достаточно сильно загрязнена на всем протяжении. Наибольшему антропогенному воздействию подвержена приустьевая часть реки, что подтверждается не только превышением нормативных концентраций основных загрязняющих веществ, но и изменением гидрофизических параметров от истока до устья. Изменение химического состава воды и ее гидрофизических параметров неблагоприятно влияет на гидробионтов и может привести к уменьшению биоразнообразия.

Библиографический список

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2024 году/ Под редакцией К.А. Соловейчика, И.А. Серебрицкого – СПб.: 2025. – 206.с.
2. Состояние окружающей среды в Ленинградской области: информационно-аналитический сборник / Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — СПб.: Папирус, 2023. — 320 с.
3. Козлова, А. В. Оценка качества вод реки Ижоры / А. В. Козлова, Н. В. Зуева, Е. С. Урусова // Четвертые Виноградовские Чтения. Гидрология от познания к мировоззрению: сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова, Санкт-Петербург, 23–31 октября 2020 года / Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2020. – С. 895-899.
4. Козлова, А. В. Оценка загрязненности вод реки Ижора в летний период 2020 года / А. В. Козлова, Н. В. Зуева // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического университета, Санкт-Петербург, 22–24 октября 2020 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2020. – С. 745-746.
5. Демьянович, М. А. Влияние притоков на экологическое состояние реки Ижора / М. А. Демьянович, Ш. В. Таджибова // Колпинские чтения: детско-юношеский туристско-краеведческий форум: Материалы IV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции-конкурса публикаций, Санкт-Петербург, 25 марта 2022 года / Отв. редакторы С.В. Бочкарев, А.М. Макарский, Н.Е. Самсонова. Научный редактор А.А. Дмитриева. – Санкт-Петербург: Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Ленинградский областной институт развития образования", 2022. – С. 226-232.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НОВЫХ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОЙ УРБАНИЗАЦИИ

Е.Н. Колесникова¹, И.Г. Русскова²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

¹Ekaterina.Ksen16@mail.ru, ²russkova_ig@spbstu.ru

В статье рассматривается значимость влияния настоящих условий урбанизации на экологическую безопасность жителей. Также проанализирована важность данного вопроса и актуальность. Изучение воздействия современного городского развития на здоровье людей и окружающую среду.

Ключевые слова: экологическая безопасность, урбанизация, экология, окружающая среда, здоровье населения.

Урбанизация – процесс, при котором происходит значительное повышение роли города и его культуры в развитие общества. Рассмотрим процесс урбанизации на примере современных городов.

Причинами формирования процесса урбанизации является: наличие экономических возможностей, технологического прогресса, высокий уровень удобства, активное развитие инфраструктуры. Уровень урбанизации активно растет и является неотъемлемой частью развития современного общества.

В это же время данный процесс может создать серьезные угрозы для экологической безопасности населения, находящихся в условиях города [1].

Процесс урбанизации имеет следующие недостатки:

- Создается серьезная угроза биоразнообразия. Это происходит из-за сокращения естественных лесов, рек.

- Переполненные свалки.

Ежегодно в городе образуется более 1,8 млн тонн твердых коммунальных отходов. Образование проблемы загрязнения подземных вод и свалочный газ, так как около 90% до недавнего времени направлялось на полигоны Ленинградской области [2].

- Нехватка зеленых зон в городской среде. По данным Комитета по благоустройству СПб, обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования составляет менее 9-10 м² на человека (при нормативе ВОЗ в 16 м²).

- Повышение температуры в городе.

- Недостаток УФ-излучения.

- Повышенная влажность.

- Загрязнение атмосферного воздуха. Источниками загрязнения являются: автотранспорт (85-90% всех выбросов в атмосферу города, ежегодный объем выброса от автотранспорта составляет 180-200 тыс. тонн) и промышленность (на долю предприятий 10-15% выбросов, загрязнители: химические, металлургические предприятия) [3].

Загрязняющими веществами являются: оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), формальдегид, диоксид серы (SO₂) и взвешенные частицы (PM_{2.5} и PM₁₀). Выбросы приводят к загрязнению воздуха, а в дальнейшем могут приводить к образованию кислотных дождей, ухудшению самочувствия людей и развитию болезней.

Также наблюдается рост концентраций диоксида азота (NO₂) вблизи автомагистралей из-за увеличения автотранспорта. Уровень загрязнения формальдегидом также существенно превышает нормы [4].

В условиях активной урбанизации сохранение природных экосистем является важнейшей задачей для поддержания уровня экологической безопасности людей.

Рассмотрим и сравним, как другие крупные города борются с этой проблемой и изучим пути их решения (табл. 1).

Таблица1. Пути решения экологических проблем городов

№	Город	Пути решения экологических проблем
1	Берлин	активное развитие программы «Зеленый город»; возобновляемые источники энергии; переработка отходов; создание велосипедных дорог; программы по озеленению дворов.
2	Токио	управление и сортировка мусора; энергосберегающие технологии; «умные» парковки; зеленые насаждения; повторное использование воды; вертикальные сады.
3	Баку	создание зеленых зон; внедрение новых современных технологий в инфраструктуру города.
4	Агдам	использование возобновляемых источников энергии; внедрение энергоэффективных зданий; внедрение современных способов очистки воздуха; внедрение современных способов очистки воды; наличие умного уличного освещения; создание большого количества зеленых зон, парков и аллей [5].

Для более четкого понимания ситуации я побывала в современном городе в условиях урбанизации и посмотрела на ситуацию экологической безопасности. Выделим основные решения экологических проблем и далее предложим дальнейшие рекомендации и идеи для улучшения экологической безопасности.

Существующие экологические проблемы современных городов:

- отсутствие безопасных эко-маршрутов, соединяющих зеленые зоны с пешеходными и велосипедными дорожками;
- недостаточное количество зеленых зон и насаждений;
- большое количество загрязнителей и наличие автомагистралей вблизи домов;
- отсутствие единых пунктов приема пластика, стекла, одежды и опасных отходов в пешей доступности. Есть только отдельные пункты приема материалов, что может побуждать людей сортировать только один вид отходов по причине того, что другой пункт находится дальше или неудобно добираться.

Существующие решения экологических проблем современных городов:

- наличие точек раздельного сбора мусора;
- наличие небольших зеленых зон;
- наличие большого количества пунктов проката велосипедов с доступными ценами.

Идеи и предложения для улучшения экологической безопасности в современных городах:

1. Создание «Зеленых коридоров» и вертикальных садов.

«Зеленые коридоры» — это полноценные экосистемы, состоящие из полноценных экосистем, а не просто маршруты. Суть данной идеи

заключается в создании зеленых пространств, которые могут соединять лесные участки и парковые зоны с велосипедной и пешеходной дорожкой

Как реализовать данную идею:

1.1. Определить какие зеленые зоны уже существуют и спланировать «коридоры» и вертикальные сады, которые будут соединять их. Для этого нужно провести экологические исследования для точного определения местоположений данных зон.

1.2. Установить пешеходные и велосипедные дорожки вдоль данных коридоров.

1.3. Составить возможные эко-маршруты, соединяющие зеленые пространства.

1.4. Высадить деревья и растения, кустарники, цветущих растений и спланировать расположение вертикальных садов, где это возможно. По возможности можно создать искусственные водоемы или пруды. Создание «Аптекарских огородов» - особого цветника с лекарственными и пряно-ароматическими травами, обладающими антимикробными и успокаивающими свойствами.

Также данные маршруты следует дополнить табличками с информационными стендами о местной флоре и фауне, информацией о экологической безопасности, домиками для птиц, скамейками и пунктами раздельного сбора отходов (см. пункт 2).

Предложенную идею можно наполнить образовательными программами и социальными мероприятиями: проведение эко-квестов и эко-экскурсий для детей по данным зеленым коридорам и вертикальным садам, проведение мастер-классов по садоводству и высадке растений, проведение волонтерских акций по уходу за коридорами и высадке растений, организация ежегодных фестивалей, посвященные экологии.

Создание «Зеленых коридоров» и вертикальных садов поможет снизить уровня шума, повысить биоразнообразие и улучшить качество воздуха в окружающей среде. Создание красивых, безопасных и экологичных маршрутов для передвижения пешком и на велосипедах, что также увеличивает физическую активность населения (рис.1).

На рисунке слева двory между многоквартирными домами в современном городе с недостатком зеленых зон и рядом, для сравнения, рисунок, где находится облагороженный зеленый коридор, соединяющий лесопарк, находящийся вдали и другие парки и зеленые зоны с помощью велосипедной дорожки и зеленых насаждений. Данные предложения увеличат экологическую безопасность.



Рис.1. Облагораживание территории современного города с помощью зеленых коридоров и велодорожек.

2. Создание единых эко-точек с «умными» контейнерами для сбора отходов.

На конец 2023 года в городе установлено более 12 тысяч контейнеров для раздельного сбора мусора. Доля отходов, направленных на утилизацию и переработку, постепенно растет, но еще не велика (10-15%). Создание инновационных контейнеров, которые отслеживают уровень заполненности.

Для реализации данной идеи можно создать приложение, на котором будет видно, где находятся все единые эко-точки. Одновременно в одном месте эко-точка может включать в себя сборы: стекла, батареек, лампочек, пластика, макулатуры, благотворительного сбора (вещи, которым можно подарить «вторую жизнь»)

Для более четкой и систематической работы на каждом пункте должен быть ответственный сотрудник, который также смог бы ответить на все вопросы и знать правила выдачи баллов и призов.

Реализация:

2.1. Установить эко-точки на улице города с GPS-технологиями. По возможности, их можно расположить в зеленых коридорах. Данные контейнеры должны находиться в пешей доступности от домов.

2.2. Эко-точки должны быть подключены к мобильным приложениям и отслеживать уровень заполненности.

2.3. Внедрение системы поощрения. Также для мотивации граждан можно предложить копить виртуальные баллы, а позже обменивать их на эко-призы, эко-товары или скидки в магазины.

Весь собранный материал в баках службы вывоза мусора должны вывозить по заранее договоренному месту назначения для дальнейшей переработки.

Также важным пунктом для улучшения экологической безопасности является рекомендация к строительству мусоросжигательных заводов с технологией выработки энергии (электричество и тепло) и современной системы газоочистки.

Польза:

- Снижение переполненности мусорных контейнеров.
- Стимулирование граждан к активной сортировке отходов через эко-баллы и в дальнейшем получение призов.
- Повышение эффективности вывоза мусора и избегание неприятных запахов.
- Стимулирование граждан к более ответственному отношению к окружающей среде и тем самым к повышению экологической безопасности.

Далее сравним две ситуации. Обычный двор в современном городе и реализация идеи эко-точек. На рисунке видно, как можно выгодно заполнить пустое пространство эко-точкой, дополнить лавками, информацией о растениях, которые там находятся, а также информационными стендами. Данные мероприятия повысят экологическую безопасность (рис.2).



Рис.2. Облагораживание двора в современном городе с использованием зелени и эко-точки.

Подводя итог, следует сказать, что уровень урбанизации активно растет и является неотъемлемой частью развития современного общества.

В это же время данный процесс может создать серьезные угрозы для экологической безопасности населения, находящихся в условиях города. Для этого нужно создавать мероприятия по улучшению экологической безопасности [6]. Создание зеленых коридоров, вертикальных садов, «Аптекарских огородов», а также создание единых эко-точек с «умными» контейнерами для сбора отходов помогут улучшить уровень экологической безопасности.

Библиографический список

1. Урбанизация [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Урбанизация> (дата обращения: 21.09.2025).
2. Годовой отчет ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/godovoj_otchet/ (дата обращения: 21.09.2025).
3. Мониторинг загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=552> (дата обращения: 21.09.2025).
4. ДОКЛАД об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2022 году. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/statistic/development/> (дата обращения: 21.09.2025).
5. Амирасланов, Ф. Д. Инновационные подходы к обеспечению экологической безопасности в условиях урбанизации / Ф. Д. Амирасланов, Н. Э. Гасанова // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 4(85). – С. 462-470.
6. Беспалов, В. И. Научно методические основы обеспечения экологической безопасности территорий в условиях урбанизации / В. И. Беспалов, Е. В. Котлярова, А. С. Бондаренко // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1(52). – С. 104.

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

В. А. Педенко

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
pedenko_va@spbstu.ru*

В статье рассматриваются особенности архитектурно-планировочных решений предприятий агропромышленного комплекса (АПК) в условиях региональных факторов на примере Белгородской области. Рассматриваются ключевые аспекты проектирования объектов АПК, включая учет климатических, географических и экологических особенностей региона, а также вопросы безопасности производства и труда.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, архитектурно-планировочные решения, безопасность, климатические особенности, природные риски, проектирование, логистика, пожарная безопасность, экологическая безопасность, энергоснабжение, социальная инфраструктура.

Агропромышленный комплекс (АПК) является важнейшей составляющей экономики России, обеспечивая продовольственную безопасность и развитие сельских территорий. В последние десятилетия, с ростом масштабов сельскохозяйственного производства и увеличением интенсивности технологических процессов, важной задачей становится обеспечение безопасности предприятий АПК. Применение современных методов мониторинга природной среды, включая космические снимки, позволяет значительно повысить эффективность управления рисками в сельском хозяйстве [1]. Архитектурно-планировочные решения играют ключевую роль в создании безопасных и эффективных условий для функционирования этих объектов. При этом важно учитывать специфические региональные факторы, такие как климатические условия, географические особенности и риски, связанные с природными и техногенными катастрофами.

Целью исследования является анализ особенностей архитектурно-планировочных решений предприятий АПК с учетом региональных факторов на примере Белгородской области, а также выработка рекомендаций для повышения безопасности и устойчивости таких объектов в условиях изменяющегося климата и природных рисков.

Белгородская область расположена в центральной части России, в зоне умеренно континентального климата, что обуславливает наличие четко выраженных сезонных колебаний температуры и осадков. Зимы в регионе холодные, с температурами, опускающимися ниже -15°C , а лето жаркое и сухое. В таких условиях проектирование предприятий агропромышленного комплекса требует применения теплоизоляционных материалов и систем отопления, обеспечивающих надежную защиту от холодов в зимний период. Биоиндикация, в данном случае, также является важным элементом оценки природных рисков [2].

Для Белгородской области характерны летние ливневые осадки, которые могут приводить к локальному подтоплению территорий, поэтому при проектировании объектов АПК требуется предусматривать эффективные системы поверхностного водоотвода и дренажа. Геологический разрез региона представлен преимущественно лёссовидными суглинками и чернозёмами, подверженными просадочным явлениям при увлажнении, что накладывает дополнительные требования к проектированию фундаментов. В отдельных районах встречаются грунтовые воды на небольшой глубине, что также необходимо учитывать при выборе конструктивных решений. Таким образом, при проектировании следует предусматривать мероприятия по обеспечению устойчивости оснований и защите конструкций от возможного переувлажнения и морозного пучения. Комплексная экология и её прикладные аспекты должны стать основой для проектирования сельскохозяйственных объектов, минимизирующих негативное воздействие на среду [3].

Таблица 1**Региональные нормативные данные для Белгородской области**

Параметр	Значение	Нормативный документ
Расчетная температура наиболее холодных суток (0,98)	–29 °С	СП 131.13330.2020
Температура наиболее холодной пятидневки (0,92)	–28 °С	СП 131.13330.2020
Абсолютный минимум	–35 °С	СП 131.13330.2020
Продолжительность периода ≤ 0 °С	~126 суток	СП 131.13330.2020
Осадки ноябрь–март	190–200 мм	СП 131.13330.2020
Осадки апрель–октябрь	200–210 мм	СП 131.13330.2020
Преобладающее направление ветра (зима)	Юго-запад	СП 131.13330.2020
Ветровой район	II ($w_0 = 0,30$ кПа)	СП 20.13330.2016
Снеговой район	III ($S_g = 1,5$ кПа)	СП 20.13330.2016

Приведённые в таблице данные являются основой для расчёта ограждающих конструкций, выбора материалов и инженерных систем при проектировании предприятий АПК в Белгородской области. Они позволяют архитекторам и инженерам корректно учитывать теплотехнические и ветровые условия, определять требуемую прочность конструкций, обеспечивать надёжность зданий и сооружений в условиях снеговых и температурных нагрузок, а также соблюдать санитарно-эпидемиологические требования при организации санитарно-защитных зон.

В условиях современного изменения климата, когда экстремальные погодные явления становятся всё более частыми, предприятия АПК должны быть оснащены системами аварийного водоотведения и защиты от подтоплений. Кроме того, необходимо учитывать также экологические риски, связанные с загрязнением почвы и водоемов. Одним из актуальных решений является использование технологий «зелёных крыш», которые позволяют снизить нагрузку на инженерные системы и повысить устойчивость зданий [4].

Современные агрокомплексы представляют собой крупные многофункциональные объекты, включающие перерабатывающие предприятия, хранилища, логистические узлы и иногда даже биотехнологические лаборатории. Их проектирование требует особого внимания к вопросам энергообеспечения и экологии, так как такие объекты оказывают значительное воздействие на окружающую среду. В частности,

необходимо предусматривать замкнутые циклы переработки отходов, использование возобновляемых источников энергии и внедрение «умных» систем мониторинга состояния оборудования и экологических параметров. Необходимость интеграции экологических и экономических аспектов в проектные решения подтверждается исследованиями по устойчивому развитию фермерских хозяйств [5].

Фермерские хозяйства, в отличие от крупных агрокомплексов, имеют меньший масштаб и более ограниченные ресурсы. Однако их роль в сельском хозяйстве не менее значима: именно фермерские хозяйства обеспечивают диверсификацию производства, формируют основу продовольственной независимости регионов и способствуют сохранению традиционного уклада сельской жизни. Архитектурно-планировочные решения для фермерских хозяйств должны быть более адаптивными, гибкими и экономичными. Модульность и энергоэффективность становятся ключевыми принципами развития таких объектов [6].

Производственные и складские помещения должны проектироваться с учетом специфики хранения горючих и легко воспламеняющихся материалов, таких как зерно или удобрения. Для этого необходимо использовать специализированные системы вентиляции, противопожарные барьеры и огнеупорные материалы, соответствующие строительным нормам и стандартам безопасности. Важной частью проектирования является также создание эффективной системы безопасности, которая включает в себя как защиту от внешних угроз, так и контроль за внутренними процессами на предприятии.

Для повышения эффективности работы предприятия важно организовать эффективную логистику внутри объекта. Для обеспечения оптимальной логистики необходимо учесть разделение транспортных потоков для перемещения продукции, оборудования и персонала. Развитие логистической инфраструктуры напрямую связано с повышением эффективности функционирования агропромышленного комплекса [8].

Энергетическая безопасность также является важным аспектом проектирования предприятий АПК. Для обеспечения бесперебойной работы предприятия необходимо предусмотреть резервные источники энергии, такие как дизельные генераторы и системы аккумуляторных батарей. Это особенно важно для предприятий, занимающихся переработкой сельскохозяйственной продукции и её хранением, где перебои с электроснабжением могут привести к значительным экономическим потерям. Инженерные системы животноводческих комплексов определяют условия жизнеобеспечения и напрямую влияют на производственные показатели [9].

Проектирование энергетической системы предприятия должно также включать в себя механизмы управления потреблением энергии, такие как системы автоматического регулирования и учёта потребления энергии, что способствует не только повышению устойчивости, но и улучшению экономических показателей предприятия.

Проектирование предприятий АПК также включает создание комфортных и безопасных условий труда: оптимизацию путей движения людей и техники, эргономику рабочих мест, микроклимат и инсоляцию, а также социальные сервисы (медкабинет, столовая, раздевалки). Для удалённых объектов обоснованы компактные жилые блоки и быстровозводимые общественные пространства.

Архитектурно-планировочные решения предприятий агропромышленного комплекса Белгородской области требуют комплексного подхода, учитывающего технологические потребности производства, климатические и экологические особенности, а также социально-экономические приоритеты устойчивого развития территории. Устойчивое развитие сельских территорий является базисом формирования региональной продовольственной безопасности [10]. Такой подход позволяет сформировать безопасные и эффективные объекты, устойчивые к климатическим и рыночным вызовам. При этом необходимо учитывать требования СП 131.13330.2020 «Строительная климатология», СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, а также СП 296.1325800.2017 «Нагрузки климатические. Экстремальные значения».

Библиографический список

1. Кутявина, Т. И., Рутман, В. В., Ашихмина, Т. Я., Савиных, В. П. Использование космических снимков для определения границ водоемов и изучения процессов эвтрофикации // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 28–33. – DOI: 10.25750/1995-4301-2019-3-028-033.
2. Иванов, А. А. Биоиндикация водоемов // Биоиндикация природных сред: материалы Всероссийской конференции. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – С. 32–36.
3. Бурков, Н. А. Прикладная экология. – Киров: Изд-во «Вятка», 2005. – 272 с.
4. Паршикова, М. В. Исследование энергоэффективной технологии обработки отходов животноводства в биореакторе с использованием солнечной энергии // Вестник АПК России. – 2024. – № 2. – С. 45–53.
5. Синянский, И. А. Предложения по архитектурно-планировочным, конструктивным и экономическим решениям мобильных зданий для агропромышленного комплекса // Архитектура и строительство России. – 2023. – № 6. – С. 27–36.
6. Редникова, Т. В. «Зелёное» сельское хозяйство как отрасль «зелёной» экономики: проблемы оценки комплексного воздействия на окружающую среду // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 11. – С. 15–22.
7. Сысоева, Е. В. Влияние «зелёных» крыш на изменение плотности пылевых масс на исследуемой территории (г. Тула) // Экология и промышленность России. – 2023. – Т. 27, № 5. – С. 66–72.
8. Шитова, Т. В. Повышение логистической инфраструктуры в Российской Федерации как один из аспектов эффективного функционирования

агропромышленного комплекса // Логистика сегодня. – 2023. – № 4. – С. 41–49.

9. Корниенко, С. В. Вентиляция с нагнетанием или разряжением воздуха в помещениях для животных // Вестник зоотехнической науки. – 2025. – № 1. – С. 58–64.

10. Яшкова, Н. В. Устойчивое развитие сельских территорий как направление формирования продовольственного обеспечения региона // Экономика региона. – 2024. – Т. 20, № 2. – С. 123–135.

ВЛИЯНИЕ ЭПИФИТНОЙ МИКРОФЛОРЫ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ ВСХОЖЕСТИ ЗЕРНА

**О.В. Поворова¹, А.С. Железнева²,
А.Ю. Степаненко³, Я.П. Шапеткина⁴**

МГУ имени А.А. Кулешова,

¹povorov@mail.ru, ²zhelezneva.sasha@mail.ru,

³Spanangelina@gmail.com, ⁴purplefoxx1209@gmail.com

В статье представлены результаты анализа состава эпифитной микрофлоры зерна *Triticum aestivum* и особенности ее влияния на всхожесть семенного материала в зависимости от условий хранения зерна.

Ключевые слова: микроорганизмы филлосферы зерна, показатели всхожести зерна.

Эпифитная микрофлора препятствует проникновению фитопатогенных микроорганизмов в растительные ткани, участвуя в коррекции иммунитета растений. Смена состава микроорганизмов (уменьшение количества или разнообразия положительных эпифитов) может привести к ослаблению защитных свойств растения и, как следствие, попаданию из окружающей среды условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Изменение факторов экологической среды обитания может приводить к трансформации количественного и качественного составов микроорганизмов, к смене биотических отношений.

Показатели безопасности зерна установлены техническим регламентом и включают контроль содержания токсичных элементов, микотоксинов, бенз(а)пирена, пестицидов, радионуклидов, испорченных зерен и вредной примеси, генно-модифицированных организмов, зараженности вредителями, загрязненности мертвыми насекомыми-вредителями [1]. Важным показателем, характеризующим состояние зерна при хранении, является видовой и количественный состав микрофлоры. Поверхностная и субэпидермальная микрофлора свежесобранного зерна насчитывает миллионы спор плесневых грибов, бактерий, актиномицетов, дрожжей и т.д. В доброкачественном свежесобранном зерне преобладают бактерии *Erwinia*

herbicola, спор плесеней незначительно. Однако решающую роль в порче зерна играют плесневые грибы. Считается, что свежееубранное зерно не содержит микотоксины и они появляются в нем во время хранения. В процессе роста и созревания культур происходит постоянная контаминация зерна сапротрофными плеснеобразующими микромицетами через внешнюю среду. Изучение филлосферы зерна имеет большое практическое значение, т.к. позволяет не только быстро и достоверно проанализировать способность всхожести и качество зерна, но и использовать метод конкуренции аборигенными штаммами бактерий для подавления жизнедеятельности токсинообразующей микобиоты.

Зерно, недостаточно просушенное или хранившееся в условиях повышенной влажности, а также зерновые культуры, убранные при неблагоприятных метеорологических условиях, могут поражаться токсиногенными микроскопическими грибами и, как следствие, приобретать ядовитые свойства [2]. Интенсивное развитие микроорганизмов приводит к снижению качества зерна, его пищевой ценности, биологических и семенных достоинств [3]. Наблюдается распад клейковинных белков, гидролиз крахмала и липидов, изменение ферментного баланса зерна. Получить качественную муку из пораженного микроорганизмами зерна практически невозможно [4].

Общеизвестно, что на всхожесть зерна влияют влажность и температура при хранении семенного материала. При повышении влажности ускоряются процессы дыхания семян, расходуется кислород, при этом если система с ограниченным доступом кислорода, то происходит смена экологических ниш микроорганизмов зерна. Для того, чтобы изучить какие микроорганизмы филлосферы зерна улучшают/ухудшают показатели всхожести семенного материала, нами были смоделированы две системы – с нормальной и повышенной влажностью:

- объект 1 (O1) – зерно, хранившееся в условиях нормальной влажности и температуре со свободным доступом кислорода;
- объект 2 (O2) – зерно, хранившееся в условиях повышенной влажности и температуре с ограниченным доступом кислорода.

В качестве объекта исследования было выбрано зерно пшеницы мягкой *Triticum aestivum*. Оптимальные условия хранения пшеницы при температуре 10° С, а влажность не должна превышать 14%. Предмет исследования – многообразие эпифитной микрофлоры зерна, определяемое микроскопией, бактериологическими, биохимическими методами [5]; показатели всхожести и энергии прорастания зерна [6].

Среди эпифитной микобиоты зерна O1 были определены следующие микроорганизмы: *Xantomonas*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Aureobacterium*, *Eubacterium*, *Clavibacter*, *Cladosporium*, *Urocystis*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*. В нарушенных условиях хранения зерна (O2) нами определены три новых рода *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichoderma*. Микроорганизмов рода *Cladosporium* больше в 33 раза. Таким образом, данные микроорганизмы появились в условиях повышенной влажности и температуры, ограниченного доступа кислорода и могут

выступать в качестве маркеров нарушенных условий хранения семенного материала. Не выявлены два рода эпифитных микроорганизмов *Urocystis*, *Penicillium*, которые могут выступать в качестве маркеров хранения зерна, необходимых для высокой всхожести семенного материала.

Среди эпифитных эубактерий зерна О1 были обнаружены микроорганизмы *Bacillus*, *Acetobacter*, *Azotobacter*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*. В нарушенных условиях хранения зерна (О2) ниже количество колоний *Acetobacter* в 4 раза и в 3 раза *Micrococcus*. Определено два новых рода бактерий *Streptococcus*, *Sarcina* в максимальных количественных единицах, которые могут рассматриваться в качестве маркеров нарушенных условий хранения семенного материала. Не выявлены бактерии рода *Azotobacter*, которые могут быть маркерами условий хранения и всхожести зерна. Основные представители сапротрофной микрофлоры, выявленные в максимальных количествах, обладают антагонистическими свойствами и могут синтезировать полезные для растений вещества, включая ингибирующие факторы для микотоксинообразующих микромицетов.

При изучении влияния эпифитной микрофлоры на показатели всхожести и энергии прорастания зерна нами были определены различия с более высокими показателями всхожести зерна О1, что связано с контролируемыми условиями хранения. В нарушенных условиях хранения зерна (О2) ниже энергия прорастания на 8% и показатели всхожести на 4%. В нормальных условиях хранения зерна (О1) нами выявлены бактерии рода *Azotobacter* и микроскопические грибы родов *Urocystis*, *Penicillium*, которые могут быть использованы в качестве маркеров условий хранения и всхожести зерна. Разница в показателях объясняется следующими факторами: О1 находился в более благоприятных условиях, что способствовало сохранению жизнеспособности зародышей семян. Влажность и температура в О2 были выше, что создало стрессовые условия для зерна и привело к снижению его качества. Все исследуемые культуры по энергии прорастания и показателям всхожести находятся в диапазоне допустимой нормы (ГОСТ 12038 – 84 «Определение всхожести семян. Методы определения всхожести»). Это свидетельствует о том, что зерновые культуры прорастут, но не дадут большого процента урожайности из – за пораженности грибами, а также из-за разного состояния зерен и их условий хранения.

На настоящий момент считаются актуальными исследования, оценивающие взаимосвязь между качественным и количественным составом микробиоты длительно хранящегося зерна и содержанием в нем токсинов. Использование метода конкурентного взаимоисключения одних микроорганизмов другими широко распространен в биологии, однако в области хранения зерна исследования немногочисленны. Результаты наших исследований позволяют определить сапротрофную аборигенную эпифитную микрофлору зерна при оптимальных условиях хранения зерна (влажность, температура, доступ кислорода), которую в дальнейшем можно использовать для обработки зерна с целью конкурентного взаимоисключения

микотоксинообразующей микобиоты филлосферы зерна и повышения его качеств при длительном хранении.

Библиографический список

1. Установление качества зерна гречихи с помощью метода неразрушающего контроля / Е. А. Тарасова, К. Б. Гурьева, Н. А. Хаба, Т. Л. Соколова // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. № 5. С. 228-236. doi:10.33619/2414-2948/102/30.
2. Шапиро В. А. Русское возрождение. М.: Агроконсалт, 2001. 88 с.
3. Гарибова Л. В., Сидорова И. И. Грибы. М.: Просвещение, 1997. 352 с.
4. Жизнь растений: в 6 т. Т.1. Введение. Бактерии и актиномицеты / под ред. Н.А. Красильникова. М.: Просвещение, 1974. 487 с.
5. Беркли, Р. Определитель бактерий Берджи : в 2-х т. / под ред. Дж. Хоулта; пер. с англ. под ред. акад. РАН Г. А. Заварзина. 9-е изд. Москва: Мир, 1996.
6. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84; введ. РБ 01.07.86. Москва: Стандартинформ, 2011. 64 с.

О ЗАГРЯЗНЕНИИ ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ

Т.А. Полякова, А.М. Сергеева

*Белорусско-Российский университет,
123-321-456-654@mail.ru, alla-sergeeva@tut.by*

В статье рассмотрены аспекты влияния загрязнения придорожной полосы мусором на экологическую ситуацию. Представлены стратегии, позволяющие сократить объемы несанкционированного выброса мусора. Определен комплекс возможных путей решения проблем, связанных с загрязнением придорожной полосы.

Ключевые слова: автомобильная дорога, придорожная полоса, выброс мусора, экологическая безопасность, административная ответственность, штрафы.

В соответствии с Государственной программой «Дороги Беларуси» на 2021–2025 годы в Республике Беларусь протяженность сети автомобильных дорог общего пользования составляет около 87000 км, на которых функционируют автозаправочные станции, стоянки, организации торговли, пункты общественного питания и др. элементы обустройства, предназначенные для обеспечения нормальной работы автомобильной дороги, безопасного и удобного движения по дороге.

Дорожным организациям, занимающимся содержанием автомобильных дорог, регулярно приходится выполнять такой вид работ как очистка придорожной полосы, автобусных остановок, стоянок, мест отдыха от мусора, оставляемого участниками движения. Оставленный в неположенном месте

или выброшенный из автомобиля мусор негативно влияет на безопасность движения, требует дополнительных трудозатрат на его уборку и утилизацию, а также ухудшает общую экологическую ситуацию. К сожалению, в придорожной полосе можно увидеть разбросанные вне мусоросборников различные пластиковые пакеты и бутылки, остатки еды, бумагу, окурки, изношенные детали автомобилей (шины, фильтры) и т.д. Дорожные рабочие обходят территорию пешком, вручную очищая придорожные полосы от мусора, складывают его в мешки. Затем все эти отходы на машинах отправляют на мини-полигоны. Самый сложный и объемный период по уборке мусора начинается после таяния снега.

Влияние мусора на экологическую ситуацию вдоль дорог является серьезной проблемой, которая затрагивает как окружающую среду, так и здоровье человека. Можно выделить следующие основные аспекты этого влияния:

1) загрязнение почвы и воды: мусор, особенно пластиковые отходы, может загрязнять почву и водоемы, при разложении мусора выделяются токсичные вещества, которые, попадая в грунтовые воды, оказывают негативное влияние на экосистемы [1];

2) увеличение эрозии: накопление мусора способствует эрозии почвы вблизи дорог, нарушению укрепления откосов засевом трав, что в свою очередь может привести к ухудшению качества почвы и потере плодородия [2];

3) угроза здоровью человека: наличие мусора вдоль дорог способствует распространению болезней, так как отходы привлекают грызунов и насекомых, которые могут являться переносчиками инфекций;

4) угроза для дикой природы: мусор вдоль дорог представляет опасность для животных, которые могут запутываться в отходах или поедать их, что приведет к травмам или отравлениям;

5) изменение экосистем: значительные объемы мусора нарушают естественные экосистемы, изменяя состав почвы и воды, а также влияя на местные виды растений и животных [2];

6) увеличение затрат на содержание дорог: дорожные организации тратят значительные средства на уборку мусора вдоль автомобильных дорог, что отвлекает ресурсы от других важных производственных и экологических задач [3];

7) эстетическое воздействие: накопившийся мусор негативно влияет на внешний вид придорожной полосы и ландшафта, что снижает туристическую привлекательность региона.

В ходе работы поставлена следующая задача – выработать направления, актуальные для Республики Беларусь, позволяющие сократить объемы несанкционированного выброса мусора, особенно вдоль автомобильных дорог.

Одна из стратегий, реализуемая на государственном уровне - штрафы, предусмотренные за выброс мусора на улицах и дорогах.

В Беларуси за выброс мусора на улицах и дорогах предусмотрена административная ответственность и наказание в виде штрафа. Согласно статьям 16.22, 16.44 и 18.8 КоАП РБ (Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях № 91-3), штрафы могут варьироваться в зависимости от тяжести нарушения и обстоятельств дела. Так, штраф за выброс мусора из транспортного средства может составлять от 1 до 2 базовых величин, за загрязнение древесно-кустарниковой растительности – до 10 базовых величин. Базовая величина в республике периодически пересматривается и в настоящее время составляет 42 рубля. Кроме того, в некоторых случаях возможно наложение дополнительных мер, таких как обязательные работы по уборке территории или возмещение ущерба.

Авторами были изучены меры ответственности, применяемые наказания и сопоставлены размеры штрафов за аналогичные нарушения в ведущих странах мира. Для удобства сравнения размеры штрафов приведены к единой валюте – доллары США (у.е.). Результаты исследования приведены в (табл. 1).

Таблица 1

Наказания и размер штрафов

№ п/п	Страна	Размер штрафа (min/max)	Возможное дополнительное наказание
1	Республика Беларусь	13 у.е./ 130 у.е.	обязательные работы по уборке территории
2	Российская Федерация	22у.е./ 552 у.е.	принудительные работы, уголовная ответственность (до 8 лет лишения свободы)
3	США	50/500 у.е.	общественные работы, уголовная ответственность, возмещение затрат на очистку
4	Германия	22у.е./500 у.е.	уголовная ответственность
5	Китай	7у.е./150у.е.	общественные работы или обязательное участие в программах по очистке
6	Австралия	160 у.е./6400у.е.	уголовное преследование

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что самые лояльный размеры штрафов - в Республике Беларусь, а наибольшие - в Австралии. Кроме того, практически во всех странах могут применяться дополнительные меры, такие как общественные работы или обязательное участие в программах по очистке территорий.

Важно отметить, что местные власти всех рассматриваемых стран активно работают над улучшением системы управления отходами и повышением осведомленности населения о важности правильной утилизации мусора.

Борьба с загрязнением полосы вдоль автомобильных дорог требует комплексного подхода, включающего различные направления и мероприятия.

Проанализировав сложившуюся ситуацию с загрязнением территории вдоль автомобильных дорог в Республике Беларусь предлагаем следующие направления, которые могут быть использованы для решения рассматриваемой проблемы:

1) повышение уровня экологического образования и информированности населения (особенно молодежи) о последствиях выброса мусора для окружающей среды и здоровья человека [4, 5];

2) увеличение количества и доступности контейнеров для мусора, производство и установка антивандальных мусорных баков и контейнеров.

3) введение более строгих штрафов за выброс мусора как элемента воспитания и их активное применение;

4) организация акций по очистке придорожных территорий с привлечением участников движения, получивших наказания за выброс мусора. Поддержка волонтерских инициатив;

5) более широкое использование современных технологий: установка видеокамер в проблемных зонах для фиксации нарушений и выявления личности нарушителей, разработка мобильных приложений для смартфонов с геолокацией для сообщения о выброшенном мусоре и его местоположении, использование искусственного интеллекта для установления нарушителей;

6) поощрение за соблюдение чистоты, разработка систем вознаграждений для жителей, активно участвующих в ее поддержании.

По результатам выполненной работы можно рекомендовать дорожным эксплуатирующим организациям и местным властям для решения проблемы несанкционированного выброса мусора вдоль дорог и загрязнения придорожной полосы принимать комплексные меры, включающие повышение уровня ответственности участников движения, просвещение населения о важности чистоты окружающей среды, цивилизованную систему утилизации отходов.

Библиографический список

1 Щур, А. В.; Макаревич, С. Д.; Агеева, Т. Н.; Поляков, А. Г. Отраслевая экология Белорусско-Российский университет, 2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/6182> (дата обращения: 01.03. 2025).

2 Щур, А. В.; Скриган, А. Ю.; Агеева, Т. Н.; Шилова, И. В.; Фойницкая, И. Н.; Пускова, В. М.; Селезнева, И. С. Основы экологии Белорусско-Российский университет, 2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/6181> (дата обращения: 01.03. 2025).

3 Прилуцкая В.А. Проблемы экологии при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог// Международный журнал прикладных наук и технологий «INTEGRAL» 2020 №4 [Электронный ресурс]. URL: <https://qje.su/ru/nauka/article/85794/view#article-info> (дата обращения: 01.03. 2025).

4 Пускова В.М. Экологическое образование и воспитание студентов «Белорусско-Российского университета». Экологическая неделя БРУ –

СПбПУ: Сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, 10-13 октября 2023 г. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 227-231.

5 Фойницкая И.Н., Полякова Т.А. Экологическое воспитание обучающихся в процессе преподавания специальных дисциплин. Экологическая неделя БРУ – СПбПУ: Сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, 10-13 октября 2023 г. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 223-227.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СУКЦЕССИЯ КАРЬЕРНОГО ВОДОЕМА

Т.И. Сафонова¹, А.В. Филиппова², А.В. Воробьев³

Оренбургский государственный аграрный университет,

¹ti_safonova@mail.ru, ²kassio-67@yandex.ru, ³vav16356@mail.ru

В статье представлены результаты комплексного исследования экологической сукцессии водоема, образовавшегося на месте отработанного песчано-гравийного карьера. Исследование проводилось в период 2023-2025 гг. и включало анализ гидрометрических показателей, морфологии береговой линии и геохимического состава донных отложений. Установлено, что водоем находится в стадии развития (средняя сукцессия).

Ключевые слова: экологическая сукцессия, карьерный водоем, морфометрия берегов, донные отложения, тяжелые металлы, антропогенные экосистемы.

Сукцессия карьерных водоёмов представляет собой длительный и многогранный процесс, характеризующийся изменениями физико-химического состояния водной среды, накоплением донных осадков и развитием биотической компоненты экосистемы. Динамика этих преобразований обусловлена взаимодействием различных экзогенных и эндогенных факторов, оказывающих существенное воздействие на состояние формирующихся водных экосистем [1]. Важнейшими факторами, регулирующими темпы и направление сукцессии карьерных водоёмов, являются климатические условия и степень антропогенного влияния.

Несмотря на свою промышленную природу, после завершения эксплуатации карьеры могут стать важными рекреационными объектами для организации отдыха населения, спортивных мероприятий и экологического туризма. Для этого необходимо определить скорость и направление сукцессионных процессов.

Цель данной работы: оценить стадийность экологической сукцессии карьерного водоема на основе комплексного анализа.

В настоящем исследовании использованы классические теоретико-методологические подходы гидрологии и экологии. В ходе работы были

применены полевые и экспедиционные методы, включающие проведение комплексных и маршрутных обследований. Объект исследования карьерный водоем озеро Измайлово, располагающийся в 3 км от г. Оренбург в пойме реки Сакмара.

Озеро Измайлово представляет собой замкнутый водоем, образовавшийся в результате добычи песчано-гравийной смеси. Изменение гидрологического режима объекта началось с 2014 года в результате проведения дноуглубительных работ и добычи песчано-гравийной смеси. Эти мероприятия привели к увеличению объема грунтовых вод и, как следствие, к росту площади зеркала (в 4,5 раза) и уровня воды. Добыча велась с 2014 по 2020 годы. Таким образом, сформировался карьерный водоем, который в настоящее время представляет собой самостоятельный водный объект (рис. 1).

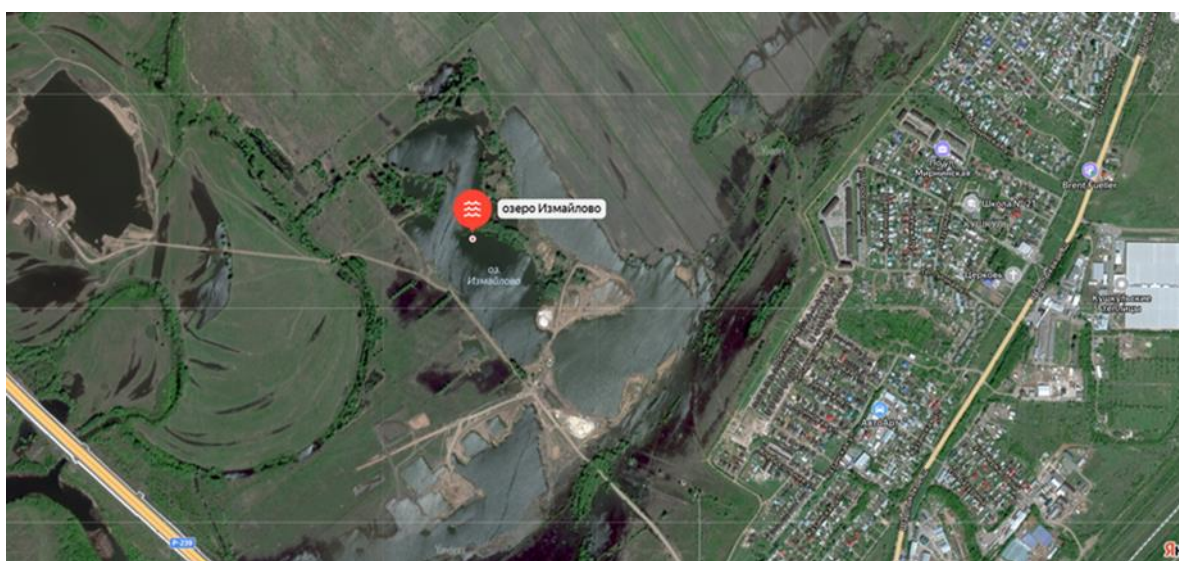


Рис. 1. Озеро Измайлово

Исследование и отбор проб проводились в 2023-2025 г.г. Озеро Измайлово характеризуется средней глубиной 170 см и максимальной глубиной 250 см. Прозрачность воды составляет 70-80 см, общая минерализация - 9,79 мг/л. Вода прозрачная, с характерным рыбным запахом, без примесей. рН равен 8,8-9. Озеро имеет разные береговые линии: часть береговой линии обрывистая с характерной древесной растительностью, юго-восточный склон подвержен хозяйственной деятельности. Северо-западный склон пологий, открытых берегов нет.

Озеро является водным объектом весеннего наполнения с подпиткой грунтовыми водами. В период весеннего половодья 2024 г. уровень воды в озере увеличился и к сентябрю не достиг отметок 2023 г. Береговая линия пологого берега переместилась более чем на 4 м, и уровень воды поднялся в среднем на 2 м. В 2025 году уровень воды в озере стал ниже, но не достиг отметок 2023 года.

На прибрежной территории озера произрастают: подсолнечник сорнополевой (*Helianthus lenticularis* Dong.), синяк обыкновенный (*Échium vulgáre*), пырей ползучий (*Elytrigia répens*), полынь горькая (*Artemisia*

absinthium), горец птичий (*Polygonum aviculare*) и пастушья сумка (*Capsella*). Восточный берег занят древесной растительностью, такой как осина (*Populus tremula*), ива (*Salix*), тополь серебристый (*Populus alba*) [2]. Западный берег обрывистый с элементами абразии, что обусловлено особенностями рельефа местности и механическим воздействием на берег в процессе добычи нерудных полезных ископаемых. Абразия проявляется вследствие неполного укрепления берега травянистой растительностью. За время исследования проективное покрытие на западном склоне увеличилось с 50 до 70%.

Гидрохимическая оценка донных отложений проводилась по следующим параметрам (Цинк (Zn), Никель (Ni), Хром (Cr), Медь (Cu), Магний (Mn), Свинец (Pb), Кадмий (Cd), Железо (Fe) [3]. В результате проведенных исследований установлено, что пробы донных отложений содержат все исследуемые элементы (табл. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях

Элемент	2023 г.			2024 г.			2025 г.		
	1 т.о	2 т.о	3 т.о	1 т.о	2 т.о	3 т.о	1 т.о	2 т.о	3 т.о
Цинк (Zn)	4,56	1,14	3,21	4,6	1,6	3,3	4,51	1,3	3,17
Никель (Ni)	0,4	0,1	0,25	0,43	0,17	0,31	0,4	0,14	0,24
Хром (Cr)	0,087	0,03	0,062	0,071	0,02	0,056	0,08	0,032	0,061
Медь (Cu)	0,29	0,07	0,22	0,22	0,06	0,19	0,3	0,63	0,28
Марганец (Mn)	8,13	4,4	6,89	8,17	4,3	6,92	8,16	4,2	6,73
Свинец (Pb)	0,9	0,23	0,73	0,93	0,31	0,77	0,87	0,27	0,59
Кадмий (Cd)	0,026	0,01	0,017	0,021	0,01	0,015	0,025	0,012	0,019
Кобальт (Co)	0,2	0,1	0,14	0,2	0,09	0,17	0,23	0,13	0,16
Железо (Fe)	17,67	6,89	15,43	17,73	7,01	15,57	17,5	6,91	16,1

Наибольшие значения для всех точек отбора проб наблюдаются для железа (Fe) наименьшие значения отмечены для кадмия (Cd), кобальта (Co) и хрома (Cr), их значения не превышают единицы. Средние значения для остальных элементов (медь (Cu), никель (Ni), свинец (Pb)) находятся в диапазоне от 1 до 2 единиц. Свинец имеет стабильные значения во все годы, никель и медь показывают небольшие колебания, но их концентрации также остаются низкими. Таким образом, наибольшее содержание тяжёлых металлов наблюдается в прибрежной зоне озера с пологим склоном, поскольку на территории с плавным уклоном взаимодействие потока с поверхностью земли интенсивнее, процессы вымывания и последующего переноса твёрдых частиц происходят более активно, способствуя дальнейшему накоплению тяжелых металлов в прилегающей прибрежной зоне.

Полученные данные свидетельствуют о трансформации бывшего карьерного водоема в природный водоем с динамичной гидрологией и сложной экосистемой, где взаимодействие факторов уровня воды, зарастания берегов и абразии создает уникальные условия для формирования

прибрежных ландшафтов. На основании проведенного комплексного исследования можно заключить, что карьерный водоем находится на стадии средней (активной) экологической сукцессии.

Библиографический список

1. Горбунова И.А. Эволюция карьерных водоёмов. Воронеж: ВГУ, 2017. - 764с.
2. Малясова, С. В. Заращение берегов карьерных водоемов на примере озера Измайлово / С. В. Малясова, Т. И. Сафонова // В фокусе достижений молодежной науки: Материалы ежегодной итоговой научно-практической конференции, Оренбургский государственный аграрный университет, 13 ноября 2024 года. – Оренбург: ООО "Типография "Агентство Пресса", 2024. – С. 88-90.
3. Сафонова, Т. И. Накопление тяжелых металлов в донных отложениях озера Измайлово / Т. И. Сафонова, С. В. Малясова // Актуальные вопросы обеспечения комплексной безопасности: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 375-летию Пожарной охраны России и 300-летию Российской Академии Наук, Оренбург, 24 мая 2024 года. – Оренбург: ООО "Типография "Агентство "Пресса", 2024. – С. 1123-1127

ВЛИЯНИЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕК (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ СЛАВЯНКА)

Созыгашева К.Р., Урусова Е.С.

Российский государственный гидрометеорологический университет, kristinusozigasheva8@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена оценке влияния коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность реки Славянка. В процессе анализа рядов концентраций химических элементов и показателей было определено, что сточные воды оказывают значительное воздействие на реку Славянка.

Ключевые слова: Санкт-Петербург, малые реки, река Славянка, сточные воды, качество вод, загрязненность рек.

Рост урбанизированных территорий, численности населения и активное развитие промышленных предприятий влечет за собой увеличение объемов коммунально-бытовых сточных вод, которые поступают в реки. Река Славянка, относящая к категории малых рек, протекает по высокоурбанизированным территориям Ленинградской области и города Санкт-Петербург. Сброс сточных вод в данную реку осуществляет большое количество предприятий, а также канализационно-очистные сооружения г.

Пушкин [1]. Это оказывает значительное негативное воздействие на качество вод данной реки. [2, 3]

Река Славянка относится к высшей категории водных объектов рыбохозяйственного значения. Согласно докладу об экологической ситуации в Санкт-Петербурге, подготовленному Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, и докладу об экологической ситуации в Ленинградской области, «воды реки Славянка по состоянию на 2023 год характеризуются как грязные» [4, 5, 6].

В работе использованы результаты мониторинга реки Славянка в районе г. Пушкин. Пробы природной воды отбирались в двух точках: в фоновом створе, расположенном в 500 метрах выше предполагаемой точки сброса коммунально-бытовых сточных вод, и в контрольном, расположенном, соответственно, в 500 метрах ниже сброса по течению. Оценка влияния сточных вод на загрязненность реки производилась по 14 элементам и показателям: показатели БПК₅, ХПК, концентрация растворенного кислорода, концентрация взвешенных веществ, концентрация азота общего, фосфора общего и фосфора фосфатов, концентрация цинка, меди, марганца, железа, алюминия, а также нефтепродуктов и АСПАВ. Пробы отбирались ежемесячно в период открытой воды с мая 2011 по ноябрь 2023 года.

Для всех исследуемых рядов значений были рассчитаны основные числовые характеристики (математическое ожидание и коэффициент вариации). В результате расчета числовых характеристик по всем рядам наблюдений было определено, что среднее значение рядов концентраций превышает ПДК практически по всем показателям. Для большинства рядов наблюдений, за исключением рядов концентраций ХПК и фосфора общего в фоновом створе и азота общего в контрольном ряду, наблюдается высокая вариативность значений. Это говорит о значительных колебаниях отдельных значений относительно среднего, что может быть следствием влияния сточных вод.

В процессе анализа кратности превышения ПДК было определено, что средняя и максимальная кратность превышения возрастает в контрольном створе, по сравнению с фоновым створом. Среднегодовые значения в контрольном створе превышают среднегодовые значения в фоновом створе практически по всем показателям. Максимальное среднегодовое значение по биогенным элементам наблюдается в 2016 году в контрольном створе. Это говорит о прямом негативном воздействии коммунально-бытовых сточных вод на качество воды в река Славянка.

Также для оценки влияния сточных вод на загрязнённость реки, а также для оценки тенденций изменения значений во времени, был проведен расчет и построение интегральных кривых. На рисунке 1 в качестве примера представлены интегральные кривые значений концентраций азота общего.

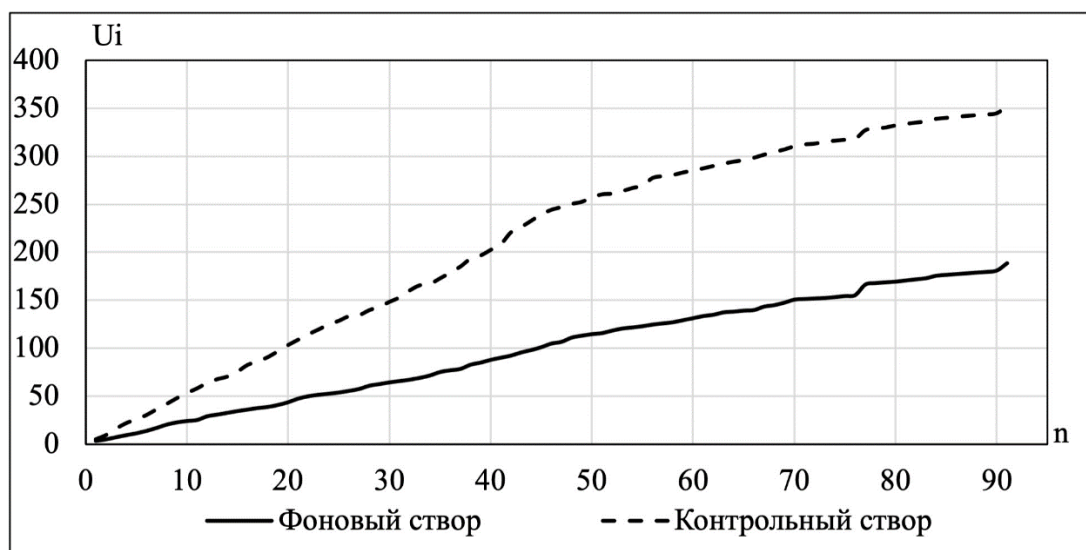


Рис. 1 Интегральные кривые значений концентраций азота общего. На рисунке 2 представлены интегральные кривые значений концентраций фосфора общего.

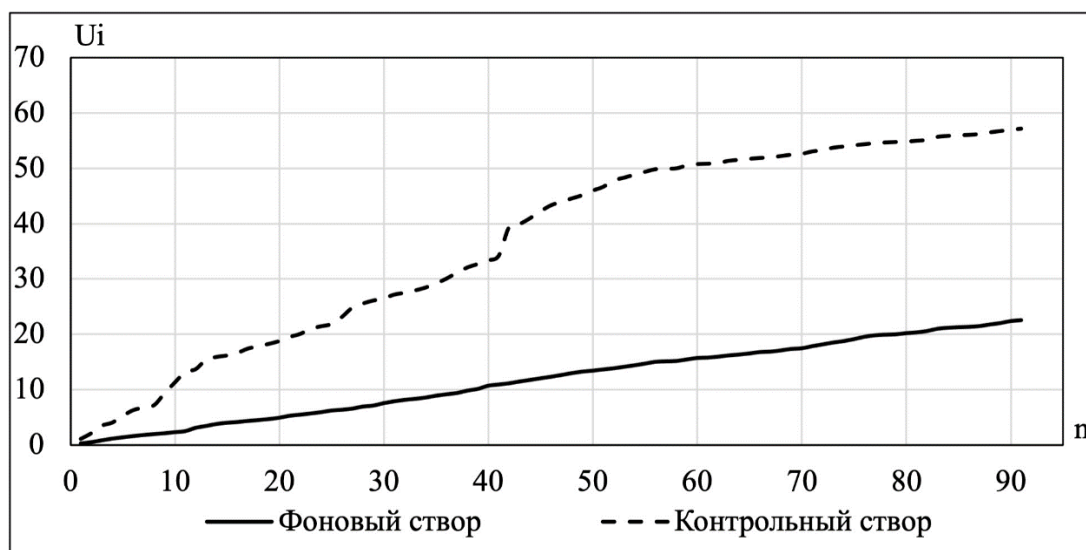


Рис 2. Интегральные кривые значений концентраций фосфора общего.

В процессе анализа графиков было выявлено, что значения интегральных кривых в контрольном створе выше, чем в фоновом. Изменение угла наклона интегральных кривых и последующее уменьшение значений концентраций соединений азота и фосфора в контрольном створе говорит о том, что произошли изменения в процессе очистки сточных вод, что повлекло за собой снижение степени загрязненности сбрасываемых вод.

При этом, из-за высокого фонового содержания в реке железа, меди и алюминия, значения интегральных кривых по данным показателям выше в фоновом створе, чем в контрольном.

Также, для оценки степени влияния сброса коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность реки был произведен расчет коэффициента корреляции между значениями фонового и контрольного створа и проведена оценка его значимости (при уровне значимости 10%). Предполагалось, что

если коэффициент корреляции значим, то сточные воды не оказывают существенного влияния на содержание отдельного вещества в водах реки. Если связь между рядами отсутствует, то причиной этого может служить влияние сточных вод.[7] В результате анализа было выяснено, что на значения большинства показателей (исключая железо, марганец, медь, цинк) коммунально-бытовые сточные воды оказывают влияние.

Таким образом, на основе проанализированных данных было определено, что на загрязненность реки Славянка коммунально-бытовые сточные воды оказывают значительное влияние. Предполагается, что в 2016 году на канализационно-очистных сооружениях была либо проведена замена оборудования, либо внедрен новый метод очистки, что улучшило степень очистки сточных вод.

Библиографический список

1. Федеральное агентство водных ресурсов: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://voda.gov.ru/activities/informatsiya-o-predostavlenii-vodnykh-obektov-v-polzovanie/> (дата обращения: 10.09.2025). – Текст: электронный.
2. Использование структурных характеристик сообществ макрофитов как индикатора экологического состояния малых рек Запада Ленинградской области / Н. В. Зуева, В. В. Гальцова, В. В. Дмитриев, А. Б. Степанова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2007. – № 4. – С. 60-71. – EDN RTTJRN.
3. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга / Н. В. Зуева, Е. А. Примак, А. В. Бабин [и др.] // География и природные ресурсы. – 2021. – Т. 42, № 2. – С. 32-40. – DOI 10.15372/GIPR20210204. – EDN AWSTWL.
4. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2023 году / Под ред. А.В. Германа, И.А. Серебрицкого – СПб.: 2024. – 221 с.
5. Козлова, А. В. Оценка качества вод р. Славянка с использованием гидрохимических показателей / А. В. Козлова, Н. В. Зуева, Е. С. Урсова // Четвертые Виноградовские Чтения. Гидрология от познания к мировоззрению: сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова, Санкт-Петербург, 23–31 октября 2020 года / Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2020. – С. 681-684. – EDN AXNLNL.
6. Состояние окружающей среды в Ленинградской области: информационно-аналитический сборник / Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — СПб., 2024. — 320 с.
7. Урсова, Е. С. Оценка влияния сточных вод от очистных сооружений городов на загрязненность малых рек / Е. С. Урсова, А. А. Пилюгина // Геопоиск-2016: Материалы I Всероссийского конгресса молодых ученых-географов, Тверь, 03–09 октября 2016 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2016. – С. 750-756. – EDN YNDXIT.

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЛУКОВИЦ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЮЛЬПАНОВ НА ВЫГОНКУ

А.В. Филиппова

Оренбургский государственный аграрный университет,

kassio-67@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы возможности использования двух методов: озонирования и вегетативно-резонансного для получения нового посадочного материала за счет сохранения замещающей луковицы при выгонке цветов тюльпана. Проведен анализ состояния луковиц при разных технологиях выгонки и выявлены фитосанитарные проблемы. Полученные результаты, при использовании двух методов, показали положительные результаты. В процессе применения озонатора 90% растений дали замещающую луковицу и в среднем по три детки дополнительно, снизив при этом степень поражения луковиц. С использованием магнитно-резонансного анализатора у 100% получили замещающую луковицу и в среднем по 2 детки. При этом луковиц с поражением ни серой, ни белой плесенью отмечено не было.

Ключевые слова: замещающие луковицы, выгонка тюльпанов, использование озонатора, магнито-резонансный анализатор.

Выращивание тюльпанов в тепличном цветоводстве занимает значительную роль в связи с тем, что это луковичная культура и поэтому можно выращивать с использованием такого Агро приема как выгонка. Соответственно это требует гораздо меньше экономических затрат, чем стандартное выращивание цветов. Спрос на тюльпаны у населения всегда высокий. Это во многом связано с их высокими декоративными качествами и комплексом биологических особенностей, которые позволяют иметь весьма эффектную цветочную продукцию, как для получения срезки цветов в условиях закрытого и открытого грунта, так и использовать их как горшечную культуру [1]. Для большего экономического эффекта можно использовать не только первичную луковицу, но и замещающую. Луковица тюльпана, выполняющая роль хранилища питательных веществ и защитного органа, состоит из двух основных частей: донца и чешуи. Донце представляет собой сильно укороченный стебель, являющийся основанием луковицы. Чешуи луковицы, плотно прилегающие друг к другу образуют цилиндрическую структуру, являются видоизмененными листьями. Эти чешуи выполняют защитную функцию, оберегая внутренние части луковицы от механических повреждений и неблагоприятных условий внешней среды [2]. При первой выгонке и срезке нарушается целостность и появляются пути инфицирования, что приводит к появлению заболеваний. Вторичная, замещающая луковица становится уязвимой для инфицирования.

Целью нашей работы стало изучение возможности использования резонансного и озонирующего метода для предотвращения болезней замещающей луковицы. выращивания тюльпанов из замещающей луковицы. В задачи исследования вошло оценить фитосанитарное состояние луковиц тюльпанов после первичной выгонки и найти подходящие варианты обработки луковиц от заболеваний.

Технология выращивания тюльпана несколько различалась в разных тепличных блоках в одном - на гидропонике, в другом - на почвогрунте. Грунт формируют из песка и опилок, чтобы был хороший дренаж, основанием на который кладут грунт, является керамзит. Для обеззараживания грунта использовали темно-розовый раствором марганцовки. Луковицы посадили в широкие ящики глубиной 15 см, предварительно продезинфицированные. Теплицу, до начала посадки окуривали серой, а стены протерли раствором медного купороса.

При посадке луковицы размещали очень плотно друг к другу. На 1 м² – до 300 растений. Заглубили на 3-4 см и обильно полили водой комнатной температуры. Первые 2 месяца теплицы затеняли, так как посаженные луковицы должны находиться в темноте. До февраля тюльпанам нужно естественное освещение. Затем необходимо обеспечить 12 ч световой день.

Температуру в теплице постепенно поднимали. По технологии в течение нескольких дней температура должна держаться 12-14⁰ С, затем можно повысить до 16-18⁰ С днем и 14-15⁰ С ночью. Когда начали появляться бутоны температуру снизили до 15⁰ С. Для полива использовали холодную воду температурой +8-12⁰ С, избегая попадания воды на листья. В первую неделю чередовали обычный полив с раствором кальциевой селитры (0,2%). В первой половине выгонки использовали для подкормки аммиачную селитру. Во второй половине выгонки для подкормки использовали препарат «Плантофол», распыляя его на цветы. А для профилактики заболеваний использовали «Фитоспорин-М».

После срезки тюльпанов луковицы решили не выкидывать, готовить для нового сезона выращивания. Технология начинается с отделения луковицы от почвогрунта и затем закладки ее на просушивание, в этот период из-за большой толщины хранящегося материала возникают проблемы с появлением плесени разных видов (рис.1), вредителя трипса, грибного комарика и клещей.



Рис. 1 Формирование замещающих луковиц и характерные поражения

В этот период луковица очень уязвима. Мы обследовали луковицы после резки и увидели, что луковицы поражены белой и серой плесенью, в межчашуйном пространстве наблюдались трипсы и клещи. На рисунке 2 и 3 мы видим под микроскопом результат проникновения плесени к замещающей луковице.



Рис. 2 Поражение внутри
луковичного пространства белой
гнилью

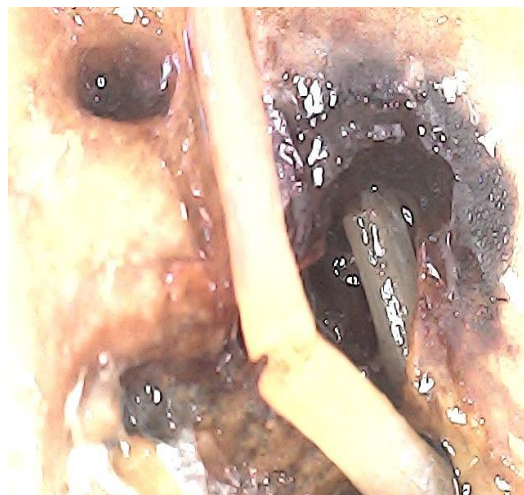


Рис. 3 Поражение серой плесенью
замещающей луковицы

Для эксперимента мы использовали луковицы после срезки цветка, имеющие признаки поражения грибковыми инфекциями. Луковицы подвергли высушиванию в течение 10 дней при активном вентилировании. Дали период покоя в течении месяца, затем луковицы приготовили к

выведению из состояния покоя. Луковицы разместили на торфяной подстилке для формирования замещающей луковицы. Подстилку увлажняли и через 5 дней луковица была оживлена и начала формирование. Появились признаки, замещающие луковички, но при этом на поверхности каждой луковички было отмечено негативное влияние серой и белой плесени. В качестве вариантов изучения подавления инфекций и вредителей использовали прибор озонатор и магнитно-резонансный биоанализатор. Опыт был проведен в трех вариантах, трехкратной повторности.

Обработку проводили каждый день озонатором, как дезинфектором работали 15 минут, магнитно-резонатором в течение полутора часов. В результате мы наблюдали, что в контрольной группе без использования приборов замещающую луковицу дали только 30% растений, при этом 70% были сильно поражены серой плесенью (рис. 2). На рисунке мы видим под микроскопом поражение серой плесенью молодой зарождающейся замещающей луковицы. В варианте с использованием озонатора 90% растений дали замещающую луковицу и в среднем по три детки дополнительно. Серой плесени на луковицах не отмечено, но у 30% луковиц отмечена белая плесень (рис. 2).

Оценивая качество луковиц после срезки тюльпанов, попавшие методом случайной выборки в исследование, мы отметили, что 100% луковиц имеют на поверхности признаки поражения серой и белой гнилью, в каждой луковице (в чешуйках) наблюдаются трипсы и клещи. В целом фитосанитарное состояние оценили как плохое. Соответственно луковицы после срезки ослаблены и требуют дополнительных мероприятий для их стимулирования к возрождению. На примере нашего эксперимента мы видим, что использование приборов улучшают качество луковиц. Отмечено, что на луковицах с использованием изучаемых методов исчезли трипсы и клещи. В процессе применения озонатора 90% растений дали замещающую луковицу и в среднем по три детки дополнительно. Серой плесени на луковицах не отмечено, но у 30% луковиц отмечена белая плесень с использованием магнитно-резонансного анализатора мы у 100% получили замещающую луковицу и в среднем по 2 детки. При этом луковиц с поражением ни серой, ни белой плесенью отмечено не было.

Библиографический список

1. Дубовицкая Т.В. Влияние технологий выгонки тюльпана (*TULIPA L.*) на получение качественной продукции // Вестник магистратуры. 2016. № 3 (54). Т. I. С 17-21.
2. Чуб В.Ю., Матвиенко Е.Ю. Совершенствование технологии выгонки тюльпанов // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 9. С. 45-46.

ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАРАБАШСКОГО ПРУДА

Ю.Ю. Стрелкова¹, Д.О. Нагорнов²

*Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II,*

¹strel_2002@mail.ru, ²nagornov_do@pers.spmi.ru

Проблема загрязнения водных объектов тяжелыми металлами особенно актуальна для горнодобывающих регионов. В статье представлены результаты исследования донных отложений Карабашского пруда. Выявлены наиболее подвижные химические элементы, проведены сравнения полученных показателей с региональными фоновыми значениями, выделены зоны с максимальным содержанием тяжелых металлов.

Ключевые слова: донные отложения, тяжелые металлы, поверхностные воды.

Тяжелые металлы являются одним из основных загрязнителей водной среды ввиду высокой токсичности и способности встраиваться в пищевые цепи [1, 2].

Тяжёлые металлы попадают в окружающую среду как в результате естественных явлений – извержения вулканов, выветривания и эрозии почв, так и в результате антропогенных процессов. Горнодобывающие и металлургические предприятия, объекты сельского хозяйства и топливно-энергетического комплекса на сегодняшний день являются основными источниками загрязнения окружающей среды и, в частности, водных объектов [3].

В процессе самоочищения поверхностных вод растворимые формы тяжёлых металлов мигрируют в донные отложения – это связано с процессами седиментации и сорбции. Такое явление имеет двоякий характер: улучшается качество воды, но увеличивается содержание микроэлементов в донных осадках [4, 5].

Донные отложения обладают депонирующими свойствами и способны накапливать широкий круг химических элементов, однако изменение физико-химических параметров среды, таких как pH, электропроводность и окислительно-восстановительный потенциал, может привести к попаданию тяжёлых металлов в воду и повторному загрязнению водных объектов [6, 7].

Учитывая способность донных отложений аккумулировать загрязняющие вещества, их следует рассматривать как чувствительный индикатор состояния водной экосистемы.

В данной работе проведено исследование содержания тяжёлых металлов (валовые и подвижные формы) в донных отложениях Карабашского пруда, расположенного на территории города Карабаш Челябинской области.

В начале XIX века на территории Соймановской долины были обнаружены россыпи золота и залежи медных руд – с тех пор началось развитие металлургической промышленности в районе города Карабаш. В 1910 году был основан Карабашский медеплавильный комбинат. За более чем 100-летнюю историю неконтролируемые выбросы и сбросы комбината привели к загрязнению почв, поверхностных вод и донного грунта тяжёлыми металлами и их соединениями [8].

Карабашский пруд с начала своего формирования испытывал сильную антропогенную нагрузку, являясь приемником промышленных сточных вод медеплавильного комбината. В настоящее время на предприятии внедрена система замкнутого водооборота, и сброс отсутствует. В 2022 году была проведена комплексная очистка пруда от загрязненных осадков, что послужило важным шагом для восстановления экосистемы водоема [9].

Тем не менее, Карабашский пруд продолжает принимать дождевые и талые воды с прилегающих территорий. Основной поток загрязняющих веществ поступает в пруд и его донные отложения в результате миграции с водосборного бассейна, который представляет собой водотоки, стекающие с западных возвышенностей города Карабаш и западного склона горы Золотой, подверженной эрозии [10]. Следовательно, микроэлементы продолжают накапливаться в системе «вода – донные отложения».

Ситуация осложняется тем, что Карабашский пруд расположен в русле реки Серебрянки, которая впадает в Богородский пруд. На сегодняшний день Богородский пруд является единственным источником водоснабжения АО «Карабашмедь». Значит, вторичное загрязнение Карабашского пруда может негативно сказаться на качестве воды Богородского пруда и привести к увеличению расходов на очистку и водоподготовку.

В 2024 году было проведено обследование Карабашского пруда с отбором проб донных отложений на 7 площадках (рис. 1).

Пробы были отобраны в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 с использованием дночерпателя Van Veen. Пробоподготовка и анализ проводились в Научном центре «Экосистема» Горного университета.

Определение влажности было проведено на анализаторе MX-50. Валовое содержание тяжёлых металлов было определено методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием спектрометра NITON XLt. Подвижные формы тяжёлых металлов предварительно извлекались ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8 и определялись методом атомной эмиссии. Обработка результатов измерений заключалась в пересчете массовых концентраций в вытяжках в массовые концентрации проб с учетом влажности.

Результаты анализов содержания подвижных форм тяжёлых металлов показали, что наиболее мобильными являются свинец, цинк и медь – степень подвижности достигает максимального значения 76,3%. Наименее доступными являются железо, хром и никель – минимальная степень подвижности 0,47%.



Рис. 1. Площадки отбора проб донных отложений

Максимальные показатели степени подвижности по исследуемым элементам отмечены на площадках 6 и 7, которые располагаются ниже остальных по течению. Минимальные – на площадках 3 и 4, которые примыкают к восточному берегу пруда.

В России предельно допустимые концентрации для тяжелых металлов в донных отложениях не установлены, поэтому для оценки степени загрязнения были использованы региональные фоновые значения.

Валовые содержания свинца превышали фоновые в 60 раз, цинка – в 105 раз, меди – в 422 раза. В то время как содержания подвижных форм этих же металлов превышали фоновые в 42, 60 и 165 раз соответственно.

Валовые содержания железа превышали фоновые в 5 раз, хрома – в 12 раз, никеля – в 36 раз. Содержание подвижных форм никеля превышало фоновое в 6 раз, при этом содержания подвижных форм железа и хрома не превышали региональные фоновые значения.

Полученные показатели валового содержания указывают на то, что Карабашский пруд является аккумулятивной геохимической системой с максимальным содержанием тяжёлых металлов на площадке 6.

Отмечено, что изменение валовых содержаний групп тяжёлых металлов «свинец-медь» и «цинк-железо» происходило синхронно, что указывает на техногенный парагенезис. Для подвижных форм тяжёлых металлов аналогичный парагенезис менее выражен ввиду влияния большего числа независимых факторов распределения.

В ходе исследования определено, что концентрации тяжёлых металлов в донных осадках Карабашского пруда, несмотря на проведенные средозащитные мероприятия по выемке загрязненных осадков, в десятки раз

превышают региональные фоновые значения. Из этого следует, что донные отложения все ещё испытывают техногенную нагрузку.

Высокие показатели степени подвижности тяжёлых металлов указывают на возможность вторичного загрязнения водоема при колебаниях физико-химических условий среды, например, в периоды сезонной изменчивости. Для оценки динамики накопления микроэлементов в донные отложения будут проведены дальнейшие сезонные исследования.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSRW-2023-0002 Фундаментальные междисциплинарные исследования недр Земли и процессов комплексного освоения георесурсов).

Библиографический список

1. Sojka M., Jaskuła J., Siepak M. Heavy metals in bottom sediments of reservoirs in the lowland area of western Poland: Concentrations, distribution, sources and ecological risk // *Water*. 2019. Vol. 11. No. 56. doi: 10.3390/w11010056
2. Briffa J., Sinagra E., Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans // *Heliyon*. 2020. Vol. 6. No. 9. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04691
3. Тяжелые металлы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.unep.org/cep/heavy-metals> (дата обращения: 15.09.2025).
4. Kumar A., Kumar V., Pandita S., Singh S., Bhardwaj R., Varol M., Rodrigo-Comino J. A global meta-analysis of toxic metals in continental surface water bodies // *J. Environ. Chem. Eng.* 2023. Vol. 11, 109964. doi: 10.1016/j.jece.2023.109964
5. Содержание и распределение тяжелых металлов в донных отложениях плесов Иваньковского водохранилища / Г. Ю. Толкачев, Т. А. Ильина, Н. В. Абакумова, И. А. Родькина // *Мелиорация и водное хозяйство*. 2023. № 1. С. 7–11. doi: 10.32962/0235-2524-2023-1
6. Югай В. С., Даувальтер В. А., Кашулин Н. А. Содержание биодоступных форм соединений металлов в донных отложениях водоемов и коэффициент накопления (Kd) как показатели экологической обстановки водоемов (на примере озер Мурманской области) // *Вестник Мурманского государственного технического университета*. 2013. Т. 16, № 3. С. 616–623.
7. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
8. Самый грязный город [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/samyi-gryaznyi-gorod> (дата обращения: 15.09.2025).
9. Карабаш сегодня. Как возрождается зона экологического бедствия? [Электронный ресурс]. – URL: <https://nashural.ru/dostoprimechatelnosti-urala/chelyabinskaya-oblast/karabash-segodnya-kak-vozhrozhdaetsya-zona-ekologicheskogo-bedstviya/> (дата обращения: 15.09.2025).
10. Таций Ю. Г. Эколого-геохимическая оценка загрязнения окружающей среды в зоне действия Карабашского медеплавильного комбината // *Вестник Тюменского государственного университета*. 2012. № 12. С. 90–96.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМАХ

Д.В. Шнип¹, Г.С. Леневский²

Белорусско-Российский университет

¹chnip@mail.ru, ²emos_mogilev@rambler.ru

В данной статье будут приведены результаты анализа экологических проблем, связанных с нерациональным использованием воды и электроэнергии при выращивании молодняка крупного рогатого скота (КРС) на молочно-товарных фермах (МТФ).

Ключевые слова: ресурсы, крупный рогатый скот, молочно-товарная ферма.

В Республики Беларусь очень динамично развивается такая отрасль сельского хозяйства как животноводство, в частности выращивание мясо-молочного КРС.

Для обеспечения здорового поголовья молодняка КРС (телят) в первую очередь необходимо соблюдать технологические процессы кормления.

Кормление телят можно разделить на несколько периодов [1]:

- до 6-месячного возраста;
- после 6-месячного возраста.

Особое внимание следует уделять технологическим процессам кормления в первые шесть месяцев. В данный период телята особенно чувствительны к нарушениям технологических процессов кормления что в свою очередь может привести к их гибели.

В первые 3 дня жизни телят выпаивают молозивом 3 раза в день по 2 л [1].

В молозиве полновозрастных коров содержится больше иммунных белков, чем в молозиве первотелок, а значит, оно создаст более качественный молозивный иммунитет у телят, и он будет меньше болеть [1].

Для кормления телят молозивом, на МТФ молозиво подвергается процедуре щадящей пастеризации, что обеспечивает возможность длительного хранения с сохранением полезных качеств, после чего молозиво готово к раздаче телятам. При необходимости длительного хранения молозива после процесса щадящей пастеризации замораживается.

Для кормления телят молозиво размораживают.

Для этих целей применяется оборудование обеспечивающее возможность как пастеризации, так и размораживания молозива. Таким оборудованием является пастеризаторы-размораживатели молозива, типовой представитель данного оборудования представлен на рис. 1. На территории Республики Беларусь и РФ данное оборудование представлено продукцией

следующих брендов: «БЕЛАГРОСИСТЕМА» [2]; «МЕДСТАНДАРТ-ИНСТРУМЕНТ» [3]; «Milk'n'Roll» [4]; «Юликом Плюс» [5].



Рис. 1. Пастеризатор-размораживатель молозива

Начиная с 4-го дня молозиво заменяется цельным пастеризованным молоком от здоровых коров по утвержденным инструкциям (схемам) в сельскохозяйственных организациях [1].

На современных МТФ для приготовления (пастеризации) жидких кормовых смесей (ЖКС) применяется специализированное оборудование. К данному оборудованию преимущественно относятся [6]:

Мобильные пастеризаторы (молочные такси), типовой представитель данного оборудования представлен на рис. 2.1.;

Стационарные пастеризаторы, типовой представитель данного оборудования представлен на рис. 2.2.

На МТФ преимущественно применяются молочные такси т.к. помимо возможности пастеризации с их помощью выполняется доставка и раздача ЖКС телятам.



Рис. 2. Пастеризаторы: 1 – мобильный; 2 – стационарный

Молочные такси на территории Республики Беларусь и РФ представлены продукцией следующих брендов: «SALUTEM» [7]; «Крушня» [8]; «Либерти Агро» [9]; «БелАгроСистема» [10]; «АЛЬФАПАНЕЛЬ» [11]; «Крувис агро» [12]; «Milk'n'Roll» [13]; «ПЕЛЕНГ-Агро» [14]; «Агромолтехника – Сибирь» [15]; «Urban» [16]; «Завод АгроДеталь» [17]; «Милкер» [18]; «МД-ПРОМ» [19]; «Завод Танкострой» [20]; «GEA» [21]; «ГолдКовАгро» [22]; «Экстрасервис» [23]; «НОВАТОР» [24]; «Урал Монтаж» [25]; «Агрикон-Сервис» [26]; «МИЛТИ» [27]; «Молочные Системы» [28]; «АгроСиб» [29]; «БелХозЛабНива» [30]; «Дом Аграрных Решений» [31]; «Holm & Laue» [32]; «Уральский завод пищевого оборудования» [33]; «Агротрест» [34]; «Синергия. Оборудование для животноводства» [35]; «ТоргТрейд» [36]; «ЭксБилд» [37]; «Агротехмаш» [38]; «Унимилк» [39]; «МЕРКАТУС» [40]; «АГРОДАХ» [41]; «СтандартМолоко» [42]; «ИжАгроРешение» [43]; «ТЕКО АГРО» [44]; «ТЕАТ ТРЕЙД» [45]; «Вектор АгроТрейд» [46]; «АгроХолод» [47]; «Русагротехнологии» [48].

Анализ оборудования фирм производителей пастеризаторов-размораживателей молозива [2 – 5] и мобильных пастеризаторов [7 – 48] выявил нерациональное использование природных ресурсов – воды и электрической энергии, что в свою очередь оказывает негативное влияние на экологическую систему, как Республики Беларусь так и РФ.

Процесс приготовления ЖКС на оборудовании [7 – 48] – рис. 3.

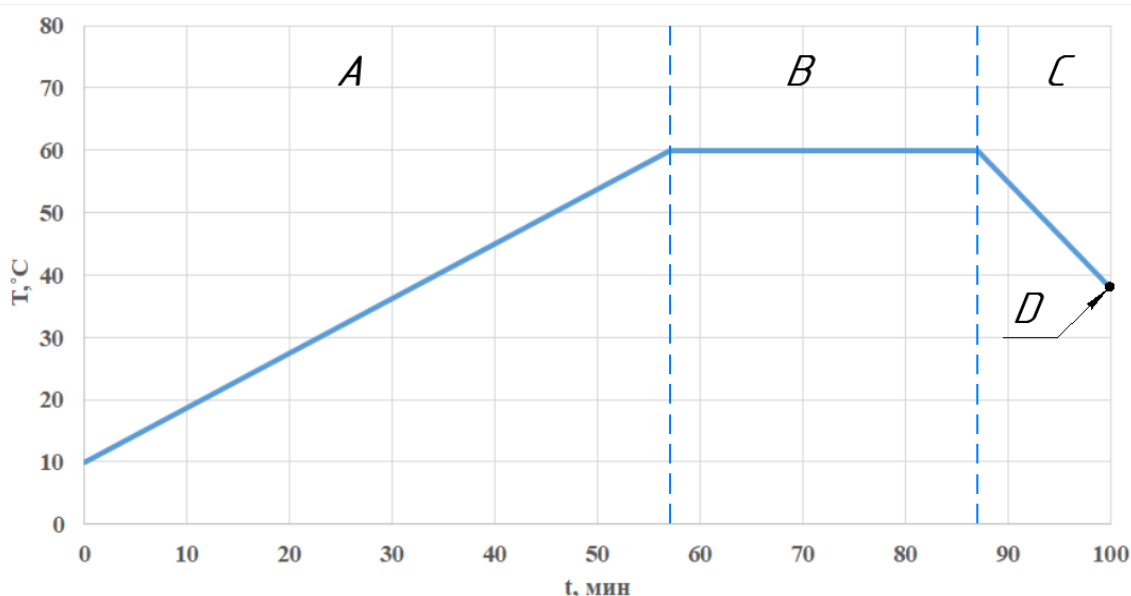


Рис. 3. Технологический процесс приготовления ЖКС: A – процесс нагрева ЖКС; B – процесс пастеризации; C – процесс охлаждения ЖКС; D – температура кормления

Состав обобщённой типовой конструкции в максимальной комплектации молочного такси включает в себя следующие типовые узлы и элементы [6]:

- аксиальные ёмкости;
- микропроцессорная система управления;
- автоматизированный электропривод для передвижения молочного такси;
- перемешивающее устройство, оснащённое АЭП;
- дозирующее устройство, оснащённое АЭП;
- система автоматического нагрева технологической жидкости.

Разработана обобщённая модель для пастеризаторов с аксиальными ёмкостями, для исследования тепловых процессов, рис. 4 [6].

Для исследования процессов нагрева воды использовалось программное обеспечение *SolidWorks* модуль *SolidWorks Flow Simulation*.

Исследуемая 3D модель пастеризатора в *SolidWorks* модуле *SolidWorks Flow Simulation* представлена на рис. 5.

Для проведения экспериментальных исследований изготовлены прототипы главных элементов оборудования [7 – 48].

Проведены исследования процессов в основных элементах оборудования [7 – 48], на рис. 6 представлен стенд для проведения испытаний.

Пути дальнейшего совершенствования и результаты испытаний будут представлены в докладе.

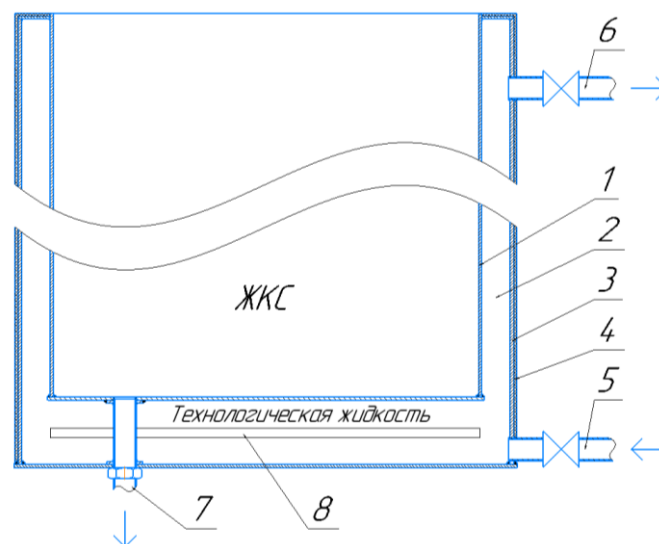


Рис. 4. Обобщённая модель для пастеризаторов с аксиальными ёмкостями; 1 – внутренняя аксиальная ёмкость; 2 – теплообменная рубашка; 3 – внешняя аксиальная ёмкость; 4 – теплоизоляция; 5 – подача ТЖ; 6 – отвод ТЖ; 7 – отвод ЖКС; 8 – элементы системы (изображены упрощённо).

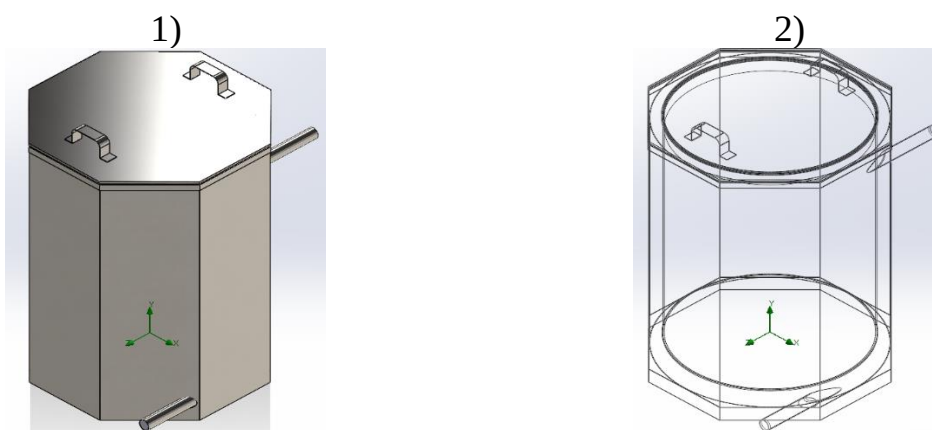


Рис. 5. 3D модель ёмкости для пастеризации: 1 – отображение 3D модели ёмкости для пастеризации с включённой функцией «закрасить с кромками» в SOLIDWORKS; 2 – отображение 3D модели ёмкости для пастеризации с включённой функцией «каркасное представление» в SOLIDWORKS.



Рис. 6. Стенд для испытаний

Библиографический список

1. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа [Электронный ресурс]. – URL: https://mshp.gov.by/ru/documents_animal-ru/view/organizatsionno-technologicheskie-trebovaniya-pri-proizvodstve-moloka-na-molochnykh-kompleksakh-promyshlennogo-9663/ (дата обращения 23.08.2025).
2. bas.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://bas.by/katalog/telyata/pasterizatsiya-moloka-i-moloziva/> (дата обращения 23.08.2025).
3. medrt.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://medrt.ru/catalog/oborudovanie-dlya-molochnoj-promyshlennosti/razmorazhivatel-moloziva-primalakt/> (дата обращения 23.08.2025).
4. milknroll.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://milknroll.com/ru/product/pasterizator-moloziva-colopro/> (дата обращения 23.08.2025).
5. ulicomplus.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://ulicomplus.by/katalog/oborudovanie-dlya-molochno-tovarnyix-ferm/oborudovanie-dlya-vyirashhivaniya-telyat-molodnyaka/razmorazhivately-moloziva-s-pasterizaczij/> (дата обращения 23.08.2025).
6. Шнип Д.В. Автоматизация технологических процессов нагрева в специализированном оборудовании сельскохозяйственного назначения // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Сборник материалов международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 24 – 25 октября 2024 года. – С. 166 – 167.
7. salutem.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://salutem.by/dlya-vypojki-telyat/taksi-molochnye> (дата обращения 24.08.2025).
8. krc.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://krc.by/nashe-oborudovanie/boksyi-dlya-telyat/molochnoe-taksi/> (дата обращения 24.08.2025).
9. liberti-agro [Электронный ресурс]. – URL: <https://liberti-agro.by/catalog/oborudovanie-dlya-mtf/kormlenie/molochnoe-taksi/> (дата обращения 24.08.2025).
10. bas.by [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bas.by/katalog/telyata/milk-taxi/> (дата обращения 23.08.2025).
11. afp.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://afp.by/index.php/katalog/oboredovanie-ferm/36-pasterizatory-moloka-peredvizhnye> (дата обращения 23.08.2025).
12. kruvis.by [Электронный ресурс]. – URL: https://kruvis.by/molochnaya_promyshlennost/molochnoe-taksi/ (дата обращения 23.08.2025).
13. milknroll.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://milknroll.com/ru/product/molochnoye-taksi-dlya-telyat/> (дата обращения 24.08.2025).
14. pelengagro.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://pelengagro.ru/catalog/molochnoe-taksi-mt-300-1/> (дата обращения 23.08.2025).

15. ib-agro.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://sib-agro.com/molochnoe-taksi> (дата обращения 23.08.2025).
16. urban.milkfarm.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://urban.milkfarm.by/paster/> (дата обращения 24.08.2025).
17. zavodagro.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://zavodagro.ru/catalog/taksi-molochnoe> (дата обращения 23.08.2025).
18. milker.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://milker.by/dopolnitelnoe-oborudovanie/taksi-molochnoe-80-250-l/> (дата обращения 23.08.2025).
19. md-prom.ru [Электронный ресурс]. – URL: https://www.md-prom.ru/taxi_for_you (дата обращения 23.08.2025).
20. zavodtankostroy.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://zavodtankostroy.ru/category-taxi> (дата обращения 23.08.2025).
21. gea.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gea.com/ru/products/milking-farming-barn/dairyfeed-feeding-systems/calf-feeders/mobile-calf-feeder.jsp> (дата обращения 23.08.2025).
22. gcagro.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://gcagro.by/katalog/oborudovanie-dlya-krs/oborudovanie-dlya-vypojki-telyat/taksi-molochnye.html> (дата обращения 23.08.2025).
23. extraservice.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://extraservice.by/catalog/proizvodstvo-oborudovaniya/pasterizator/pasterizator-mobilnyj-pm-250.html> (дата обращения 23.08.2025).
24. ptknovator.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ptknovator.ru/katalog/molochnoe-oborudovanie/molochnoe-taksi/> (дата обращения 23.08.2025).
25. ural18.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://ural18.ru/moltaxi> (дата обращения 23.08.2025).
26. bong-dem-long.org [Электронный ресурс]. – URL: <http://en.bong-dem-long.org/catalog/product?id=127> (дата обращения 23.08.2025).
27. m-ty.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://m-ty.ru/molochnoe-taksi-dlya-telyat/> (дата обращения 23.08.2025).
28. moloko18.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://moloko18.ru/product/molochnoe-taksi-200-litrov-2/> (дата обращения 23.08.2025).
29. molokoprovod.su [Электронный ресурс]. – URL: <https://molokoprovod.su/molochnoe-taxi/> (дата обращения 23.08.2025).
30. belhozlabniva.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://belhozlabniva.by/katalog/uhod-za-telyatami/molochnye-taksi.html> (дата обращения 23.08.2025).
31. domagro18.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://domagro18.ru/catalog/molochnoe-taksi/> (дата обращения 23.08.2025).
32. holm-laue.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.holm-laue.com/milchtaxi/?language=ru> (дата обращения 23.08.2025).
33. uralzpo.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://uralzpo.ru/emkostnoe-oborudovanie/molochnoe-taksi/> (дата обращения 23.08.2025).

34. milkplan.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://milkplan.com/products/mp-milksab/> (дата обращения 23.08.2025).
35. synergy18.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://synergy18.ru/molochnoe-taksi.html> (дата обращения 23.08.2025).
36. torgtreid.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://torgtreid.by/g9779018-molochnoe-taksi> (дата обращения 23.08.2025).
37. xbuildbel.com [Электронный ресурс]. – URL: <http://xbuildbel.com/catalog/molochnoe-taksi/molochnoe-taksi/> (дата обращения 23.08.2025).
38. agroteh18.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://agroteh18.com/produkcziya/molochnoe-taksi/> (дата обращения 23.08.2025).
39. unimilk18.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://unimilk18.ru/katalog/oxladiteli-moloka/molochnoe-taksi-mt150/> (дата обращения 23.08.2025).
40. mct-trade.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://mct-trade.ru/molochnoe-oborudovanie/molochnoe-taksi.html> (дата обращения 23.08.2025).
41. agro-dah.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://agro-dah.by/p2442846-molochnoe-taksi-pasterizatsiej.html> (дата обращения 23.08.2025).
42. standartmoloko.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://standartmoloko.com/molochnoe-taksi> (дата обращения 23.08.2025).
43. agro-resh.ru [Электронный ресурс]. – URL: https://www.agro-resh.ru/catalog/k-10491485-molochnoye_taxi (дата обращения 23.08.2025).
44. tekoagro.by [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tekoagro.by/milktaxi.html> (дата обращения 23.08.2025).
45. teattrade.com [Электронный ресурс]. – URL: http://teattrade.com/featured_item/molochnyj-shattl/ (дата обращения 23.08.2025).
46. vector-agro.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://vector-agro.ru/catalog/oborudovanie-dlya-telyat/milk-taxi/> (дата обращения 23.08.2025).
47. gkagroholod.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://gkagroholod.ru/category/molochnoe-taksi-mt/> (дата обращения 23.08.2025).
48. molokoprovod.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://molokoprovod.ru/tovaryi/molochnoe-taksi.html> (дата обращения 23.08.2025).

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. ВАЛЕОЛОГИЯ.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

И.А. Беккер¹, В.М. Пускова²

Белорусско-Российский университет

¹binga@rambler.ru, ²ver_4@mail.ru

В статье описана работа над проектом в сфере валеологии и здорового образа жизни. К научной деятельности были привлечены способные, заинтересованные студенты, цель работы – создание приложения для подсчета калорий.

Ключевые слова: здоровый образ жизни, правильное питание, суточная норма калорий, микронутриенты, культура питания, web-приложение.

Проектная деятельность студентов Белорусско-Российского университета охватывает различные предметные области, в том числе экологию человека, и является эффективной формой взаимодействия обучающихся и преподавателей. Приложение для подсчета калорий и ведения дневника питания – результат учебной проектной деятельности студентов специальности «Автоматизированные системы обработки информации».

Web-приложение разработано при помощи языков программирования Python, JavaScript, в качестве языка разметки использовался Html с таблицами стилей Css. Серверная часть написана на языке Python, с использованием библиотеки Django и Django rest framework. Она представляет собой RESTFul API, с которым взаимодействует клиентская часть. Клиентская часть сделана адаптивной для устройств разного типа.

Домашняя страница проекта изображена на рисунке 1.

NUTRIENTS	NORM/CUR
PROTEINS	0 /112G
FATS	0 /91G
CARBOHYDRATES	0 /247G

PRODUCT

ADD

Рис. 1. Домашняя страница.

Для расчета суточной нормы потребления пищи использовалась стандартная формула Брейтмана расчета оптимальной массы тела и рекомендуемые суточные пропорции БЖУ с учетом их энергетической ценности.

Формула Брейтмана [1]:

$$weight\_must\_to\_be(height) = height * 0,7 - 50$$

В текущей версии приложения не учитывались: Тип телосложения, Физическая активность (как общая характеристика, зависящая от профессии).

Для расчета минимальной необходимой дневной нормы калорий при нулевом уровне активности BMR (базальный уровень метаболизма) использовалась усредненная формула без запроса ввода пола пользователя, с большим приближением для женского пола:

$$calories(weight, height, age) = 10 * weight + 6.25 * height - 5 * age - 157$$

Из трех стандартных режимов (набор веса, потеря веса и поддержание веса) выбирается один конкретный, по истечении некоторого времени и при достижении определенных результатов он может быть изменен пользователем (тренером).

Формулы подсчета калорий выглядят следующим образом (таблица 1):

Таблица 1

Формулы для расчета нутриентов

Режим	Белки	Жиры	Углеводы
Набор веса	калории * 0,3 / 4	калории * 0,125 / 9	калории * 0,5 / 4
Потеря веса	калории * 0,45 / 4	калории * 0,35 / 9	калории * 0,15 / 4
Поддержание веса	калории * 0,3 / 4	калории * 0,3 / 9	калории * 0,4 / 4

Приложение реализовано на клиент-серверной архитектуре, что позволяет осуществлять расчёт необходимых нутриентов на стороне сервера, после чего осуществлять передачу результата на устройство клиента. Реализация алгоритмов расчета на серверной части представлена ниже в виде функций, реализованных на языке программирования Python (рисунок 2).

```
def proteins_maintain(calories):
    return int(calories * 0.3 / 4)

def proteins_gain(calories):
    return int(calories * 0.3 / 4)

def proteins_loss(calories):
    return int(calories * 0.45 / 4)
```

Рис. 2. Формулы для расчета белков в виде функций.

Формулы для расчета жиров и углеводов описаны аналогично, с помощью функций. Приложение ведет контроль качества питания через подсчёт ежедневно употребляемых калорий, нутриентов, и заполнение дневника питания (имеется встроенная база данных продуктов питания). Заполняя дневник, пользователь может поискать продукт во встроенной базе данных, введя полное название продукта либо его фрагмент (рисунок 3).

NAME	CALORIES	
PUDDING, BREAD	94	ADD
CHEESE SANDWICH, AMERICAN CHEESE, ON WHITE BREAD, NO SPREAD	130	ADD
CHEESE SANDWICH, AMERICAN CHEESE, ON WHEAT BREAD, NO SPREAD	121	ADD

Рис. 3. Форма поиска продукта.

База данных продуктов, которая подключена к приложению - база данных Министерства сельского хозяйства США [2] - обоснованно считается одной из самых полных и информативных: она содержит кроме огромного перечня продуктов питания информацию о содержании в них белка, жиров, углеводов, а также большого перечня витаминов и микроэлементов, и может дать самую подробную информацию о качестве питания (рисунок 4).

Преимущество используемой БД в том, что можно получать необходимую информацию при различных запросах: для тех пользователей, которые отслеживают суточное потребление такого микроэлемента, как железо (например, при анемии) либо контролируют потребление сахара. Также бывает необходимым отслеживать потребление с продуктами питания «живых» витаминов. Например, для поддержания защитных сил организма в период коронавирусной инфекции и других сезонных острых респираторных вирусных инфекций следует обязательно употреблять витамин D и антиоксидантный комплекс: витамины A, B2, B6, C, E.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	name	Food Group	Calories	Fat (g)	Protein (g)	Carbohydrate (g)	Sugars (g)	Cholesterol (mg)	Saturated Fats (g)	Calcium (mg)	Iron, Fe (mg)	Vitamin A, IU	Vitamin A, RAE (mcg)	Vitamin C (mg)	Vitamin B-12 (mcg)	Vitamin D (mcg)
223	Babyfood Banana Apple Des	Baby Foods	68	0,2	0,3	16,3	14,7	0	0,058	3	0,1	30	2	12,3	0	0
224	Breakfast Bar Corn Flake Cri	Snacks	376	7,5	4,4	72,8	35,1	0	1,5	41	4,86	2027	608	0	0	0
225	Cheese Mozzarella Low Sod	Dairy and E	280	17,1	27,5	3,1	1,23	54	10,867	731	0,25	517	137	0	0,92	0,3
226	Mayonnaise Dressing No Cf	Fats and O	688	77,8	0	0,3	0,3	0	10,784	7	0,23	0	0	0	0	0
227	Oil Corn Peanut And Olive	Fats and O	884	100	0	0	0	0	14,367	0	0,13	0	0	0	0	0
228	Pie Fillings Blueberry Canne	Sweets	181	0,2	0,41	44,38	37,8	0	0	27	0,8	22	1	0,7	0	0
229	Cocktail Mix Non-Alcoholic C	Beverages	287	0,01	0,08	71,6	24,5	0	0,003	2	0,04	12	1	4,2	0	0
230	Puddings Chocolate Flavor L	Sweets	365	3	10,08	74,42	0,7	0	1,578	50	3,87	0	0	0	0	0
231	Puddings All Flavors Except	Sweets	351	0,1	1,6	86,04	2,9	0	0,018	49	0,05	0	0	0	0	0
232	Scallops	Fish	111	0,84	20,54	5,41	0	41	0,218	10	0,58	5	2	0	2,15	0
233	Syrup Cane	Sweets	269	0	0	73,14	73,2	0	0	13	3,6	0	0	0	0	0
234	Mollusks Snail Raw	Fish	90	1,4	16,1	2	0	50	0,361	10	3,5	100	30	0	0,5	0
235	Turtle Green Raw	Fish	89	0,5	19,8	0	0	50	0,127	118	1,4	100	30	0	1	0
236	Lemons	Fruits	29	0,3	1,1	9,32	2,5	0	0,039	26	0,6	22	1	53	0	0
237	Lemon Juice Raw	Fruits	22	0,24	0,35	6,9	2,52	0	0,04	6	0,08	6	0	38,7	0	0
238	Lemon Juice From Concentr	Fruits	17	0,07	0,45	5,62	1,53	0	0,027	10	0,06	33	2	14,3	0	0
239	Lemon Peel Raw	Fruits	47	0,3	1,5	16	4,17	0	0,039	134	0,8	50	3	129	0	0

Рис. 4. База данных в виде файла xls.

Проект развивается и следующим добавлением функционала будет дополнительная информация по ежесуточному употреблению микроэлементов и витаминов вместе с продуктами питания.

Приложение по подсчету калорий пригодится для контроля приема пищи в помощь людям, поддерживающим здоровый образ жизни, для обучающих целей, в работе куратора.

Библиографический список

- Осипенко, Е.В. Мониторинг физического состояния школьников и студентов: учеб. пособие / Е.В. Осипенко, В.С. Макеева, В.Н. Пушкина. – Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – М.: РадиоСофт, 2016. – 315 с.
- Центр пищевых данных Министерства сельского хозяйства США [Электронный ресурс]. – URL: <https://fdc.nal.usda.gov/> (дата обращения: 15.09.2025).

РОЛЬ СПОРТА В ПРЕОДОЛЕНИИ СТРЕССОВЫХ СИТУАЦИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Е.А. Копылова

Белорусско-Российский университет, fisbru@tut.by

В статье представлен комплексный анализ факторов, влияющих на поведение человека в экстремальных условиях. Исследуется влияние физической и психологической подготовки на реакции организма и стратегии преодоления стрессов. Раскрыта роль спорта как важного инструмента в подготовке к экстремальным ситуациям.

Ключевые слова: экстремальные условия, стрессоустойчивость, физическая и психологическая подготовка, спорт.

В современном обществе увеличивается количество ситуаций, связанных с экстремальными условиями, такими как природные катаклизмы, техногенные аварии, военные конфликты, профессиональные риски и экстремальные виды спорта. В таких условиях от человека требуется высокая степень психологической и физической устойчивости для сохранения жизни и здоровья.

Данные обстоятельства подчеркивают особую важность изучения поведения человека в экстремальных условиях, поскольку от этого напрямую зависит не только личная безопасность, но и способность эффективно помогать окружающим, сохранять спокойствие и принимать правильные решения в критических ситуациях.

В связи с этим особое значение приобретает роль спорта как средства формирования необходимых адаптивных качеств. Развитие физических и волевых качеств способствует повышению стрессоустойчивости и способности быстро реагировать на экстремальные воздействия [1].

Рост интереса молодежи к экстремальным видам спорта, а также необходимость подготовки к чрезвычайным ситуациям в повседневной жизни делают данное исследование особенно актуальным как с практической, так и с научной точки зрения. Оно способствует развитию необходимых навыков, повышению устойчивости и формированию готовности к различным экстремальным условиям, что позволяет повысить уровень безопасности и адаптивных возможностей людей в современных условиях жизни.

Цель работы – провести комплексный анализ факторов, оказывающих влияние на поведение человека в экстремальных условиях, с акцентом на роль физической и психологической подготовки в формировании способности преодолевать стрессовые ситуации.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить теоретические основы поведения человека в экстремальных условиях, включая модели стрессоустойчивости и адаптации.
2. Проанализировать влияние физической подготовки на физиологические реакции организма при стрессовых ситуациях, такие как сердечно-сосудистая реакция, уровень гормонов стресса.
3. Исследовать роль психологической подготовки в формировании когнитивных и эмоциональных стратегий преодоления стрессовых ситуаций, включая развитие устойчивости и мотивации.
4. Оценить значение спорта как инструмента подготовки к экстремальным ситуациям. Поведение человека в экстремальных условиях представляет собой сложный межфакторный процесс, который определяется взаимодействием физиологических, психологических и социальных механизмов. Теоретические основы этого поведения базируются на различных моделях и концепциях, объясняющих реакции организма и личности на стрессовые ситуации, а также механизмы их адаптации.

Одной из ключевых концепций является теория стрессоустойчивости, которая исследует способность человека сопротивляться негативным воздействиям окружающей среды. В рамках этой теории выделяют модели, основанные на ресурсах личности – физической, психологической и социально-психологической [2].

Модели сопротивляемости стрессу американских психологов Р. Лазаруса и С. Фолкман подчеркивают роль когнитивных оценок ситуации, когда человек оценивает угрозу и свои возможности. В зависимости от этого формируются активные копинг-стратегии (поиск решений, использование ресурсов, поддержка) или пассивные (избегание, подавление эмоций) [3].

Физиологические реакции организма при экстремальных условиях обусловлены активацией симпатической нервной системы и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси. Это вызывает выброс гормонов стресса – адреналина и кортизола, что способствует мобилизации ресурсов, повышению адаптационных возможностей и обеспечению выживания в стрессовых ситуациях [4].

Механизмы психологической адаптации включают стадии реакции на стресс: начальную тревогу или шок, последующую мобилизацию ресурсов и восстановление равновесия.

Важны личностные особенности человека – устойчивость характера, уровень саморегуляции, мотивация к преодолению трудностей, а также социальная поддержка и опыт предыдущих стрессовых ситуаций.

Взаимодействие физиологических и психологических механизмов определяет уровень стрессоустойчивости человека. Например, у лиц с развитой системой копинга и высоким уровнем внутренней мотивации физиологические реакции могут быть менее выраженными или быстро компенсироваться.

Физическая подготовка повышает устойчивость организма к стрессу, улучшает настроение, укрепляет сердечно-сосудистую и дыхательную системы, снижает уровень гормонов стресса и способствует быстрому восстановлению после стрессовых ситуаций.

Понимание этих теоретических основ важно для разработки эффективных методов повышения стрессоустойчивости посредством целенаправленной подготовки и тренировок.

Стрессовые ситуации вызывают физиологическую реакцию организма, связанную с восприятием угрозы или вызова. В ответ активируется симпатическая нервная система, что приводит к увеличению частоты сердечных сокращений (ЧСС), повышению артериального давления и усиленной работе сердца, обеспечивая организм необходимой мобилизацией ресурсов для адаптации.

У спортсменов и лиц с высокой физической подготовкой отмечается более эффективная регуляция сердечно-сосудистой системы: у них наблюдается меньший рост ЧСС и артериального давления при стрессовых ситуациях по сравнению с неподготовленными людьми, что способствует лучшей адаптации и снижению нагрузки на организм [5].

Стресс вызывает выброс адреналина и кортизола, мобилизуя ресурсы организма для быстрого реагирования.

Адреналин ускоряет сердцебиение, повышает кровяное давление и усиливает приток крови к мышцам, подготавливая организм к действию – бежать от опасности или бороться с препятствиями.

Кортизол мобилизует энергетические ресурсы организма, повышая уровень глюкозы в крови за счет расщепления запасов гликогена в печени. Это обеспечивает мышцы и мозг дополнительной энергией, необходимой для продолжительных физических и умственных нагрузок в условиях стресса.

Регулярные тренировки снижают базовый уровень гормонов стресса и улучшают их регуляцию, способствуя быстрому восстановлению организма.

Физическая подготовка улучшает физиологические реакции при стрессе, укрепляя сердечно-сосудистую систему, снижая гормоны стресса и повышая выносливость. Это помогает лучше адаптироваться, снижает риск заболеваний и укрепляет психологическую устойчивость, сохраняя гармонию тела и психики.

Психологическая подготовка играет ключевую роль в формировании эффективных когнитивных и эмоциональных стратегий преодоления стрессовых ситуаций. Она способствует развитию устойчивости, самоконтроля и мотивации, что позволяет человеку лучше адаптироваться к экстремальным условиям и сохранять психологическую стабильность.

Устойчивость является важнейшей качественной характеристикой для выживания в современном мире, где риски и неопределенность постоянно возрастают. Развитие устойчивости позволяет не терять самообладание, концентрацию, гибко адаптироваться к новым условиям, сохранять здоровье и психологическое благополучие, принимать рациональные решения в условиях паники, стресса или неопределенности.

В рамках подготовки важны тренировки навыков саморегуляции, позитивного мышления и стресс-менеджмента, которые повышают способность к принятию решений и снижению негативных эмоциональных реакций.

На устойчивость влияют личные качества (тип темперамента, эмоциональная реактивность, самооценка, когнитивные стратегии), а также социальные факторы: способность сохранять связи и адаптироваться к новым ролям, наличие поддержки семьи, друзей и социальных групп. Важны доступ к ресурсам (медицинская помощь, информация, продовольствие) и предыдущий опыт выживания в экстремальных ситуациях.

Факторы, способствующие устойчивости, включают личностную черту – стойкость, которая помогает справляться со стрессом и тревогой. Она состоит из трёх аспектов: стремления к осмысленной цели, чувства контроля и уверенности в своих возможностях, а также готовности принимать вызовы судьбы и учиться на опыте как из позитивных, так и из негативных событий.

Позитивные эмоции и чувство юмора являются важными защитными факторами, снижающими уровень стресса, расширяя возможности мышления и действия.

Эмоциональная компетентность, включающая регуляцию и адекватное выражение эмоций, повышает эффективность стратегий совладания и помогает лучше справляться с напряжением.

В спортивном контексте устойчивость можно развивать с помощью регулярных тренировок, включающих кардио и силовые упражнения, а также через работу над психологической стойкостью. Это укрепляет уверенность, адаптивность, контроль эмоций, принятие решений и мотивацию. Важно работать над мыслями и эмоциями, преодолевая трудности и превращая негатив в стимул для достижения целей.

Мотивация важна для преодоления экстремальных условий, она побуждает к стойкости, усилиям и поиску ресурсов для выживания. Высокая мотивация помогает преодолевать страх, стресс и достигать целей в сложных ситуациях.

Психологическая подготовка – важная часть системы подготовки к экстремальным ситуациям, повышающая стрессоустойчивость и эффективность поведения.

Спорт выходит за рамки повседневного укрепления здоровья, становясь важным инструментом подготовки к непредвиденным и экстремальным ситуациям, развивая как физические, так и волевые качества человека.

Физическая подготовка является основой для выживания в экстремальных условиях. Спорт способствует развитию силы, выносливости, скорости, ловкости и координации движений. Эти качества позволяют человеку эффективно выполнять сложные задачи, переносить длительные нагрузки и быстро реагировать на изменяющиеся обстоятельства.

Например, альпинисты, скалолазы и экстремалы, тренирующиеся в условиях выживания и экстремальных ситуаций, развивают навыки преодоления препятствий, ориентирования и оказания первой помощи. Эти виды спорта требуют высокой физической подготовки, умения быстро ориентироваться, принимать решения в стрессовых условиях и сохранять спокойствие – навыки, важные при реальных чрезвычайных ситуациях.

В контексте стрессоустойчивости традиционные виды спорта способствуют развитию не только физических качеств, но и психологической устойчивости, укрепляя эмоциональную стабильность, самоконтроль и навыки преодоления трудностей без риска для жизни и здоровья.

Постоянные тренировки развивают как волевые качества – настойчивость, упорство, выдержку, решительность и смелость, так и морально-волевые – мужество, самоотверженность, дисциплинированность и принципиальность [6].

Спортсмены в тренировочном процессе приобретают навыки саморегуляции: концентрации и контроля над телом и мыслями, что помогает развивать внутреннюю гармонию и способность сохранять спокойствие в сложных ситуациях [7, 8].

Командные виды спорта способствуют развитию социальных навыков и поддержки, важной для эмоциональной устойчивости.

В экстремальных ситуациях это помогает контролировать эмоции, сохранять спокойствие и принимать взвешенные решения, формируя внутреннюю силу для преодоления трудностей.

Таким образом, спорт является мощным средством развития физических, волевых качеств человека, способствует улучшению командной работы. Он создает базу для быстрого реагирования, адаптации и выживания в экстремальных ситуациях.

Интеграция спортивных тренировок в программы подготовки к чрезвычайным ситуациям, реализуемые в рамках государственных, областных, городских и специальных учебных мероприятий, повышает шансы на успешное преодоление кризисных условий и способствует развитию ответственного и подготовленного гражданина Республики Беларусь.

Библиографический список

1. Носов С. А. Роль спорта в жизни человека и его востребованность в наше время [Электронный ресурс]. Nosov S. A. rol-sporta-v-zhizni-cheloveka-i-ego-vostrebovannost-v-nashe-vremya – 2022. <https://cyberleninka.ru/article/n> (дата обращения: 24.08.2025).
2. Битюцкая Е. В. Современные подходы к изучению совладения с трудными жизненными ситуациями // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. 2011. № 1. С. 100–111.
3. Folkman S., Lazarus R., Dunkel-Schetter C., DeLongis A., Gruen R. Dynamics of stressful encounter: Cognitive appraisal, coping, and encounter outcomes // Journal of Personality and Social Psychology. 1986. Vol. 50. No. 5. P. 992–1003.
4. Караулов В. А., Кузнецова Н. В. Физиологические реакции и механизмы адаптации при стрессовых ситуациях // Вестник физиологии человека. 2015. № 3. С. 112–120.
5. Оганян А. А. Адаптация организма к физическим нагрузкам, компенсаторные и приспособительные реакции организма // Научный лидер. 2024. №51 (201). [Электронный ресурс]. – URL: <https://scilead.ru/article/7676-adaptatsiya-organizma-k-fizicheskim-nagruzkam> (дата обращения: 24.08.2025).
6. Копылова Е. А. Развитие морально-волевых качеств у баскетболистов: метод. указ. / Е. А. Копылова. Могилев: ГУ ВПО Белорус.- Рос. ун-т, 2013. – 16 с.
7. Алешина А. С. Воспитание волевых качеств посредством занятия физической культурой и спортом / А. С. Алешина, О. Б. Аношкина. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2023. – № 49 (496). С. 500–504.
8. Копылова Е. А. Оценка и совершенствование коммуникативных навыков «тренер-игрок», «игрок-игрок» в баскетболе: метод. указ. / Е. А. Копылова. Могилев: ГУ ВПО Белорус.- Рос. ун-т, 2005. – 18 с.

ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.

Д.Н. Самуйлов, М.В. Тапорчикова

Белорусско-Российский университет, fisbru@tut.by

В статье рассмотрена роль физической культуры, особенности и рекомендации по организации занятий физической активностью на загрязнённых территориях. Основные принципы безопасного и эффективного применения физических упражнений для укрепления здоровья и повышения адаптивных возможностей организма в сложных экологических условиях.

Ключевые слова: физическая культура, окружающая среда, здоровье, физическая активность, иммунная система.

В современном мире вопросы охраны здоровья населения приобретают особую актуальность, особенно в тех регионах, где уровень радиационного фона превышает естественные нормы.

В таких условиях поддержание здоровья становится особенно важной задачей для жителей этих регионов. Одним из эффективных способов укрепления организма и повышения его устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды является систематическая физическая культура [1]. Физическая активность способствует улучшению работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем, нормализации обменных процессов, а также помогает выводить из организма вредные вещества. Кроме того, регулярные занятия физкультурой положительно влияют на психоэмоциональное состояние человека, снижая уровень стресса и повышая качество жизни.

Физическая культура, являясь одним из ключевых факторов оздоровления и поддержания функционального состояния организма, приобретает особое значение для жителей радиоактивно загрязнённых территорий. Регулярные физические нагрузки способствуют улучшению обменных процессов, укреплению сердечно-сосудистой системы, повышению сопротивляемости организма к стрессам и неблагоприятным факторам внешней среды. Кроме того, физическая активность оказывает положительное влияние на психоэмоциональное состояние человека, что особенно важно для населения, испытывающего повышенный уровень тревожности и стрессовых нагрузок [2].

Особенности организации занятий:

- индивидуальный подход с учётом состояния здоровья, возраста и уровня физической подготовки;
- соблюдение мер безопасности: выбор безопасных мест, контроль радиационного фона, использование средств защиты;
- режим занятий должен быть умеренным, с акцентом на восстановительные и общеукрепляющие упражнения.

Несмотря на очевидную пользу физической культуры, вопросы её безопасного и эффективного применения на территориях с повышенным радиоактивным фоном остаются недостаточно изученными. Необходимы специальные рекомендации по выбору видов упражнений, режиму занятий и мерам предосторожности, которые позволят минимизировать риски и максимизировать оздоровительный эффект [3]. Поэтому изучение и разработка методических подходов к организации физической культуры в подобных условиях являются актуальной задачей современной медицины и физической реабилитации.

Повышенный радиоактивный фон представляет собой значительное превышение уровня естественного радиационного излучения в окружающей среде, что может быть вызвано как техногенными авариями (например, Чернобыльская катастрофа), так и природными источниками радиации. Длительное воздействие повышенного уровня радиации оказывает серьезное негативное влияние на здоровье человека.

Радиация воздействует на организм на клеточном уровне, вызывая повреждения молекул ДНК, что может приводить к мутациям и нарушению нормального функционирования клеток. Это повышает риск развития онкологических заболеваний, в том числе лейкемии и опухолей различных органов [4]. Кроме того, радиационное облучение ослабляет иммунную систему, снижая способность организма сопротивляться инфекциям и замедляя процессы восстановления тканей.

Хроническое воздействие радиации может вызывать такие заболевания, как радиационный дерматит, катаракта, поражения желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистые патологии. У детей и беременных женщин радиация особенно опасна, поскольку может привести к нарушениям в развитии и врожденным аномалиям.

Помимо прямого биологического воздействия, проживание на территориях с повышенным радиоактивным фоном сопровождается повышенным уровнем психологического стресса и тревожности, что также негативно сказывается на общем состоянии здоровья [5].

Жизнь и работа на территориях с повышенным радиоактивным фоном сопряжены с постоянным психологическим напряжением из-за угрозы здоровью, неопределённости и ограничений. Физическая культура в таких условиях становится важным средством не только физического, но и психологического восстановления.

Основные психологические эффекты физических упражнений:

1. Снижение уровня стресса и тревожности – физические упражнения способствуют выработке эндорфинов — «гормонов счастья», которые улучшают настроение и снижают чувство тревоги), регулярные занятия помогают уменьшить симптомы депрессии и эмоционального напряжения, которые часто возникают в стрессовых условиях.

2. Улучшение сна и восстановление психики – физическая активность способствует нормализации сна, что очень важно для восстановления нервной

системы, качественный сон помогает организму лучше справляться с последствиями стресса и радиационного воздействия.

3. Повышение устойчивости к стрессу – регулярные тренировки тренируют не только тело, но и психику, развивая стрессоустойчивость и адаптивные механизмы, физкультура помогает формировать позитивное мышление и уверенность в своих силах.

4. Социальная поддержка и улучшение коммуникаций – занятия в группах способствуют общению, снижая чувство изоляции и одиночества, социальные контакты поддерживают эмоциональное равновесие и создают чувство принадлежности к коллективу.

5. Улучшение когнитивных функций – физическая активность улучшает концентрацию, память и внимание, что помогает лучше справляться с рабочими и бытовыми задачами.

Регулярные физические упражнения способствуют укреплению иммунной системы, улучшению обменных процессов и повышению общей устойчивости организма к вредным воздействиям радиации, а физическая активность является важным средством профилактики и реабилитации для населения, проживающего на радиоактивно загрязнённых территориях [6].

Таким образом, воздействие повышенного радиоактивного фона требует комплексного подхода к охране здоровья населения, включающего как медицинские меры, так и мероприятия по укреплению организма, в частности через физическую культуру.

Библиографический список

1. Медведев, В. А. Теоретико-методические основы оздоровления школьников средствами физической культуры и спорта в условиях радиационного загрязнения среды: дис. д-ра пед. наук: 13.00.04 / В. А. Медведев. – Минск, 2000. – 274 с.
2. Барков, В. А. Научно-методическое обеспечение физического воспитания детей и подростков в условиях рационального загрязнения среды: автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.04 / В. А. Барков; ВНИИФК. – М., 1997. – 34 с.
3. Медведев, В. А. Теоретико-методические основы оздоровления школьников средствами физической культуры в неблагоприятных экологических условиях. Гомель: ГГУ, 2000. – 130 с.
4. Медведев, В. А. Нормирование нагрузок в процессе физического воспитания школьников, проживающих на территориях, загрязнённых радионуклидами // Весник ВДУ, 1999. № 4 (14). С.31–35.
5. Артемьев, В. П. Состав средств физического воспитания в системе оздоровительной физической культуры // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы III Междунар. конф, – Гомель, 1999. – С. 18 – 19.

6. Гужаловский, А. А. Особенности физического воспитания учащихся, проживающих в условиях радиационного загрязнения: Матер. науч.-практ. конф. – Минск, 1992. – С. 108–110.

РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В ПОДДЕРЖАНИИ ЗДОРОВЬЯ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.

*М.В. Тапорчикова, О.П. Макаренко, М.В. Васюхневич
Белорусско-Российский университет, fisbru@tut.by*

В статье рассмотрено влияние физической культуры и спорта в укреплении иммунной системы в экологически загрязнённых областях. Основные механизмы положительного влияния физической нагрузки на иммунную систему.

Ключевые слова: физическая активность, спорт, иммунная система, радиационное воздействие, окружающая среда.

На территориях с повышенным радиоактивным фоном здоровье населения подвергается значительным рискам из-за воздействия ионизирующего излучения. В таких условиях физическая культура становится одним из ключевых факторов, способствующих укреплению организма, повышению иммунитета и улучшению общего самочувствия. При выборе видов спорта и физических упражнений стоит учитывать особенности загрязнённой территории, отдавая предпочтение видам, которые минимизируют воздействие неблагоприятных факторов среды.

Основные аспекты роли физической культуры и спорта в данных условиях:

- укрепление иммунной системы. Регулярные физические упражнения стимулируют работу иммунной системы, повышая её способность бороться с инфекциями и восстанавливаться после повреждений, вызванных радиационным воздействием;

- улучшение обменных процессов. Физическая активность способствует ускорению метаболизма, что помогает организму эффективнее выводить токсины и радиоактивные вещества, снижая их накопление;

- снижение риска развития заболеваний. Занятия спортом и физкультурой уменьшают вероятность возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, нарушений обмена веществ и некоторых видов рака, что особенно важно для людей, подвергшихся хроническому облучению;

- психологическая поддержка. Физическая активность способствует снижению уровня стресса, тревожности и депрессии, которые часто сопровождают проживание на загрязнённых радиацией территориях.

Улучшение психоэмоционального состояния положительно влияет на общее качество жизни;

- повышение выносливости и адаптивных возможностей организма. Регулярные тренировки помогают организму лучше адаптироваться к неблагоприятным условиям окружающей среды, повышая устойчивость к внешним стрессорам;

- социальная интеграция и мотивация. Групповые занятия физкультурой и спортом способствуют укреплению социальных связей и мотивации к здоровому образу жизни, что важно для поддержания активности и психологического равновесия [1].

Значение физической активности для укрепления иммунной системы в экологически загрязненных областях имеет огромное значение.

Иммунная система играет ключевую роль в защите организма от инфекций, повреждений и различных патологических процессов. На территориях с повышенным радиоактивным фоном иммунитет человека подвергается значительному стрессу и ослаблению из-за воздействия ионизирующего излучения, что повышает риск развития заболеваний и замедляет процессы восстановления. В таких условиях физическая активность становится важным инструментом для укрепления иммунной защиты [2].

Основные механизмы положительного влияния физической нагрузки на иммунную систему включают:

- стимуляция кровообращения и лимфотока. Физические упражнения улучшают циркуляцию крови и лимфы, что способствует более эффективному транспортированию иммунных клеток по организму и ускоряет выведение токсинов и продуктов обмена;

- повышение активности иммунных клеток. Регулярная умеренная физическая активность увеличивает количество и активность таких клеток, как Т-лимфоциты, натуральные киллеры и макрофаги, которые играют важную роль в обнаружении и уничтожении патогенов и повреждённых клеток;

- снижение воспалительных процессов. Физическая нагрузка способствует регуляции уровня цитокинов — веществ, участвующих в воспалительных реакциях, что помогает контролировать хроническое воспаление, часто возникающее при радиационном воздействии;

- улучшение общего состояния организма. Физическая активность повышает выносливость, снижает уровень стресса и способствует нормализации гормонального баланса, что положительно отражается на состоянии иммунитета;

- профилактика осложнений. Укреплённый иммунитет снижает вероятность развития инфекционных и хронических заболеваний, которые могут усугубляться на фоне радиационного воздействия.

Важно отметить, что для достижения положительного эффекта физические нагрузки должны быть регулярными, умеренными и адаптированными к состоянию здоровья каждого человека. Чрезмерные или

слишком интенсивные тренировки могут, наоборот, ослабить иммунитет и привести к переутомлению.

На территориях с повышенным радиоактивным фоном люди подвергаются дополнительным стрессовым воздействиям из-за радиации, которая негативно влияет на клетки и органы организма [3]. Физическая культура, занятие спортом и регулярные физические упражнения в таких условиях играют важную роль в поддержании здоровья, укреплении иммунитета и повышении общей устойчивости организма к неблагоприятным факторам.

Особенности физической культуры в этих условиях:

- умеренная нагрузка: из-за повышенного стресса от радиации рекомендуется избегать чрезмерных физических нагрузок, чтобы не истощать организм;

- регулярность: регулярные занятия способствуют улучшению обменных процессов, кровообращения и повышению адаптационных возможностей организма;

- восстановительные упражнения: большое внимание уделяется дыхательным, расслабляющим и общеукрепляющим упражнениям;

- контроль состояния: важно контролировать самочувствие и при появлении симптомов переутомления снижать интенсивность занятий.

Таким образом, физическая культура и занятия спортом на территориях с повышенным радиоактивным фоном играют важную роль в комплексной системе оздоровительных мероприятий. Они помогают компенсировать негативные последствия радиационного воздействия и способствует сохранению здоровья населения в сложных экологических условиях, способствуют нормализации веса, формированию правильной осанки, улучшению психофизической подготовки, а также помогают справляться со стрессом и улучшают психическое самочувствие людей, что позволяет им вести более полноценную и активную жизнь [4]. Физическая активность является эффективным средством укрепления иммунной системы у жителей территорий с повышенным радиоактивным фоном, способствуя повышению сопротивляемости организма и улучшению качества жизни.

Библиографический список

1. Гужаловский, А. А. Особенности физического воспитания учащихся, проживающих в условиях радиационного загрязнения: Матер. науч.-практ. конф. – Минск, 1992. – С. 108–110.
2. Барков, В. А. Научно-методическое обеспечение физического воспитания детей и подростков в условиях рационального загрязнения среды: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / В. А. Барков; ВНИИФК. – М., 1997. – 34 с.
3. Медведев, В. А. Теоретико-методические основы оздоровления школьников средствами физической культуры и спорта в условиях радиационного загрязнения среды: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / В. А. Медведев. – Минск, 2000. – 274 с.

4. Артемьев, В. П. Состав средств физического воспитания в системе оздоровительной физической культуры // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы III Междунар. конф, – Гомель, 1999. – С. 18 – 19.

ИНТЕГРАЦИЯ ЭКОЛОГИИ В СПОРТ

М.В. Тапорчикова

Белорусско-Российский университет, fisbru@tut.by

Статья посвящена интеграции экологических принципов в сферу спорта. В условиях глобальных экологических вызовов спорт становится важной платформой для продвижения устойчивого развития и экосознания. Рассмотрены аспекты, связанные с экологическими инициативами, включая использование экологических материалов в спортивной экипировке и другое.

Ключевые слова: экология, молодежь, спорт, интеграция, экотуризм.

В настоящее время современное общество сталкивается с многочисленными экологическими вызовами, которые требуют не только осознания проблемы, но и активных действий со стороны каждого из нас. В условиях глобального изменения климата, загрязнения окружающей среды и утраты биоразнообразия, важно находить новые подходы к воспитанию экологической сознательности у подрастающего поколения. Одним из таких подходов является интеграция экологии в спортивные соревнования.

Спорт всегда играл значительную роль в жизни общества, способствуя развитию физической активности, командного духа и здорового образа жизни. Интеграция экологической тематики в спортивные соревнования предоставляет уникальную возможность объединить физическую активность с осознанием важности охраны окружающей среды и может повысить осведомленность о экологических проблемах и сформировать у молодежи экологическую сознательность через спорт. Молодежь, как активная и энергичная часть общества, играет ключевую роль в формировании будущего планеты.

Спорт, будучи мощным инструментом для объединения людей, может стать эффективной платформой для повышения экологической сознательности среди молодежи. Однако спорт также оставляет большой экологический след. С развитием спортивной индустрии расширяется зона строительства стадионов, что приводит к разрушению экосистем и вырубке лесов, увеличивается количество оборудования для обеспечения их энергией, что, в свою очередь, приводит к большим выбросам углерода и усиливают парниковый эффект. Эти процессы вызывают глобальное потепление и изменяют климат [1].

После спортивных соревнований на больших стадионах, остается огромное количество мусора: пластиковых бутылок, упаковок для еды. Несвоевременная уборка отходов может привести к распространению вредителей и болезней, привести к ухудшению санитарных условий, что влияет на здоровье посетителей и участников соревнований.

Решением проблемы загрязнения окружающей среды может стать внедрение программ по раздельному сбору отходов, проведение информационных кампаний о важности экологии.

Интегрировать экологические идеи в спорт можно разными способами.

Одну из таких идей воплощают бренды по созданию спортивной одежды: они создают все больше продуктов, которые созданы из переработанных материалов, тем самым предотвращая пластиковое загрязнение и приближая общество к переходу на создание биоразлагаемой продукции.

К примеру, компания Nike запросто сошьёт футбольную форму из пластика. Они также запустили программу Reuse-A-Shoe, чья суть в переработке старой спортивной экипировке и создании из нее новой спортивной площадки [2].

Спортивная индустрия также оказывает влияние на природу из-за обилия перелетов участников турниров, организаторов, болельщиков, генерации множества отходов на крупных мероприятиях и потребления электроэнергии.

Однако, несмотря на это, спорт способен сыграть важную роль в изменении ситуации и пропаганде идеи устойчивости благодаря охвату широкой аудитории. Например, благодаря снижению использования одноразовых вещей, изменение выбора материалов для формы и другое.

Интегрирование экологии в спорт может быть произведено также через строительство стадионов. Спортивный стадион может быть построен из экологичных материалов, на территории может использоваться только возобновляемая энергия, вестись сбор и переработка дождевой воды.

Многие спортивные организации начинают внедрять образовательные программы для спортсменов, тренеров и зрителей о важности охраны окружающей среды. Появляются баннеры с информацией о важности защиты окружающей среды и поддержании экологии и на самих стадионах.

Благодаря своей популярности сами спортсмены могут влиять на общественное мнение, становясь активными сторонниками экологических инициатив.

В настоящее время набирает популярность спортивный туризм. Это не только возможность насладиться красотой местной природы, но и шанс внести свой вклад в её сохранение. Походы, велопрогулки, байдарочный сплав – все эти активности пропагандируют минимальное воздействие на природу и учат участников ценить и защищать окружающую среду.

В отличие от массового туризма, который часто приводит к перенаселению и загрязнению туристических мест, спортивный экотуризм ориентирован на устойчивость и сохранение. Организуя мероприятия в

режиме «ноль отходов» и использование энергии из возобновляемых источников, спортивный туризм демонстрирует альтернативу, пример которой могут и должны перенимать другие сектора экономики. Привлечение к экотуризму не только позволяет наслаждаться природой, но и обучает бережному отношению к ней. Программы походов часто включают в себя образовательные модули, которые рассказывают о флоре и фауне, об истории местности, о важности сохранения биоразнообразия [3].

Спортивные мероприятия часто проводятся с учетом строгих экологических стандартов. Например, марафонские забеги по лесам популяризируют здоровый образ жизни, помогают собирать средства на охрану и восстановление этих же лесов и популяризация экологии.

Многие спортивные клубы берут на себя ответственность за участок, на котором проводятся мероприятия, занимаются его очисткой, высадкой деревьев, установкой информационных стендов о важности защиты экологии.

Экотуризм, спортивный туризм, строительство спортивных стадионов из экологических материалов, переработка мусора для создания нового спортивного инвентаря и многое другое вносит значительный вклад в достижение глобальных целей устойчивого развития, включая охрану климата, защиту окружающей среды и большего информирования о важности экологии.

Библиографический список

1. Влияние спорта на экологию [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sportmaster.ru/media/articles/kak-sport-vliyaet-na-ekologiyu/?utm_refer (дата обращения: 25.03.2025).
2. Иноземцева П. Eco-friendly: как и зачем спортивные бренды заботятся об экологии // Championat, 2020. – С. 5
3. Экотуризм и сохранение природы [Электронный ресурс]. – URL: <https://fpb-grodno.by/ekoturizm-i-sohranenie-prirody-kak-sportivnyy-turizm-pomogaet-okruzhayushchey-srede/sporttourizm/> (дата обращения: 29.03.2025).

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. ВАЛЕОЛОГИЯ

С.В. Шкуратов

*Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий, stanislavskuratov181@gmail.com*

В статье представлено об понятии валеологии в значении здоровья человека, соблюдения здорового образа жизни, какие факторы риска влияют на здоровье человека в современном мире.

Ключевые слова: здоровье, валеология, философия, образ жизни, окружающая среда.

Валеология – общая теория здоровья, претендующая на интегральный подход к физическому, нравственному и духовному здоровью человека со стороны естественных, общественных и гуманитарных наук – медицины, гигиены, биологии, психологии, социологии, философии, культурологии, педагогики и др.

Здоровье человека определяется в уставе Всемирной организации человека «как состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только как отсутствие болезней и инвалидности». На формирование здоровья влияют природные условия (климат, поверхностные и подземные воды, геологическое строение территории, почвенный покров, растительность и животный мир); образ жизни и социально-экономические условия; загрязнение и деградация окружающей среды; производственные условия.

Одним из разделов современной профилактической медицины, направленным на формирование у людей здорового образа жизни, понимания собственной и общественной необходимости сохранения собственного здоровья и здоровья своих близких, считается валеология.

Вместе с тем вопрос построения общей теории здоровья концептуально и методологически связан с решением проблемы целостной теории человека [1].

В настоящее время валеология не имеет единой теоретической базы. Специалисты в области философии и методологии науки полагают, что по этой причине ее претензии на построение интегральной теории, на создание новых идеалов, новой системы ценностей и, наконец, нового человека, являются необоснованными и лишенными смысла. Стремление валеологов найти для валеологии область применимости, принципиально отличающуюся от медицины, привело к включению в состав валеологии ненаучных, религиозных и оккультных концепций, а также нетрадиционной медицины. Попытки в таком виде ввести валеологию в систему российского образования вызвали широкую научную и общественную критику. Так, в декабре 1999 г. 140 ученых, общественных и религиозных деятелей подписали открытое письмо министру образования РФ, критикующее валеологию. В списке подписавших — академики и члены государственных научных академий: РАН, РАО, РАМН, включая президента Российской академии медицинских наук В. И. Покровского [2].

Духовная жизнь нации – это особая форма жизнедеятельности и самовыражения этнической общности. Чем разнообразнее формы ее выражения: литература, искусство и тому подобные, тем богаче она становится. Огромную роль играет язык, способствуя выражению сложнейших сторон человеческих отношений и условий быта.

Здоровый образ жизни включает в себя активный труд, рациональный отдых, занятия физкультурой, закаливание, рациональное питание, личную гигиену, гигиену половых отношений, своевременное обращение к врачу.

Воспитание оптимизма является компенсаторной силой организма, позволяющей предупреждать заболевания и успешно совершенствовать индивидуальное и общественное здоровье.

Общественное здоровье или здоровье населения – это основное свойство человеческой общности, ее естественное состояние, отражающее индивидуальные приспособительные реакции каждого члена общности людей и способность всей общности в целом в конкретных условиях осуществлять свои социальные и биологические функции. Качество здоровья населения отражает степень вероятности для каждого человека достижения максимального уровня здоровья и творческой работоспособности на протяжении максимально продленной жизни каждого индивида, а также характеризует жизнеспособность всего общества как социального организма и его возможности непрерывного гармоничного роста и социально-экономического развития [3].

Здоровье населения служит показателем условий жизни. Процедура измерения осуществляется с помощью ряда показателей, таких как средняя продолжительность жизни, стандартизованная смертность, младенческая смертность, материнская смертность, причины смерти, потерянные годы потенциальной жизни, заболеваемость, госпитализация, временная нетрудоспособность, инвалидность.

На формирование здоровья населения влияют природные условия, образ жизни и социально-экономические условия, загрязнение и деградация окружающей среды, производственные условия.

Лисицын сгруппировал факторы риска с долей их участия следующим образом: образ жизни (49-53 %); генетика, биология человека (18-22 %); внешняя среда, природные условия (17-20 %); здравоохранение (8-10 %).

К образу жизни можно отнести следующие группы факторов риска: курение, потребление табака, несбалансированное неправильное питание, употребление алкоголя; вредные условия труда, стрессовые ситуации; адинамия, гиподинамия; плохие материально-бытовые условия, потребление наркотиков, злоупотребление лекарствами; непрочность семей, одиночество; низкий образовательный и культурный уровень; чрезмерная урбанизация.

Генетика и биология человека включает факторы риска, связанные с предрасположенностью к наследственным и дегенеративным болезням.

К факторам риска внешней среде и природных условий обычно относят загрязнение воздуха, воды и почвы, загрязнение жилища, резкие смены погоды, повышенные гелиокосмические, магнитные и другие излучения.

Факторы риска здравоохранения включают неэффективность профилактических мероприятий, низкое качество медицинской помощи и ее несвоевременность.

Свою роль в здоровье населения вносит урбанизация территорий. В крупных городах широко распространены «болезни цивилизации», такие как гипертоническая и ишемическая болезни сердца, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, диабет, бронхиальная астма, болезни обмена веществ, неврозы, психические расстройства и др. Это связано со

специфическими факторами, характерными для больших городов, загрязнением среды обитания, гиподинамией, перееданием, эмоциональными стрессами, шумами, нарушением традиционных семейных связей.

Все эти факторы риска обычно подробно рассматриваются в соответствующих разделах физической и химической экологий.

Значительная выраженность приспособительных механизмов, обеспечивающих физиологическое старение, лежит в основе долголетия. Как правило, это люди с сильным, уравновешенным типом высшей нервной деятельности. Они общительны, доброжелательны, проявляют интерес к событиям и явлениям окружающего мира, устойчивы к стрессам и инфекционным болезням. Свыше 50 % долгожителей живут в сельской местности, половина из них продолжает трудиться до глубокой старости, считая труд неотъемлемой частью своей жизни.

Современный контекст экологических проблем человека требует рассмотрения в совокупности трех групп специфических связей и отношений человека, играющих принципиально важную роль в его благополучии: медико-биологических, социально-экономических и социально-личностных. Эти направления можно считать основными в формировании экологии человека.

Одна из важнейших задач экологии человека состоит в том, чтобы человек на основе знаний, в том числе о своей природе и сущности, смог максимально эффективно реализовать свои задатки и возможности [4].

Библиографический список

1. Амосов Н.М. Раздумья о здоровье. – М.: Физкультура и спорт, 1991.
2. Брехман И.И. Валеология – наука о здоровье. – М.: Физкультура и спорт, 1990.
3. Валеология человека: В 5 т. / Сост. В.П. Петленко. – Спб.: Петроградский, 1996.
4. Казначеев В.П., Преображенский В.С. Экология человека / Основные проблемы: Сб. науч. тр. – М.: Наука, 1988

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭТИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ.

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СОЦИУМА В ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПРИВЫЧКАХ ЛЮДЕЙ

Н.Н. Гобралев

Белорусско-Российский университет, Gobranik@gmail.com

В статье анализируется современное состояние поведенческих привычек человека в отношении выполнения им простейшей трудовой деятельности в быту. На основании чего делается вывод об определенной деградации личности как экологической проблеме.

Ключевые слова: экологическое состояние природного окружения, экология человека, поведенческие привычки, социологический опрос, социальная деградация человека как экологическая проблема.

Появление природных катаклизмов в виде затянувшейся жары, продолжительных дождей или периодов с низкой температурой, неприсущих данным климатическим регионам, чаще всего объясняют надвигающейся экологической катастрофой. Причиной этих глобальных изменений в поведении природы является изменение положения магнитной оси планеты.

Но существенный негативный вклад в ухудшение экологической обстановки в природном окружении вносит и ее главный индивид – человек. Из-за его, часто бесконтрольных и далеко непродуманных, действий загрязняется воздух, земля, вода. Появляются ранее неизвестные заболевания, исчезают объекты фауны и флоры, а на смену им приходят новые. Меняется и сам человек, трансформируется его поведение, мыслительная деятельность и образ жизни. Причем изменения подчас происходят не в лучшую сторону. Особенно такое изменение в личности человека заметно на примере жителей больших городов.

Для оценки новых поведенческих привычек людей в мае 2024 года на потоке студентов Белорусско-Российского университета (две учебные группы общей численностью 42 респондента) был проведен обезличенный социологический опрос.

Вопросы формировались по следующим направлениям:

1. Общая характеристика социума «домашнего» проживания респондентов;
2. Поведенческие привычки респондентов по отношению к «бытовому мусору»;

3. Поведенческие привычки респондентов по выполнению мелкой и бытовой физической работы;

4. Мнения респондентов по вопросам общения между различными полами социума, семьи и брака.

Вопросы были следующие [1]:

Численность населения Вашего «домашнего» места жительства (нужное подчеркнуть):

- населенный пункт с более 100 тыс. человек;
- населенный пункт со 50-100 тыс. человек;
- населенный пункт с 20-50 тыс. человек;
- населенный пункт с 1-20 тыс. человек;
- населенный пункт с менее 1 тыс. человек.

1.2. Живете Вы в многоквартирном доме или в частном доме.

2.1. Сортируют ли в Вашей семье бытовые отходы.

2.2. Утилизация отходов у Вас в семье производится помещением их в специальные контейнеры или «за угол на свалку».

2.3. Отдыхая на природе, Вы отходы собираете и отвозите к мусорным бакам или бросаете на месте отдыха.

2.4. Обертку от мороженого или пачку от сигарет (или что-то схожее) Вы просто выбрасываете на улице или бросаете в урну.

3.1. Имеете ли Вы свой велосипед, мотоцикл, в пользовании автомобиль.

3.2. Делаете ли Вы самостоятельно мелкий ремонт и обслуживание этой техники, например, подкачку колес, замену масла, смазку/переборку отдельных узлов (нужное подчеркнуть). Или Вы предпочитаете эти работы выполнять посредством услуг службы сервиса.

3.3. Можете ли Вы провести дома мелкий ремонт (сантехники, замены электрических лампочек, навески полок и т.д.).

4.1. Считаете ли Вы, что отношения парней/девушек в конечном итоге должны обязательно завершаться браком.

4.2. Допускаете ли Вы непродолжительные и ни к чему не обязывающие отношения с противоположным полом. Или в молодости более желательны длительные по времени и более серьезные.

4.3. По-Вашему мнению, в каком возрасте правильнее заводить семью.

4.4. Как, по-Вашему, в семье должны быть дети (один ребенок, два, более или как получится), или «семья без детей» лучше способствует в дальнейшем укреплению «моего социального статуса».

4.5. Считаете ли Вы, что создание семьи — это ответственный шаг, и жена в жизни должна быть одна, или же «развод с половиной — это обычная житейская ситуация, а не совсем страшная трагедия».

Анализ ответов на поставленные вопросы показал [1]:

1. Сортировка с организованной утилизацией мусора и отходов в быту и на отдыхе более характерна для респондентов, проживающих в больших городах и многоквартирных домах. Жители малых населенных пунктов и

частных домов не придают в сортировке отходов особого значения. Очевидно, здесь сказывается и организация коммунальными службами больших населенных пунктов раздельный сбор и вывоз мусора.

2. Самостоятельное решение бытовых вопросов по мелкому домашнему ремонту и обслуживанию личных транспортных средств наоборот, чаще решается жителями малых населенных пунктов и частных домов. К услугам сервиса они обращаются реже. Опять-таки, в городах сфера услуг представлена более широко, нежели на селе и в районных центрах.

3. Мнения по вопросам семьи и брака в обеих группах, подразделенных по месту жительства респондентов, примерно одинаковые.

3.1. Парни, а на опрашиваемом потоке были только ребята, считают, что обзаводиться семьей желательно в возрасте после 25-30 лет. По их мнению, на первый план должны выходить решения вопросов карьерного роста и жилищных проблем. Поэтому до этого временного срока серьезные отношения не обязательны.

3.2. Семья в жизни человека однозначно должна быть и быть с детьми. А возможность разводов и повторных браков – это хоть и нежелательная ситуация, но вполне обыденная.

Несколько иное мнение по тематике последних вопросов у девушек. И среди них проводился опрос. Правда группа респондентов была небольшая. Они считают, что близкие отношения с ребятами нужно рассматривать как начало подготовки семейных отношений. И в брак нужно вступать «по готовности», независимо от возраста.

Выводы.

1. Широкая распространенность в современных условиях служб сервиса освободила человека от выполнения даже несложной физической и мыслительной работы по дому.

2. Освобожденный от обязанности трудиться человек стал менее ответственно воспринимать также и свои социальные обязанности.

3. На лицо в некоторых слоях населения развитие тенденции деградации человеческого индивидуума, так как, по мнению ученых, отсутствие даже небольших тренировочных мероприятий может привести к вырождению популяции.

Мысль о пользе осмысленных действий на развитие человеческого социума была высказана еще в 1876 году Фридрихом Энгельсом в работе «Роль труда в превращении обезьяны в человека». Подтверждением справедливости этого заключения может быть множество примеров.

В памяти нынешних пенсионеров еще имеются воспоминания о последних годах существования Советского Союза. Хотя некоторое финансовое благополучие уже было достигнуто, но сопоставление цен даже на продукты с реальными доходами требовало необходимости постоянного труда. Так, например, трудовая пенсия колхозник составляла 12 рублей, социальная 8,5 рублей. Заработная плата была в пределах 110...130 рублей. В то же время стоимость буханки хлеба была 12...16 копеек, литр молока 40

копеек. Проезд в общественном транспорте 5 копеек, 1 киловатт электроэнергии 2 копейки. И так далее.

Т.е. доходов не всегда хватало для «беззаботной жизни в удовольствие». Поэтому человек села держал на подворье скотину и обрабатывал приусадебный участок, чтобы излишки сдать в колхоз и продать. Необходимость постоянного туда обуславливала нераспространение на селе повального алкоголизма и тунеядства. Человек развивался, а не деградировал!

Библиографический список

1. Гобралев, Н.Н. Деградация поведенческих черт человека как экологическая проблема общества / Н.Н.Гобралев // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 24–25 апр. 2025 г. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2025. – С. 242–243.

ПРОГРАММА АДАПТАЦИИ ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

М.С. Бегун, Н.Н. Казаченок

Белорусско-Российский университет, kazachenok.nina@mail.ru

Рассматриваются проблемы обучения иностранных студентов в техническом вузе. Предлагается программа адаптации, ориентированная на студентов из Азии и Африки, недостаточно владеющих русским языком и технической терминологией.

Ключевые слова: обучение, иностранные студенты, языковые проблемы, культурные особенности, адаптация, русский язык.

Современный рынок высшего образования демонстрирует устойчивый рост и глобализацию, что приводит к увеличению числа иностранных студентов в университетах различных стран, включая Беларусь. Международная мобильность студентов становится важным фактором развития образовательных систем, способствуя обмену знаниями, научному сотрудничеству и укреплению позиций вузов в мировых рейтингах. Однако адаптация иностранных студентов в новой языковой и культурной среде остается серьезной проблемой, особенно если обучение ведется на неродном для них языке.

В Белорусско-Российском университете (БРУ), как техническом вузе, наблюдается рост числа студентов из стран Азии и Африки, для которых русский язык является барьером в освоении образовательных программ. Особые трудности вызывает изучение специализированной технической терминологии, без которой успешное обучение в инженерных и технологических дисциплинах становится невозможным. В этой связи

разработка эффективных методов обучения русскому языку как иностранному и программ адаптации приобретает стратегическую значимость.

Данный проект направлен на создание образовательной программы, позволяющей иностранным студентам овладеть русским языком, включая специализированную техническую лексику. Помимо языковой подготовки, проект предусматривает адаптационные мероприятия, знакомство с культурой, традициями и законодательством Беларуси, что позволит студентам быстрее интегрироваться в образовательную и социальную среду.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения качества обучения иностранных студентов и улучшения их академической успеваемости.

Проект «Адаптации для иностранных студентов, обучающихся в Белорусско-Российском университете» направлен на обучение иностранных студентов из стран Азии и Африки русскому языку на уровнях A1–B1 с углубленным изучением технической терминологии. Реализация программы обеспечит успешную интеграцию студентов в образовательный процесс, повысит их академическую успеваемость и ускорит адаптацию к жизни в Беларуси.

Проект рассчитан на 9 месяцев: 1 месяц подготовки и 8 месяцев обучения. В программе задействованы 8 преподавателей русского языка как иностранного, 1 администратор и 1 специалист по адаптации, который обучает студентов законодательству, культуре и особенностям жизни в Беларуси.

В отличие от стандартных языковых курсов, проект сочетает языковую подготовку и адаптацию к техническим дисциплинам. Это первый в БРУ системный подход к подготовке иностранных студентов, обеспечивающий:

- изучение технической терминологии,
- адаптацию к образовательной системе,
- знакомство с законодательством и культурой Беларуси,
- поддержку от специалистов по адаптации.

Кроме того, проект может стать основой для разработки сертификационных программ, расширения числа иностранных студентов и повышения конкурентоспособности БРУ среди технических вузов СНГ.

Проект решает ключевую проблему языкового барьера, улучшает качество обучения и интеграцию иностранных студентов, способствует развитию международного сотрудничества. Его успешная реализация обеспечит БРУ приток студентов, укрепит позиции в образовательном рынке и создаст перспективы для дальнейшего расширения.

Базой для реализации проекта выбран Белорусско-Российский университет.

Могилевский машиностроительный институт (ММИ) образован 1 сентября 1961г. 23 сентября 2003 года университет преобразован в государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». С этого момента начинается история создания уникального высшего образовательного учреждения, способного объединить лучшее в развитии национальных образовательных систем и

реализовать общие задачи, стоящие перед институтами образования на современном этапе.

В настоящее время Белорусско-Российский университет является межгосударственным образовательным учреждением высшего образования совместного ведения Республики Беларусь и Российской Федерации и имеет статус государственных университетов обеих стран. По белорусским образовательным программам за время существования вузом подготовлено более 50 тысяч специалистов технического и экономического профилей, по российским – более 1,5 тысячи специалистов и бакалавров.

Подготовка иностранных студентов началась в 1985 году. За последние 10 лет БРУ принимал студентов и магистрантов из Туркменистана, Узбекистана, Ирака, Сирии, Бангладеш, Камеруна, Коморских островов, Китая и других государств. В настоящее время обучается около 300 иностранных студентов.

Иностранные студенты играют важную роль в развитии университета как международного образовательного центра. В последние годы он привлекает все больше учащихся из стран Азии и Африки, что требует создания комфортных условий для их обучения и адаптации. Для этого необходимо расширение программ изучения русского языка, включая курсы технической терминологии, а также введение специализированных адаптационных мероприятий. Важным направлением является развитие наставничества, создание культурно-просветительских программ и улучшение условий проживания в общежитиях.

Проблемы обучения иностранных студентов:

1. Языковой барьер и начальная сложность освоения – студенты без базовых знаний русского могут испытывать трудности в начале обучения. Многие студенты хорошо владеют английским или французским языками. Их государства освободились от колониальной зависимости, но европейские языки до сих пор имеют статус государственных. Это значительно облегчает их коммуникацию с преподавателями БРУ. Студенты из Средней Азии, кроме своего родного языка могут владеть арабским или турецким, но не европейскими языками, что уже вызывает серьёзные проблемы.

2. Разные уровни языковой подготовки – участники курса могут иметь различный уровень владения языком, что усложнит групповые занятия.

3. Разный уровень подготовки по естественно-научным дисциплинам: математике, физике, химии, биологии, географии. Некоторые студенты недостаточно знакомы даже с особенностями родной страны. Например, на вопрос: «Какие вредные и опасные биологические объекты есть в Вашей стране?» студент смог ответить только: «тигр» и «змея». Студент из островного государства из чрезвычайных ситуаций в его стране назвал только войну. По-видимому, это действительно серьёзная трагедия его народа, которая перекрывает все остальные проблемы.

4. Культурные различия – возможны сложности адаптации студентов к белорусской культуре и образовательной системе, в общежитии.

5. Мотивация студентов – часть учащихся может испытывать недостаток мотивации к изучению языка, что потребует дополнительных методов вовлечения. Ряд студентов отказывается выполнять задания на практических и лабораторных работах, объясняя это плохим знанием русского языка. С другой стороны, очень часто студенты стараются помогать друг другу, переводить непонятное.

Для обучения иностранным студентам нужно изучить не только базовую лексику, но и специальную и техническую. Студенты обязательно будут изучать модуль «Русский язык для технических специальностей».

Проект по обучению и адаптации иностранных студентов в Белорусско-Российском университете (БРУ) можно рассматривать как систему оказания образовательных услуг. Его «продукт» – это сформированные у студентов языковые навыки и знания о стране пребывания, позволяющие им комфортно обучаться на русском языке, в том числе по техническим дисциплинам.

Для успешной реализации проекта важно учитывать этапы работы, кадровое обеспечение, материально-техническую базу и систему контроля качества.

Этапы работы:

1. Подготовительный этап (1 месяц)

На этом этапе создаются все необходимые условия для запуска программы.

- Разработка учебных материалов, включая базовые курсы русского языка (A1–B1) и техническую терминологию.

- Формирование методического плана и расписания занятий.

- Подбор и подготовка преподавателей русского языка как иностранного (8 человек) и администратора проекта.

- Разработка адаптационного курса по культуре, законодательству и жизни в Беларуси.

- Организация учебных помещений, закупка необходимых учебных пособий, технического оборудования (при необходимости).

- Проведение информационной кампании среди студентов, формирование учебных групп (по уровню владения языком).

2. Основной этап (8 месяцев — обучение и адаптация студентов)

Этот этап является ключевым в реализации проекта, включает обучение студентов и их интеграцию в образовательную среду.

- Проведение занятий по русскому языку (по уровням A1–B1) и техническому русскому.

- Введение дополнительных адаптационных мероприятий: лекции по культуре Беларуси, помощь в бытовых вопросах, работа с кураторами.

- Мониторинг прогресса студентов, регулярные тестирования и корректировка программ.

- Поддержка студентов через консультации, практические занятия и внеклассные мероприятия.

- Обратная связь с участниками программы для выявления сложностей и внесения улучшений в процесс обучения.

3. Заключительный этап (оценка результатов, отчетность, подготовка к следующему циклу)

После завершения курса необходимо подвести итоги и оценить эффективность программы.

- Проведение итогового тестирования студентов (оценка уровня языка).
- Подготовка отчетов по эффективности программы (количество студентов, достигших целевых уровней).
- Анкетирование студентов для сбора отзывов и предложений по улучшению.
- Корректировка учебного плана и методики на основе собранных данных.
- Подготовка предложений по дальнейшему развитию проекта и его возможному расширению.

Основные задачи:

- Разработка и адаптация учебных программ под разные уровни владения языком (A1, A2, B1)
- Создание специализированного курса «Технический русский язык» с учетом профиля вуза
- Подготовка и закупка учебных материалов (печатных и цифровых)
- Организация учебных помещений, оснащение их техникой
- Подготовка преподавателей к специфике работы с технической терминологией

Программа может применяться в подготовительных отделениях университета, международном отделе, а также как дополнительный курс в рамках основной учебной программы.

Конкуренция на рынке языкового образования в Беларуси представлена несколькими группами:

1. Другие университеты с подготовительными курсами – например, БГУ, БНТУ, ГрГУ и другие ведущие вузы предлагают аналогичные программы. Однако уникальность проекта в его адаптации к специфике студентов из Азии и Африки, что снижает уровень конкуренции.

2. Частные языковые школы – предлагают коммерческие курсы, но не обеспечивают полного академического погружения. Стоимость их программ часто выше, что делает их менее доступными для студентов вузов.

3. Онлайн-ресурсы и приложения (Duolingo, Skyeng, Preply) – они предоставляют возможность изучения языка дистанционно, но не заменяют очного обучения и интеграции в академическую среду.

Для успешного продвижения проекта важно правильно позиционировать его, подчеркнув ключевые преимущества. Это не просто курс русского языка, а полноценная интеграционная программа, включающая адаптацию к технической терминологии, погружение в языковую среду, поддержку опытных преподавателей и дополнительные материалы для закрепления знаний. Благодаря этому студенты смогут не только преодолеть языковой барьер, но и успешно учиться в техническом вузе.

Таким образом, проект обладает сильными конкурентными преимуществами за счет своей вузовской интеграции, адаптации под студентов из конкретных регионов и комплексного подхода, включающего языковую и культурную подготовку.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РАЗВИТИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

А.В. Дорощенко, В.Ф. Писаренко, И.П. Казюко, И.Н. Кузменко
Белорусско-Российский университет, fisbru@tut.by

В статье рассмотрены вопросы первостепенной важности современного общества и охраны окружающей среды. Они связаны с необходимостью обеспечения экологической безопасности и комфорта в городской среде.

Ключевые слова: экология, загрязнение окружающей среды, экологический гуманизм, экологические проблемы, комфортная городская среда

Центральное место в развитии современного общества сегодня занимает экологический аспект. Экологический гуманизм основан на культуре высокого потребления, уважении к природным ресурсам и нацелен на долгосрочное развитие общества [1].

Эпоха строительства и модернизации городов совпала с бурным развитием промышленного производства. В Республике Беларусь современные города и мегаполисы быстро адаптироваться к переменам прогресса и стали технологически продвинутыми и мобильными. Но большинство предприятий в городах остаются устаревшими, которые не соблюдают экологические нормы и могут наносить значительный вред окружающей среде. В связи с этим, возрастает внимания общественности, научного сообщества, международных и национальных организаций к экологическому и правовому образованию руководителей и специалистов предприятий и организаций в сфере охраны окружающей среды. В современном контексте экологическое образование должно охватить не только структуру и механизмы управления окружающей средой, но и социальные, экономические и другие аспекты ее влияния на хозяйствующие субъекты. Такой подход позволит подготовить квалифицированных руководителей и других лиц, ответственных за принятие решений и рассматривается как ключевой долгосрочный фактор для разумного и ответственного использования природных ресурсов.

Городские власти проводят большую работу по обеспечению безопасности окружающей среды, устанавливают тарифы за загрязнение окружающей среды и принимают инновационные решения в области транспорта.

Одним из приоритетных направлений является отдельный сбор мусора и отказ от пластмасс. Такая практика помогает уменьшить количество отходов, попадающих на свалки, предотвращает загрязнение почвы, воды и воздуха вредными веществами, а также дает возможность повторно использовать ценные материалы, сокращая потребность в добыче нового сырья. Отдельный сбор мусора и отказ от пластмасс применяются во всех населенных пунктах Беларуси.

Первоочередными и актуальными остаются вопросы выбросов, образования отходов и предотвращения деградации экосистем из-за изменения климата. Решению этих проблем может способствовать внедрение концепции зеленой экономики, разработанной службой охраны окружающей среды для обеспечения экологически устойчивого развития, рационального и рачительного использования природных ресурсов, сохранения природного капитала и формирования глобальной экологической безопасности.

Существует пять форм экологической безопасности.

Первая форма – экологическая безопасность как социальная цель. Она соответствует целям устойчивого развития.

Вторая форма – экологическая безопасность как социальная норма. Она выступает в качестве социальной ценности, интегрированной в массовое сознание.

Третья форма – экологическая безопасность как состояние социальных, техногенных и природных систем. В этом понимании экологическая безопасность носит системный характер.

Четвертая форма – экологическая безопасность как социальная система.

Пятая – экологическая безопасность как институциональная форма. Это состояние общественных отношений в области охраны окружающей среды и природопользования. Оно выражается в политической и правовой защите интересов общества и государства от негативных воздействий, представляющих реальную угрозу здоровью человека и функционированию экосистемы и предполагает качественно новую стратегию государственно-правового регулирования.

Экологическая безопасность охватывает многие сферы услуг, промышленности, коммунального и сельского хозяйства и области международных отношений.

Рассмотрим способы обеспечения экологически безопасного процесса производства, хранения, транспортировки и утилизации продукции:

- применения методов и технологий, которые позволяют минимизировать уровни негативного воздействия на окружающую среду (очистки выбросов, технологий утилизации образующихся отходов, сбросов загрязняющих веществ);

- применение технологических процессов, обеспечивающих предотвращение возникновения аварийных ситуаций, недопущение негативного воздействия на окружающую среду выше установленных уровней, включая безопасность персонала; использование машин и оборудования с конструктивными характеристиками;

– проведения оценки воздействия на окружающую среду с учетом требований экологической безопасности в результате которой может быть оказано негативное воздействие на экологию.

Основные виды экологических проблем во всем мире одинаковы: техногенные аварии, биологическое загрязнение; природные катастрофы, загрязнения окружающей среды особо опасными веществами; пожары; радиоактивные загрязнения; загрязнение воздуха; сохранение растительного и животного мира; охраны и использования земельных ресурсов; охраны водных ресурсов; охраны воздушной среды, формирования системы особо охраняемых природных территорий [2].

Главными источниками экологического загрязнения выступают заводы химической промышленности, машиностроительного комплекса, металлургии. Они создают дискомфортную обстановку городов и поселков с точки зрения загрязнения воздушной среды, выбросами автотранспорта и промышленных предприятий. Поэтому регулирование вопросов экологической безопасности становится приоритетной задачей республиканских, областных, городских и органов местного самоуправления.

Современные экологические проблемы требуют срочного перехода человека от идеи управления природой к идее "партнерства" с природой. Необходимо не только брать у природы, но и отдавать ей (сажать леса, разводить рыбу, организовывать национальные парки, заповедники).

Экологическое образование – это непрерывный процесс обучения и самосовершенствования, который помогает человеку сформировать экологические ценности, нормы поведения и получить необходимые знания. Это позволяет принимать экологически обоснованные решения и вести деятельность, направленную на сохранение окружающей среды.

Современное экологическое образование должно быть приоритетным во всех учебных заведениях начиная с детского сада, организациях и предприятиях, воспитание бережного отношения к природе должно быть поставлено на государственный уровень [3]. Оно должно стремиться воспитать у людей ответственное отношение к природе. Это предполагает развитие нового, экологически ориентированного мышления, основанного на принципах рационального природопользования и концепции устойчивого развития. Цель которого побудить людей активно участвовать в охране, защите и восстановлении природных ресурсов. Важно формировать единое понимание проблем охраны природы и экологической безопасности.

Подводя итог можно сделать два простых вывода: глобальные проблемы затрагивают настоящие и будущие интересы всего человечества и требуют неотложного разрешения.

В настоящее время глобальность экологических проблем требует от человека новой формы самосознания, то есть экологической осведомленности. Это означает, прежде всего, что человек должен осознать себя как единое целое в своем отношении к природе. И важнейшим условием поддержания равновесия и гармонии с природой является рациональное сосуществование

людей и природы. Для решения этих проблем необходимо объединить усилия всего человечества.

Библиографический список

1. Иванов, Е.С. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов / Е. С. Иванов, Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов, А. В. Барановский, Э.А. Блинова // Рязань, 2019. 308с.
2. Ильинский, А. В. Экологические основы природопользования / А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, Д. В. Данчеев // Рязань, 2017. 128с.
3. Хотунцев, Ю. Л. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие: учебник для студентов, обучающихся по специальности безопасность жизнедеятельности. Издательство: Академия, 2004 г.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОФОРИЕНТАЦИИ И ВЫЯВЛЕНИЯ СКЛОННОСТЕЙ АБИТУРИЕНТОВ

*Н.А. Клебанова, А.В. Клебанов, В.А. Лысова
Могилёвский государственный университет
имени А.А. Кулешова, avklebanov@yandex.by*

В статье приводится опыт проведения экологических олимпиад среди учащихся учреждений общего среднего образования. Рассмотрены основные цели и проблемное поле олимпиады, анализ результатов, трудности, с которыми сталкиваются школьники, основные направления химических заданий экологической направленности.

Ключевые слова: экологическая олимпиада, междисциплинарный характер, профориентация, химическая наука, задачи.

Общество сталкивается с множеством экологических проблем различного масштаба: от изменения климата и загрязнения окружающей среды, до сокращения биоразнообразия и истощения природных ресурсов. Для решения этих проблем необходимо формирование у школьников системного экологического мировоззрения, а именно: экологической культуры, ответственности за свои действия, а также знаний в области экологии. Важную роль в этом процессе играет система экологического образования и воспитания, которая реализуется не только через учебные предметы, но и посредством внеурочной деятельности, конкурсов и олимпиад.

Экологическая олимпиада для учащихся учреждений общего среднего образования позволяет выявить одарённых и мотивированных учеников, стимулирует интерес к экологии, формирует у участников компетенции, необходимые в жизни и профессиональной деятельности.

На факультете математики и естествознания учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова» ежегодно проводится региональная межпредметная олимпиада «Экологические игры» среди школьных команд учащихся 7–11 классов.

Основные цели олимпиады:

1. Образовательная цель – углубление знаний учащихся в области экологии, биологии, географии, химии и смежных наук.
2. Развивающая цель – формирование критического мышления, способности анализировать и решать нестандартные экологические задачи.
3. Воспитательная цель – развитие у школьников чувства ответственности за состояние окружающей среды, формирование экологической культуры и нравственных ценностей.
4. Социальная цель – создание условий для общения и сотрудничества обмена знаниями, формирование умения работать в команде, поддерживать конструктивный диалог.

Экологическая проблематика по своей природе комплексна: одна наука не может дать ответы на все вопросы взаимодействия организма с окружающей средой. Поэтому олимпиада по экологии объединяет в себе широкий спектр знаний и позволяет школьникам проявить себя в разных областях науки:

Биология – изучение экосистем, видовое разнообразие, охрана животных и растений, экология человека.

География – понимание природных процессов, картографический анализ, оценка природных ресурсов.

Химия – исследование состава воздуха, воды, почвы, загрязняющих веществ и их влияния на живые организмы.

Таким образом, олимпиада становится инструментом интеграции разных дисциплин, что соответствует современным образовательным тенденциям.

Анализ результатов экологической олимпиады показывает, что школьники сталкиваются с рядом сложностей:

1. Междисциплинарный характер заданий олимпиады. В рамках школьного обучения дисциплины изучаются разрозненно, а на олимпиаде требуется интегрировать знания из разных предметов. Иногда ученик хорошо разбирается в биологии, но слабо ориентируется в химических терминах, что осложняет понимание условий задания.

2. Недостаток практического применения знаний. Многие школьники теоретически знают законы биологии или химические реакции, но затрудняются применить их при анализе экологических ситуаций (например, при расчёте загрязнения воздуха или воды).

3. Трудности в работе с большими массивами информации. Междисциплинарные задачи часто предполагают анализ статистических данных, таблиц, карт и графиков, что требует развитых навыков аналитического мышления.

4. Навыки командной работы. На олимпиаде учащиеся должны работать в группах. Недостаток опыта совместной деятельности может привести к трудностям в распределении ролей и поиска оптимального решения.

Участие в олимпиаде по экологии имеет большое значение для профессионального самоопределения школьников и работы вузов с абитуриентами. Экологическая олимпиада играет роль своеобразного моста между школой и высшим образованием [1]. Для школьников олимпиада помогает понять, действительно ли им интересна наука, связанная с экологией, химией, биологией или географией. Для университета олимпиада является эффективным инструментом отбора мотивированных абитуриентов и будущей их профилизации, так как оценивается не только общий результат, но и успешность в выполнении заданий по отдельным направлениям экологической науки.

Например, чтобы выявить будущих «химиков», экологическая олимпиада должна включать расчётные задачи экологической направленности по основным разделам химической науки.

1. Законы сохранения массы и энергии:

Определение концентрации веществ в воде, почве, воздухе по экспериментальным данным.

Расчёт ПДК (предельно допустимой концентрации) и сравнение с нормативами.

Составление уравнений реакций разложения токсичных соединений (например, нитратов, пестицидов).

2. Кислотно-основные взаимодействия:

Задачи на расчёт pH природных вод (с учётом растворённых солей, углекислого газа).

Анализ кислотных дождей: происхождение, химические реакции нейтрализации.

Влияние изменения кислотности почв на растения.

3. Окислительно-восстановительные процессы:

Задачи по определению окислителя и восстановителя в реакциях, связанных с самоочищением воды или образованием фотохимического смога.

Расчёты, связанные с коррозией металлов и её предотвращением.

Анализ реакции разложения озона в атмосфере и катализаторов этого процесса.

4. Химическая термодинамика и кинетика:

Задачи о скорости разложения отходов в разных условиях (температура, катализ).

Тепловой эффект реакций горения топлива и расчёт выбросов CO₂.

Сравнение эффективности разных технологий очистки газов и стоков.

5. Органическая химия и экология:

Анализ строения и свойств пестицидов, нефтепродуктов, пластиков.

Задачи на биоразлагаемость органических соединений.

Химические основы переработки отходов (полимеры, органические красители и др.).

6. Коллоидная химия и методы очистки:

Принципы коагуляции и флотации при очистке воды.

Роль адсорбентов (например, активированного угля) в поглощении загрязнителей.

Экологические применения наночастиц и катализаторов.

Таким образом, университет получает возможность выявить сильные стороны и склонности будущих студентов, развивать их интерес к науке и вовлекать в научные проекты.

Экологическая олимпиада для школьников – это не просто интеллектуальное соревнование, а комплексная форма образования и воспитания, соединяющая обучение, исследование, воспитание и профессиональное самоопределение.

Библиографический список

1. Клебанова, Н. А. Формирование экологического мировоззрения при преподавании химических дисциплин для студентов педагогических специальностей / Н. А. Клебанова, А. В. Клебанов // Экологическая неделя БРУ – СПбПУ : сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, 10–13 октября 2023 г. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 219-223.

ЭКОЛОГИЯ МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Е.А. Копылова

Белорусско-Российский университет, fisbru@tut.by

В статье предоставлены результаты анализа современных теоретических подходов к изучению межличностных отношений студентов. Полученные результаты позволяют определить основные условия и факторы, способствующие созданию благоприятной экологической среды для межличностного взаимодействия, а также выявить проблемы и пути их решения.

Ключевые слова: экология межличностных отношений, образовательная среда, коммуникация, студенты.

В современном обществе все более актуальной становится проблема формирования и поддержания здоровых межличностных отношений в студенческом коллективе. В условиях социальной нестабильности меняются формы взаимодействия и взаимоотношений молодых людей: от взаимопомощи к разобщенности. Высокая конкуренция на рынке труда и требования к личностным качествам, включая навыки soft-skills, вызывают напряжение в общении студентов [1].

Экология межличностных отношений – это система взаимосвязей, которая обеспечивает гармоничное взаимодействие между людьми, способствует развитию доверия, уважения и взаимопонимания. В условиях быстрого темпа жизни, информационных технологий и социальных изменений важность экологичного общения приобретает особое значение, особенно в контексте образовательной деятельности.

Образование студентов играет ключевую роль в формировании их личностных качеств, коммуникативных навыков и способности к конструктивному взаимодействию с окружающими. Именно в студенческом возрасте закладываются основы межличностных отношений, которые могут оказывать влияние на их профессиональную деятельность и личную жизнь.

Цель работы – проанализировать особенности экологии межличностных отношений среди студентов, выявить основные факторы, влияющие на их формирование и развитие.

Межличностные отношения в университете являются неотъемлемой частью учебного процесса и студенческой жизни, обеспечивая взаимодействие, сотрудничество и развитие всех участников образовательного процесса.

Такие отношения оказывают существенное влияние на психологическое состояние, учебную мотивацию и социальную адаптацию студентов. Согласно современным исследованиям, особенности межличностных отношений в студенческой среде определяются как личностными характеристиками участников, так и условиями образовательной среды [2].

Особенности экологии межличностных отношений характеризуются высокой динамичностью и многообразием форм взаимодействия: от дружеских связей в студенческих группах до конфликтных ситуаций и конкуренции.

Важным аспектом является уровень эмпатии, коммуникативных навыков и толерантности, которые способствуют формированию позитивной атмосферы в студенческом коллективе.

Эмпатия – это способность чувствовать и понимать эмоции других людей. Она служит катализатором для глубоких межличностных связей и играет ключевую роль в формировании доверия, взаимопонимания и сотрудничества.

Эффективная коммуникация – это основа экологии межличностных отношений. Умение четко выражать свои мысли влияет на качество общения. Неверное понимание или недосказанность могут привести к недоразумению или конфликтам. Коммуникация может быть как формальной, так и неформальной, включать в себя обмен информацией, опытом, знаниями и эмоциями.

Существуют вербальные и невербальные способы коммуникации. Открытое и честное общение является основой для доверия и уважения.

Невербальная коммуникация включает в себя жесты, мимику, позу, интонацию, взгляд, а также пространственное расположение и другие визуальные, акустические и тактильные проявления [3]. Невербальное

общение часто дополняет или даже заменяет вербальное, передавая информацию об эмоциях, отношении и намерениях. Эти параметры часто могут оказаться более важными, чем сказанные слова, поскольку они отображают истинные чувства и желания собеседника.

Коммуникативная толерантность в межличностных отношениях – это способность человека проявлять уважение и понимание к другим, несмотря на различия во взглядах, убеждениях, культурных особенностях и образе жизни.

Это активная нравственная позиция, направленная на поддержание позитивного взаимодействия и взаимопонимания, отказ от любых форм насилия, дискриминации и принуждения.

На практике выявляются такие проблемы, как недоверие, недопонимание, конфликты из-за различий в ценностях или стилях коммуникации.

Конфликты – неизбежная часть межличностных отношений. Особенно ярко они обостряются при адаптации к новым условиям университетской жизни. Конфликты затрагивают учебу, межличностные отношения, дисциплину и стрессовые ситуации. Большинство реакций студентов на конфликты лишь усугубляют ситуацию [4]. Недостаток навыков конструктивного разрешения конфликтов и низкий уровень эмпатии могут ухудшать качество отношений.

Изучение межличностных отношений в студенческой среде – ключ к решению этой проблемы. В сложных ситуациях толерантность помогает находить конструктивные решения и компромиссы, избегая конфликтов.

К основным факторам, влияющим на формирование и развитие межличностных отношений, относятся: личностные особенности студентов (тип личности, уровень эмоционального интеллекта, состоятельность и ответственность, целеустремленность и мотивация, адаптивность и гибкость, коммуникабельность и социальная активность, креативность и инновационность, склонность к творческому мышлению, поиску новых решений и подходов, устойчивость к стрессу, способность справляться с учебными нагрузками, экзаменационным стрессом и другими вызовами, самооценка и уверенность в себе, уровень самоуважения и вера в свои способности); социально-психологический климат в учебном коллективе; качество преподавания и организационные условия обучения; влияние семейного окружения и культурных традиций; возможности для совместной деятельности и участия во внеучебных мероприятиях.

Для улучшения межличностных отношений среди студентов рекомендуется: внедрение программ развития коммуникативных навыков и эмоционального интеллекта, формирование позитивного психологического климата через организацию совместных мероприятий, обучение навыкам конструктивного разрешения конфликтов, создание условий для активного участия студентов в жизни университета, использование современных технологий для поддержки коммуникации и обмена опытом.

Общество находится на пороге новых возможностей, требующих развития взаимопонимания и принятия друг друга. Экология межличностных

отношений становится ключевым аспектом нашего существования, определяющим качество взаимодействий и гармонию в обществе.

Анализ особенностей межличностных отношений среди студентов показывает их многогранность и важность для успешной социализации и учебной деятельности. Личностные характеристики студентов, условия образовательной среды и внешние факторы оказывают значительное влияние на качество взаимодействий. Понимание этих факторов позволяет разрабатывать эффективные стратегии для укрепления межличностных связей, создания благоприятной психологической атмосферы и развития гармоничных отношений между студентами. В результате это способствует формированию устойчивого и позитивного социального пространства, необходимого для личностного роста и успешного обучения.

Библиографический список

1. Копылова Е. А. Значение soft-skills в оценке работодателем компетенции выпускников вузов технического профиля при трудоустройстве / Е. А. Копылова // VII Международной научно-методической конференции «Проблемы современного образования в техническом вузе», Гомель, 21–22 окт. 2021 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – С. 139-140.
2. Изучение межличностных отношений в студенческой группе / А. В. Малышев, В. И. Шарагин, А. В. Романова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2023. – №3(217). – С. 294–298. – DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.03. P. 294–298.
3. Гаргун А. А. Невербальная коммуникация и ее роль в общении людей [Электронный ресурс]. А. А. Gargun Neverbal'naya kommunikatsiya i yeye rol v chelovecheskom obshchestve – 2017. PDF: <https://elib.bsu.by> (дата обращения: 19.08.2025).
4. Рыжов Б. С. Причины и содержание межличностных конфликтов у студентов младших курсов вузов // Вестник Екатеринбургского института – М.: Национальный Институт им. Екатерины Великой, 2015. – №1. – С. 95-99.

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ТВОРЧЕСКОГО ЭКОПРОСВЕТИТЕЛЬСКОГО МЕРОПРИЯТИЯ «МАСТЕР-КЛАСС ПО СУХОМУ ВАЛЯНИЮ «ДЕНЬ АРКТИКИ»

Г.Т. Поддубский, Н.А. Гнездова

*Российский государственный гидрометеорологический университет
n.gnezdova@eco.rshu.ru*

В статье представлены итоги проведения авторами серии экопросветительских мастер-классов по сухому валянию, посвященных эндемикам Арктического региона. Результаты опроса школьников и студентов

до и после участия в мероприятии показали хороший уровень усвоения новых знаний из области общей экологии на занятиях, проведенных в таком формате.

Ключевые слова: мастер-класс, сухое валяние, экологическое просвещение, Арктические экосистемы, событийная среда учащихся.

Целью организованного авторами мероприятия «Мастер-класс по сухому валянию «День Арктики» являлось рассказать о хрупкости экосистемы Арктики и о не всегда заметной для общества экологической роли леммингов и шмелей, эндемиков Крайнего Севера, поддерживающих существование полярных экосистем. Ряд авторов уже поднимал тему широких возможностей творческого подхода в экологическом образовании [1, 2], и в данном случае он видится особенно актуальным. Выбор животных для валяния не был случаен – они являются узнаваемыми визитными карточками природы севера, имеют шубку, благодаря чему их фигурки из шерсти привлекательны не только для поклонников валянной игрушки, но и для ценителей биологической точности. С точки же зрения создания связи между мировоззрением обучающихся и практическим применением экологических знаний, что является важной составляющей экологического просвещения [2], пример леммингов и шмелей даёт участникам мастер-класса возможность заметить их фундаментальную роль в экосистеме и ответственность человека за минимизацию антропогенного воздействия на экосистемы в самых ее основах.

Задачи мероприятия:

1. Экопросветительская. Россия делает все большие шаги в освоении Крайнего Севера, и, вторгаясь в наименее затронутую человеком экосистему Арктики, нам стоит заранее понимать хрупкие экологические связи, существующие в природе северных краев. Лемминги составляют основу пищевой пирамиды севера, поэтому, в условиях меняющейся планеты и ее климата, к ним необходимо привлекать внимание общества. Шмели являются одними из нескольких малочисленных опылителей цветковых растений Арктики, и сохранение цветущих полей севера для будущих поколений значит и сохранение шмелей, популяции более южных собратьев которых сильно пострадали от сокращения площади естественных лугов и использования пестицидов человеком. Важно с ранних лет прививать молодежи стремление развивать свою страну без ущерба ее природному богатству, и этот проект направлен на снижение экологической безграмотности населения, предотвращение необдуманных шагов в освоении Арктики в будущем. В дополнение, при изготовлении крыльев шмелей поднимается повестка о необходимости вторичного использования пластика, вследствие чего крылья делаются из вторсырья в виде использованных ПЭТ бутылок.

2. Рефлексивная. Валяние иголкой фигурок животных заставляет провести аналогию между отношениями «валяльщик–игрушка» и «человек–природа»: человек часто думает, что управляет природой, как валяльщик управляет формой шерсти с помощью иглы, но стоит человеку ошибиться – и в обоих случаях он получит болезненный укол. Валяльщик должен полностью

сконцентрироваться на создаваемой игрушке, что наводит на размышления о форме и сути ее прообраза.

3. Рекреационная и творческая. Школьная и студенческая жизнь требует больших психологических ресурсов, и творчество – признанный способ восполнить их. В рамках данного проекта снижается острота проблемы нервного перенапряжения, осуществляющаяся за счет двух факторов: 1) реализация творческого потенциала участников, 2) соприкосновение их с природой за счет тематики мастер-класса.

Предварительный опрос 77 студентов показал, что большинство (57,1%) хочет посетить мастер-класс, что свидетельствует о востребованности подобных мероприятий творческой направленности в событийной среде студентов. При ответе на вопрос со множественными вариантами ответа о наиболее важной составляющей подобных мастер-классов, было получено распределение голосов, отраженное на гистограмме ниже (Рис. 1).

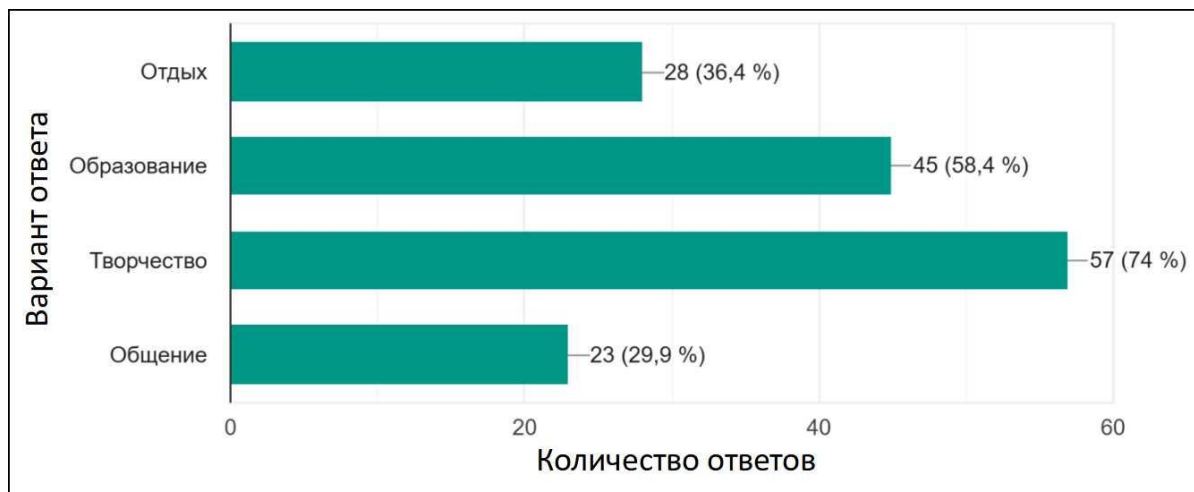


Рис. 1. Гистограмма-сводка ответов студентов к вопросу в анкете «Что для Вас мастер-класс?» с множественным вариантом ответа

По результатам того же опроса был выявлен средний уровень знаний студентов в области биоэкологии леммингов и крайне низкий уровень осведомленности о роли шмелей в Арктических экосистемах. Показательным является факт того, что только 2,6 % опрошенных смогли выбрать все изображения лемминга из 9 предложенных (Рис. 2), при этом многие опрошенные принимали за лемминга сурка и мышь, но не бобра (Рис. 3). 41,8 % опрошенных, которые дали частичные правильные ответы, отметили только те фотографии, на которых узнали норвежского лемминга – самого известного представителя рода, – в предупредительной стойке на фотографии №1, с видимым характерным окрасом и формой тела на фотографии №7. Также, 16 из 77 (20,7 %) респондентов считали, что встреча с леммингом не представляет никакой опасности для человека, что не соответствует действительности.



Рис. 2. Иллюстрация к вопросу в анкете «Под какой картинкой лемминг?» с множественным вариантом ответа

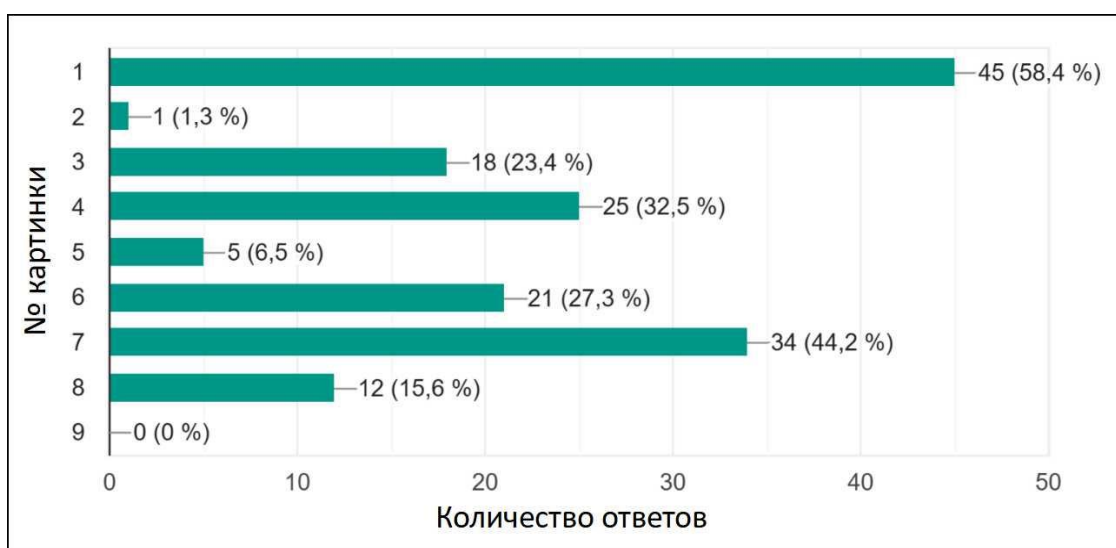


Рис. 3. Гистограмма-сводка ответов студентов к вопросу в анкете «Под какой картинкой лемминг?» с множественным вариантом ответа. Номера фотографий, на которых изображены лемминги: 1, 4, 6, 7, 8.

Были проведены два пробных мастер-класса: для студенческого биологического отряда «Новая Земля» и Кружка юных зоологов при Ленинградском зоопарке («КЮЗ»). В общей сложности, в мероприятиях приняло участие 15 человек, включая студентов, школьников и преподавателей дополнительного образования. В начале мастер-класса проводилось обсуждение с участниками живых прототипов фигурок, которые

предстояло свалить, иллюстрируемое фотовыставкой с информацией о внешнем виде, образе жизни и экологических связях этих обитателей Арктики. Для наглядности участникам были предоставлены образцы готовых игрушек (Рис. 4). Далее проводился инструктаж по технике безопасности при работе с иглами для валяния, объяснение хода работы по брошюрам, в которых были изложены и проиллюстрированы особенности процесса сухого валяния и этапы изготовления игрушки. В процессе непосредственной работы над фигурками все иллюстративные материалы находились в свободном доступе участников.



Рис. 4. Образцы, подготовленные авторами к проведению мастер-класса.
Слева: норвежский лемминг, справа: шмель

У каждого участника мероприятия получилось свалить уникальную игрушку, которая будет напоминать о приобретенных на мастер-классе знаниях и вызывать положительный эмоциональный отклик по отношению как к природе, так и к процессу получения знаний о ней. По результатам контрольного опроса, проведенного для оценки эффективности экологического просвещения среди участников мастер-классов, был выявлен высокий уровень их остаточных знаний по тематике мастер-классов. В случае студентов, проходивших опрос вторично, наблюдалась положительная динамика этого уровня. Преподаватели дополнительного образования «КЮЗ» также отметили эффективность мероприятия во всех указанных выше функциях.

Практическим долгосрочным итогом подготовки серии экспериментальных мастер-классов стала группа (одноименная с проектом) в социальной сети «ВКонтакте» [3], где можно скачать материалы для самостоятельного проведения мастер-класса. Первостепенной задачей группы является открытие свободного доступа к пособиям объединений дополнительного и экологического образования Крайнего Севера России без необходимости заказывать все материалы из Центрального региона страны, так как именно на Севере особенно важно привить учащимся бережное и

ответственное отношение к природе Арктики. Также в группе можно увидеть фотографии с проведенных мастер-классов.

Библиографический список

1. Пудовкина Н. В. Воспитание экологической культуры во внеурочной деятельности учащихся. Самарская государственная с/х академия, 2007. 162 с.
2. Инновационные подходы и педагогическое творчество как условие достижения целей устойчивого развития в экологическом образовании // Электронная библиотека БГУ [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/303942> (дата обращения: 22.09.2025).
3. Группа мероприятия в социальной сети ВКонтакте «Мастер-класс по сухому валянию «День Арктики» [Электронный ресурс]. – URL: https://vk.com/mk_felting_day_of_arctic (дата обращения: 21.09.2025).

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ АСПИРАНТОВ, СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА

***О.А. Шанова¹, А.В. Епифанов², И.А. Шишкин³,
А.И. Кушнеров⁴, М.С. Строганова⁵***

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна, ¹oshanova@gmail.com, ²epifandr@yandex.ru,
³_ilya@mail.ru, ⁴kushnerov.a.i@yandex.ru, ⁵masha199407@list.ru*

Показана система экологической подготовки и экологического образования аспирантов студентов и школьников в высшей школе технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

Ключевые слова: экологическое образование, *БИОС-форум*, *Биос-школы*

На кафедре охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов (ООС и РИПР) высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (ВШТЭ СПбГУПТД) проводится обучение аспирантов, магистров и бакалавров по экологическим направлениям подготовки.

Бакалавры обучаются по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Магистры обучаются по направлениям 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»; 20.04.01 «Техносферная безопасность», профиль «Защита окружающей среды территориально-производственных комплексов».

На кафедре реализуются программы обучения в аспирантуре по научным специальностям 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнологии», 1.5.15 «Экология», 4.3.4 «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Система подготовки аспирантов, магистрантов и бакалавров на кафедре построена на единстве экологии, санитарной охраны окружающей среды, инженерно-технических методов охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов на основе принципов энерго и ресурсосбережения. За последние годы значительно обновлена лабораторная база, созданы программные продукты, в том числе для прогнозирования контроля процессов в сфере экологической безопасности.

Кафедра выполняет НИР по природоохранной тематике, многие работы финансируются грантами РФФИ, Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга, Минобрнауки РФ, хоздоговорами. Приоритеты на научные разработки за последнее десятилетие подтверждены патентами и авторскими свидетельствами. В научной работе принимают участие студенты, аспиранты, ежегодно проводятся международные и всероссийские конференции, преподаватели являются экспертами программы Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере «УМНИК».

Преподаватели принимают активное участие в экологических проектах различного уровня, среди которых – Кубок экологических кейсов ECO Solution Cup, «Чистый берег», БИОС-форум, и др.

Научно — педагогические достижения сотрудников кафедры отмечены дипломами и грамотами Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга, Управления Росприроднадзора по СЗФО, Экологического фонда им. В. И. Вернадского.

Ежегодно по всем формам обучения кафедра выпускает более 50 бакалавров и магистров. Высокий научно-педагогический потенциал кафедры, в составе которой 5 докторов и 23 кандидата наук, развитая лабораторная база обеспечивают обучающимся качественную подготовку, возможность трудоустройства и карьерного роста в экологических службах и органах власти природоохранной направленности, в научно-исследовательских и проектных организациях.

На базе ВШТЭ СПбГУПТД с 1992 года функционирует Межрегиональный экологический клуб аспирантов студентов и школьников Балтийско-Ладожского региона (МЭК АСиШ БЛР).

Особенность клуба заключается в преемственности экологических образовательных программ среднего, дополнительного и высшего

профессионального образования по специализированной научной подготовке по приоритетным научным направлениям развития научно-технологического комплексов России: «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения» и «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». В рамках проекта реализуется возможность совместного участия в программе как школьников из различных региональных центров, так и студентов, магистрантов и аспирантов, а также в качестве экспертов и лекторов молодых ученых и профессоров из университетов.

Биос-клубом проводятся ежегодные Международные Биос-форумы и молодежные Биос-олимпиады (рис. 1 и 2), которые включают:

- Международную научную конференцию;
- Научно-исследовательский конкурс по 16 научным направлениям;
- Творческий конкурс по художественному и цифровому направлениям;
- Лично-командный конкурс на лучшее знание методов исследования окружающей среды;
- Художественно-музыкальный фестиваль "Экология и биокультура в третьем тысячелетии".



Рис. 1. Обсуждение результатов научных работ, представленных на Научной конференции 2018 с участниками из Сербии в СПб НЦ РАН

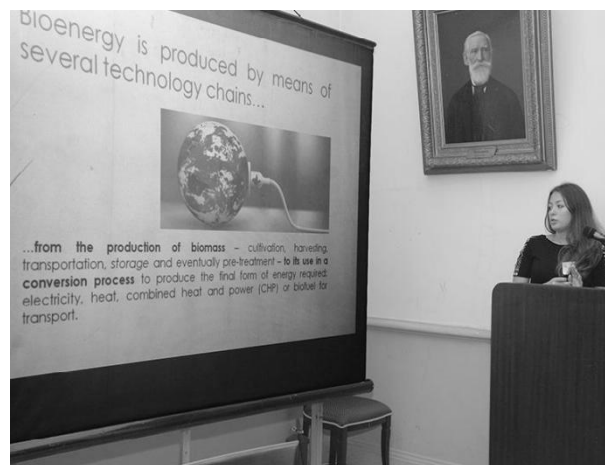


Рис. 2. Выступление преподавателя кафедры ООС и РИПР Строгановой М.С. на Научной конференции в СПб НЦ РАН с докладом на английском языке

В научно-исследовательском конкурсе могут принять участие представители образовательных организаций Российской Федерации и зарубежных стран по следующим направлениям: инновационные исследования в области био-окружающей среды; экологическая оценка состояния окружающей среды (вода, воздух, почва); экология, биология и охрана флоры; экология, биология и охрана фауны; промышленная экология и техносферная безопасность; медицинские и социальные проблемы экологии и

человека; очистка сточных вод на основе инновационных подходов; биотехнология; краеведение; социальный экотуризм; экологическая безопасность рекреационных зон; экологическое просвещение и био-культура; безопасность пищевых продуктов; экологические инновации; математика, информатика и компьютерная графика в экологии; Арктика как объект исследования.

Основными направлениями творческого конкурса являются живопись и графика «Экология и искусство», работы из природных материалов, работы из вторичных материалов «Вторая жизнь ненужных вещей», «Арт-объект в технике джанк-арт», фотоработы «Мир человека и природы в моём объективе», традиционные ремесла «Традиции моего края», художественное слово «Экологическая культура в произведениях русских и зарубежных классиков», стихотворения, проза, сочинения и другие. В этом году в честь года «Педагога и наставника» появилась возрастная категория «Профессионалы» для руководителей и преподавателей учебных заведений.

В рамках Биос-олимпиады также проводится лично-командный конкурс по станциям: экологический мониторинг; химия окружающей среды; общая экология; рациональное использование природных ресурсов; социальная экология; инструментальные методы исследования; альтернативные источники энергии; обращение с отходами.

Биос-форум включает в себя художественно-музыкальный фестиваль «Экология и био-культура в третьем тысячелетии», с выступлениями творческих вокально-инструментальных и хореографических коллективов, а также сольных выступлений молодых талантов.

Научные материалы ежегодно публикуются в сборниках материалов Международных Биос-форумов и молодежных Биос-олимпиад.

Клубом организуются выездные сезонные Биос-школы: весенняя, летняя и осенняя. Ценность таких Биос-школ заключается в изучении водных экосистем в разные времена года при постоянном изменении температуры, а также составление базы данных статистических наблюдений бассейнов реки Невы и Финского залива.

Сезонные Биос-школы – это комплекс мероприятий, где участники могут освоить методы исследования и мониторинга окружающей природной среды по направлениям: гидрохимия, гидробиология, гидрология, гидрометеорология, биотестирование и биоиндикация, геоинформатика. Профессора, преподаватели и научные сотрудники ведущих технических университетов Санкт-Петербурга погружают ребят в изучение основных проблем в области экологии и устойчивого развития, формировании экологической культуры.

Участники осваивают методы отбора проб воды и донных отложений в разные сезоны года. Отбор проб воды осуществляется на реках и озерах Санкт-Петербурга и Ленинградской области (рис. 3).



Рис. 3. Измерение концентрации растворенного кислорода на поверхности воды Сестрорецкого водохранилища участниками летней Биос-школы



Рис. 4. Исследование проб воды в лаборатории методами биотестирования с помощью электронного микроскопа

В ходе исследований в Биос-школах ребята знакомятся с новыми приборами для отбора и анализа проб воды, что помогает овладеть новыми техническими знаниями в области проведения экологического мониторинга.

После отбора проб воды и донных отложений, пробы транспортируются в лабораторию, где с помощью основных методов и необходимого набора оборудования проводится гидрохимический и гидробиологический анализ на основные показатели качества воды (рис. 4). Гидрохимические анализы на содержание основных химических элементов проводятся с помощью приборов – оксиметр, спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, рН-метр, кондуктометр и другие. Электронный микроскоп применяется для гидробиологических исследований методами биоиндикации и биотестирования для изучения степени загрязнения воды и трофического статуса водоёма, прибор биотестер измеряет степень токсичности воды. Работа в лаборатории – это всегда увлекательное мероприятие для ребят различных возрастов, благодаря их интересу к науке, они с головой погружаются в исследования, с которыми помогают наставники.

Наставниками являются студенты и аспиранты технических университетов - Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна и Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Участниками Биос-школ являются не только школьники, но также студенты и аспиранты учебных заведений из различных регионов России и других стран. Для студентов и аспирантов предусмотрены программы профильной и педагогической практики, а также семинары и мастер-классы для учителей и преподавателей.

Таким образом, в сезонных Биос-школах проводятся специализированные гидрохимические, гидробиологические,

гидрологические полевые исследования и экологические практикумы с использованием средств мониторинга и компьютерных геоинформационных технологий для обучения участников и стажировки преподавателей и учителей дополнительного экологического образования.

Выводы:

Реализуемая в ВШТЭ СПбГУПТД многоступенчатая система экологической подготовки аспирантов, студентов и школьников позволяет успешно готовить высококвалифицированные педагогические, инженерные и научные кадры в сфере охраны окружающей среды.

Библиографический список:

1. Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД [Электронный ресурс]. – URL: <https://gturp.spb.ru/?ysclid=lmsxy8wogw408798030> (дата обращения: 18.09.2023).
2. Строганова М.С., Кушнеров А.И., Шишкин А.И. Развитие российского проекта "БИОС - 2018" / В сборнике: XXIII Международный Биос-форум и Молодежная Биос-олимпиада 2018. Сборник материалов. 2019. – С. – 250-258.
3. Шишкин А.И., Строганова М.С., Кушнеров А.И. Биос-школа "Общественный экологический контроль за чистую окружающую среду и здоровый образ жизни" В сборнике: Экологическое краеведение. Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. отв. ред. О.С. Козловцева. – 2015. – С. 104-108.
4. Межрегиональная общественная организация "Экологический клуб аспирантов, студентов и школьников Балтийско-Ладожского региона" [Электронный ресурс]. – URL: <https://bios-club.spb.ru/> (дата обращения: 18.09.2023).

ПРЕПОДАВАНИЕ ОСНОВ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ В БЕЛОРУССКО- РОССИЙСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А.П Черкасов, А.В. Казанский, А.В. Щур
Белорусско-Российский университет, shchur@yandex.by

В статье рассмотрены вопросы преподавания основ военной подготовки для студентов Белорусско-Российского университета.

Ключевые слова: военная подготовка, военно-политическая подготовка, основы медицинского обеспечения; военная топография, огневая подготовка из стрелкового оружия, строевая подготовка

На данный момент Российская Федерация с учётом сложившейся международной обстановки уделяет большое внимание подготовке квалифицированных кадров и специалистов для силовых структур РФ, а в

первую очередь для её Вооружённых Сил, что является приоритетным направлением во всестороннем развитии обороноспособности страны [1-4].

Так, 21 декабря 2023 года президент РФ Владимир Путин, выступая на коллегии Минобороны, заявил, что «милитаризации России и ее экономики не будет». «Делать что-то излишнее в ущерб стране, в ущерб нашим людям и экономике, социальной сфере мы не намерены», - сказал он. 28 декабря глава правительства Михаил Мишустин подписал распоряжение о создании в 16 регионах России новых военных учебных центров при государственных высших учебных заведениях. Ранее подобные центры были созданы при 94 вузах. Как правило, в них были трансформированы военные кафедры, на которых обучались студенты, желавшие получить звание офицеров запаса и тем самым избежать призыва в армию рядовыми после окончания вузов.

В последние годы вырос интерес к вузам, в которых есть военная подготовка. В Межгосударственном учреждении высшего образования, «Белорусско- Российский университет» возможность получить военно-учетную специальность параллельно с обучением по гражданской специальности существует второй год на Военной кафедре университета, то есть целевое обучение в интересах Министерства обороны Республики Беларусь – осуществляется согласно, программы подготовки офицеров запаса по трём направлениям.

При этом на кафедре «Техносферная безопасность» для студентов, обучающихся по российским образовательным программам, проводятся занятия по дисциплине «Основы военной подготовки» согласно образовательному стандарту Российской Федерации [5].

Студенты, обучающиеся по российским образовательным программам, проходят данный объём занятий на втором курсе. В год на изучение дисциплины «Основы военной подготовки» отводится 108 часов учебного времени. После завершения обучения, отчётность – зачёт без оценки.

Основной целью учебной дисциплины является получение знаний, умений и навыков, необходимых для становления обучающихся образовательных организаций высшего образования в качестве граждан, способных и готовых к выполнению воинского долга и обязанности по защите своей Родины в соответствии с законодательством. подготовка граждан к военной службе, формирование у обучающихся понимания главных положений военной доктрины Российской Федерации, а также основ военного строительства и структуры Вооруженных Сил Российской Федерации, формирование у обучающихся высокого общественного сознания и воинского долга, воспитание дисциплинированности, высоких морально-психологических качеств личности гражданина – патриота.

Кроме того, курс "Основы военной подготовки" включает лекции и практические занятия по следующим темам:

- Военно-политическая подготовка;
- Правовая подготовка;
- Общевоинские уставы Вооружённых Сил Российской Федерации;
- Основы тактики общевойсковых подразделений;

- Радиационная, химическая и бактериологическая защита.
- Основы медицинского обеспечения;
- Военная топография;
- Огневая подготовка из стрелкового оружия;
- Строевая подготовка.

Как уже отмечалось, сложная политическая ситуация в мире привела к вполне логичным последствиям в виде некоторой милитаризации, которая касается и гражданского общества. Это в полной мере относится и к России, значение которой в мировой повестке за последние несколько лет заметно выросло. Одним из следствий этого стала рекомендация Министерства образования и науки ввести в вузовскую программу обучения курс военной подготовки.

Программа схожа с курсом начальной военной подготовки в общеобразовательных школах, разработанным Министерством просвещения в 2022 году. Студентов будут учить устройству автомата Калашникова, правилам ведения общевойскового боя, обустройства окопов и маскировки техники, о ядерном, химическом и биологическом оружии, а также защите от него, устройстве российской армии, принципах ведения боя и способах оказания первой медицинской помощи.

Программа обучения включает 8 направлений подготовки. В их число входят:

Раздел военно-политической подготовки, включающий основы политической системы мира, роль России и основные тенденции, которые проявились в последние несколько лет. Одним из вопросов данной темы является специальная военная операция и её причины.

Юридические аспекты военной подготовки и базовые основы отечественного законодательства в сфере военной службы и всего, что с ней связано. В данной теме затронуты вопросы всестороннего обеспечения участников СВО и членов их семей.

Изучение уставов ВС РФ, а также особенностей организации Вооруженных Сил страны. При изучении данной дисциплины системы воинских званий, воинской дисциплины, прав и обязанностей военнослужащих.

Изучение базовых основ тактики совместных действий общевойсковых подразделений вместе с получением информации о структуре ВС РФ и входящих в них видов войск. В связи с массовым применением на поле боя бесплотных аппаратов, создан новый отдельный рода Вооружённых Сил РФ, Войска беспилотных систем, который значительно увеличил боевой потенциал Российской армии.

Средства индивидуальной и коллективной защиты, а также порядок их практического применения. В отношении коллективной речь идет о трех видах защиты: биологической, радиационной и химической. Принципы оказания самопомощи и первой медицинской помощи пострадавшим. На практических занятиях проводится отработка нормативов по одеванию индивидуальных средств защиты (противогаз, ОЗК).

Правила ориентирования на местности без карт. Принципы движения по азимуту, порядок пользования компасом Андрианова и многое другое.

Ознакомление с правилами стрельбы, а также разборкой и сборкой основных видов ручного стрелкового оружия ВС РФ, которыми являются автомат АК-74 и пулемет РПК-74 (в рамках раздела «Огневая подготовка»). Изучаем меры безопасности при обращении с оружием и при выполнении стрельб.

Базовые основы строевой подготовки. На практическом занятии проводится отработка строевых приёмов без оружия, что значительно сплачивает студенческое подразделение.

Одним из основных приоритетных направлений в политике Российской Федерации и Республики Беларусь является военно-патриотическое направление, которое направлено на формирование у граждан, особенно молодежи, высокого патриотического сознания, готовности к служению Отечеству и его вооруженной защите, воспитание уважения к военной истории, традициям и духовным ценностям Союзного государства.

Основными механизмами реализации являются государственные программы, такие как Федеральный проект «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации», а также работа образовательных, военных и общественных организаций, включающая патриотические мероприятия, кружки и другие направления. В рамках проекта ведётся работа по развитию воспитательной работы в образовательных организациях общего и профессионального образования, проведения мероприятий патриотической направленности.

Вооруженные Силы России находятся в авангарде работы по воспитанию патриотизма среди военнослужащих и гражданского персонала, среди гражданской молодёжи.

С 2021 г. начали работу военно-патриотические клубы внутренних войск. Сейчас их насчитывается сотни в различных городах страны. Цель их работы – формирование нового поколения граждан, всегда готовых прийти на защиту Родины.

Исходя из изложенного и учитывая требования руководящих документов в Межгосударственном учреждении высшего образования создан Военно-патриотический клуб «БРУствер» на основании приказа ректора университета от 29.02.24 №143 «О создании военно-патриотического клуба «БРУствер». На данный момент в состав клуба входят студенты из Беларуси и Российской Федерации, а также преподаватели в количестве 34 человек.

За время существования клуб принял участие в проведении мероприятий по военно-патриотическому направлению: экскурсии в краеведческий музей, по местам боевой славы Могилёва и Могилёвского района. Посетили места раскопок и захоронений мирных жителей, геноцида белорусского народа в годы войны в Могилеве. Принимали участие в соревнованиях по военно-прикладному многоборью, международных конференциях, концертах, фестивалях и межвузовских республиканских, областных, городских мероприятиях. Команда военно-патриотического клуба «БРУствер» приняла

участие в областном этапе республиканской военно-прикладной игры «Прорыв» среди высших учебных заведений Могилёвской области, где команда университета заняла II место. В ноябре месяце планируется участие команды в военно-патриотическом марафоне Союзного государства «Мы защитники Отечества» приуроченный к 80-летию Победы в Великой Отечественной войне.

Налажено взаимоотношение с Областным и городским военными комиссариатами, представители которых неоднократно выступали перед студентами вуза. Непосредственное взаимодействие осуществляется в рамках плана совместной работы по военно-патриотическому воспитанию со 188-й гвардейской Новгородской Краснознамённой орденов Суворова и Кутузова II степени инженерной бригадой.

На базе военно-патриотического клуба «БРУтвер» сформирована первичная организационная структура ДОСААФ университета. Проведены встречи с представителями областной и городской организационными структурами ДОСААФ. Побывали на экскурсии в классах и площадках структуры, а также в Могилёвском аэроклубе ДОСААФ.

Под эгидой городской организационной структуры ДОСААФ на базе военно-патриотического клуба ведётся работа по созданию команды университета по страйкболу, закупается спортивное оружие и амуниция.

Таким образом, учитывая требования, цели и задачи, которые ставятся для воспитания молодёжи на современном этапе в университете ведётся активная работа по военно-патриотическому воспитанию молодежи и принимаются решения, направленные на ее совершенствование, а также осуществляется поиск новых эффективных форм и методов деятельности по формированию активной гражданской позиции у студентов.

Библиографический список

1. Концепция военно-патриотического воспитания молодёжи Российской Федерации [Текст] / Науч.-исследовательский центр проблем национальной безопасности; [Бочарников И. В. и др.]. - Москва: Экон-информ, 2014. - 85 с.: табл.; 21 см.; ISBN 978-5-9506-1131-5.
2. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 31.07.2025) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025).
3. Указ Президента Российской Федерации от 24 ноября 2015 г. № 581 «О мерах по совершенствованию государственной политики в области патриотического воспитания граждан Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
4. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. «О молодежной политике в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
5. Письмо Министерства науки и высшего образования РФ от 21 декабря 2022 г. № МН-5/35982 О направлении программы образовательного модуля "Основы военной подготовки" для обучающихся образовательных организаций высшего образования.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ГОРОДСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ИНФРАСТРУКТУРА»

А.Н. Чусов¹, С.В. Селиванова², Е.Ю. Негуляева³

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

¹chusov17@mail.ru, ²selivanova_sv@spbstu.ru, ³negulyaeva@spbstu.ru

В статье определены потребности в подготовке высококвалифицированных, владеющих информационными технологиями кадров, для строительной отрасли, а также представлены новые подходы в подготовке специалистов для специальности «Городское строительство и инфраструктура».

Ключевые слова: городское хозяйство, объекты ГСХ, городская инфраструктура, умный город, умный дом.

По данным Росстата, полученным во время переписи населения, в 16-ти крупных городах России, таких как: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Казань, Краснодар, Нижний Новгород, Челябинск, Красноярск, Самара, Уфа, Ростов-на-Дону, Омск, Воронеж, Пермь, Волгоград, проживает более 1 миллиона постоянных жителей: В этих городах суммарно проживает почти четверть всего населения России (35,7 млн человек). Исследования показали, что 80% жителей нашей страны хотят жить в инновационных городах с развитой, устойчивой к негативным воздействиям инфраструктурой и комфортными условиями проживания [1].

В 2025 году стартовал национальный проект «Инфраструктура для жизни», основной целью которого является повышение качества жизни граждан через комплексное обновление населенных пунктов и создание необходимой инфраструктуры [2, 3].

Этот проект представляет собой комплекс системных мер по формированию комплексной жилищной, транспортной, социальной, коммунальной инфраструктуры, он направлен на достижение целей и задач национальной цели развития «Комфортная и безопасная среда для жизни», определенных Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [2, 3].

Данный проект охватывает 12 основополагающих направлений, таких как: строительство жилья, обновление коммунальной инфраструктуры, развитие дорожной сети, расширение системы общественного транспорта, формирование комфортной городской среды, создание социальных объектов. Новый национальный проект стал ключевым направлением развития страны на ближайшую шестилетку. Большая роль в нем отведена модернизации коммунальной инфраструктуры и улучшению качества предоставляемых коммунальных услуг [2-4].



Рис. 1. Национальный проект «Инфраструктура для жизни» [5].

В рамках национального проекта предусмотрена реализация 12 федеральных проектов (рис. 1), среди которых пять федеральных проектов, представленных в Таблице 1. [2-5].

Таблица 1.

Федеральные проекты, реализация которых, предусмотрена в рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни» [3].

Наименование Федерального проекта	Цель проекта	Планируемые основные показатели федерального проекта к 2030 году
Федеральный проект «развитие инфраструктуры в населенных пунктах»	Улучшение качества среды для жизни в опорных населенных пунктах на 30 процентов к 2030 году, обеспечить опережающее развитие инфраструктуры	Улучшение качества среды для жизни в опорных населенных пунктах на 30 %
Федеральный проект «Жильё»	Улучшение жилищных условий граждан Российской Федерации за счет повышения обеспеченности жильем до 33 кв. метров к 2030 году, обновления жилищного фонда до 20 % в сравнении с 2019 годом, повышения доступности жилья, а также сокращения аварийного жилья.	Достижение общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя» - 33 кв. м/чел.
Федеральный проект «Модернизация коммунальной инфраструктуры»	Улучшение качества предоставляемых коммунальных услуг населению (в сфере тепло-водоснабжения и водоотведения)	Улучшение качества предоставляемых коммунальных услуг для 20 млн граждан Строительство и реконструкция (модернизация) 2 тыс.

		объектов питьевого водоснабжения и водоподготовки, предусмотренных комплексными планами
Федеральный проект «Формирование комфортной городской среды»	Повышение комфортности общественных пространств путем благоустройства территорий	Появление 30 тыс. благоустроенных общественных пространств Появление 1,6 тыс. реализованных проектов победителей Всероссийского конкурса лучших проектов создания комфортной городской среды, ед.
Федеральный проект «Новый ритм строительства»	Повышение энергетической и ресурсной эффективности в строительстве и ЖКХ	Ожидаемая длительность инвестиционно-строительного цикла составит 1000 дней Рост индекса устойчивого энергосбережения в строительстве составит 3,14%

Минстрой России разработал паспорт нового нацпроекта «Инфраструктура для жизни». В его структуру вошел федеральный проект «Формирование комфортной городской среды» [2-5].

Решение задач по обеспечению граждан инфраструктурой нового качества требует тщательной подготовки кадров - руководителей и специалистов, обладающих соответствующими профессиональными компетенциями в сфере управления объектами городского хозяйства и специализированными знаниями в области строительства, энергосберегающих, информационных и других инновационных технологий. Требования к их профессиональным компетенциям постоянно возрастают, возникает спрос на универсальность специалиста и его способность ориентироваться в различных сферах, получать, анализировать и грамотно использовать полученную информацию. В связи с этим появилась необходимость на ИСИ СПбПУ создать программу 08.04.01_30 «Городское строительство и инфраструктура» [6-8].

В соответствии с новой программой, коллектив ученых и преподавателей инженерно-строительного института СПбПУ преобразовал традиционные дисциплины, а также разработал ряд новых дисциплин, где большое внимание уделяется цифровым технологиям, инновациям и IT-технологиям в городском хозяйстве; BIM-моделированию и мониторингу в управлении ЖКХ; системам информационно-цифрового контроля управления и эксплуатации объектов ЖКХ; системам информационно-цифрового контроля в теплогазоснабжении, вентиляции и кондиционирования объектов

ГСХ. В них сделан акцент на умном городе (smart city) и цифровом ЖКХ, как его составной части. Также в рамках новой программы в учебный процесс введена дисциплина «Экологическое мышление», формирующая у обучающихся как навыки по экологичному образу жизни как на бытовом уровне (это сбережение ценных ресурсов: воды, энергии, древесины, сокращение отходов, выбор подходящих товаров и услуг, отказ от избыточного потребления, изменение привычек питания), так и в профессии (это оценка последствий принятых решений и ответственность за сохранение или разрушение природных экосистем). Дисциплина «Экологическое мышление» будет способствовать формированию у студентов устойчивого понимания ценности и взаимосвязи всех элементов экосистемы Земли, ощущение ответственности за возможные последствия своих действий с точки зрения сохранения природы и жизни на планете.

Разработанные в рамках программы 08.04.01_30 «Городское строительство и инфраструктура» новые дисциплины сформируют у студентов профессиональные компетенции в сфере управления объектами городского хозяйства, будут способствовать подготовке высококвалифицированных кадров, владеющих информационными технологиями, способных внести значительный вклад в развитие и трансформацию городского хозяйства и строительной отрасли.

Библиографический список

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru> (дата обращения: 19.09.2025).
2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».
3. Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: <https://www.minstroyrf.gov.ru> (дата обращения: 19.09.2025).
4. Постановление СФ ФС РФ от 27.11.2024 N 530-СФ "О национальном проекте "Инфраструктура для жизни".
5. Официальный сайт ГБУ Ленавтодор [Электронный ресурс] URL: https://ленавтодор.пф/np/natsionalnyy-proekt-infrastruktura-dlya-zhizni.php?clear_cache=Y&ysclid=mfpja519i800606028
6. Петухова А.В., Боллбат О.Б., "Информационное моделирование" как приоритетное направление развития системы подготовки специалистов строительного профиля // Резервы совершенствования профессионального образования в вузе: Материалы международной научно-методической конференции - Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2018. - С. 124-127.
7. Применение BIM-технологий в жилищном строительстве в РФ / Васильева Е.Ю., Бизина Е.И. // Строительство и архитектура. 2023. Том 11 № 4. С. 61-65. DOI <https://doi.org/10.29039/2308-0191>.

8. Романова Е.В. Проблемы строительного образования // Сметно-договорная работа в строительстве. 2022. № 1. С. 61-66. DOI <https://doi.org/10.33920/str-01-2201-09>. EDN: <https://elibrary.ru/LKQBNX>.

ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОХРАНА ТРУДА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ.

А.В. Щур¹, О.В.Голушкова¹, В.А. Шаршунов², Я.В. Князев¹

¹Белорусско-Российский университет, shchur@yandex.by

²Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий

В статье рассмотрены вопросы преподавания и наполнения дисциплины «Охрана труда» для строительных специальностей.

Ключевые слова: охрана труда, безопасность на производстве, технические аспекты

В настоящее время травмирование и гибель работников на производстве в Республике Беларусь чаще всего связана с личной неосторожностью и нарушением требований охраны труда [1-3]. Следует отметить, что в соответствии с действующим законодательством, обучение и контроль знаний по охране труда носит непрерывный характер и предусматривает достаточно серьёзный контроль за соблюдением норм охраны труда на всех этапах производственного процесса.

В высших учебных заведениях преподавание дисциплины «Охрана труда» базируется на утвержденной Министерством образования Республики Беларусь типовой учебной программе по учебной дисциплине «охрана труда». Данная программа предусматривает изучение основных терминов в области охраны труда, этапов идентификации опасностей, оценки и управления рисками, правовых и организационных вопросов охраны труда, основ гигиены труда, вопросов обеспечения безопасности труда, а также основ пожаробезопасности производства.

Для строительных специальностей существует особая специфика данной дисциплины, связанная с тем, что в отличие от других производственных специальностей, в строительстве существует очень широкий перечень видов работ, некоторые из них не встречаются в промышленности. Соответственно, специалисту-строителю необходимо иметь знания и навыки проведения безопасных работ в широком диапазоне. В частности, это работы на высоте и высотные монтажные работы, работы со средствами малой механизации и электроинструментом, сварочные и покрасочные работы, обеспечение противопожарного режима строящегося объекта и ряд других [4-5].

Все это делает необходимым в процессе преподавания учебной дисциплины «Охрана труда» учитывать междисциплинарные связи программного учебного материала с такими учебными дисциплинами типовых учебных планов по специальностям, как «Физика», «Химия», «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций», а также со специальными учебными дисциплинами, в которых рассматриваются особенности безопасности производственных процессов и оборудования строительной отрасли.

В ходе изложения программного учебного материала следует руководствоваться актами законодательства в области охраны труда, соблюдать единство терминологии и обозначений.

В результате изучения учебной дисциплины «Охрана труда» должны формироваться следующие теоретические и практические компетенции: студент должен представлять социально-экономическую значимость охраны труда, законодательной базы по охране труда, организации работы по охране труда и пожарной безопасности в организациях. Студент должен знать установленные требования по охране труда и обеспечению пожарной безопасности при выполнении соответствующих работ, способы и средства защиты от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочих местах, причины несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и меры их профилактики, порядок действия при возникновении угрозы или наступления возможных аварийных ситуаций, права и обязанности работающих и работодателей для обеспечения здоровых и безопасных условий труда; знать правила и способы оказания первой помощи потерпевшим при несчастных случаях на производстве. Обучающийся должен получить навыки выявлять вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочих местах, выбирать и применять безопасные методы и приемы работы, использовать и правильно применять средства индивидуальной защиты, средства коллективной защиты и первичные средства пожаротушения, оказывать первую помощь потерпевшим при несчастных случаях на производстве. Ему необходимо уметь применять положения законодательных, иных нормативных правовых актов, коллективного договора, соглашения по охране труда, контракта при отстаивании своих прав и гарантий, сотрудничестве с работодателем (нанимателем) для обеспечения здоровых и безопасных условий труда;

В процессе изучения учебного предмета необходимо создавать обстановку для воспитания чувства ответственности за соблюдение требований по охране труда, норм и правил пожарной безопасности, технологической дисциплины, целенаправленности, требовательности, формирования эмоционально-волевой готовности к выполнению работ. Считаем важным формировать у студентов потребность в освоении безопасных методов и приемов работы, стремления к сотрудничеству с работодателем (нанимателем) для обеспечения здоровых и безопасных условий труда. Кроме того, следует обеспечивать развитие технического

мышления, склонности и способности к сравнению и анализу производственных ситуаций

Для закрепления теоретического материала и формирования у студентов необходимых умений, предусматривается проведение лабораторных и практических занятий. На данных занятиях обучающиеся получают прикладные навыки оценки состояния окружающей производственной среды, действий в условиях производственных аварий, оказания неотложной помощи пострадавшим, проведения инструктажей, проверки знаний, ведения документации, проведения расследования несчастных случаев на производстве, обеспечения пожарной и электробезопасности и ряд других навыков.

В целях контроля усвоения программного учебного материала предусмотрено проведение не менее одной контрольной работы, задания для которой разрабатываются преподавателем учебной дисциплины «Охрана труда» и обсуждаются на заседании преподающей дисциплину кафедры учреждения образования. Также предусматривается выдача индивидуальных заданий студентам для контроля самостоятельной работы.

Таким образом, очень важно, чтобы дисциплина «охрана труда» для студентов строительных специальностей, дальнейшая трудовая деятельность которых включает работы с повышенной опасностью и руководство этими работами имела практикоориентированный характер и включала прикладные навыки, обеспечивающие ответственное поведение специалиста на производстве по вопросам обеспечения охраны труда.

Библиографический список

1. Шашенко, С. Ф. Основные причины травматизма в строительной отрасли / С. Ф. Шашенко, А. В. Щур // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 22–23 октября 2015 года. – Могилев: Государственное учреждение высшего профессионального образования "Белорусско-Российский университет", 2015. – С. 146. – EDN YOTEIP.
2. Шашенко, С. Ф. Профилактика травматизма в строительной отрасли / С. Ф. Шашенко, А. В. Щур // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 22–23 октября 2015 года. – Могилев: Государственное учреждение высшего профессионального образования "Белорусско-Российский университет", 2015. – С. 147. – EDN OTGHTJ.
3. Основные причины и профилактика травматизма в строительной отрасли Беларуси / С. Ф. Шашенко, А. В. Щур, П. С. Орловский, О. В. Валько // Неделя науки СПбПУ: Материалы научного форума с международным участием. Институт военно-технического образования и безопасности, Санкт-Петербург, 30 ноября – 05 декабря 2015 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2015. – С. 82-84. – EDN VXJQLT.

4. Охрана труда при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог : справочное пособие / В. А. Шаршунов, А. В. Щур, О. В. Голушкова, А. Д. Михоленко. – Минск: Мисанта, 2021. – 642 с. – ISBN 978-985-7114-71-9. – EDN VJRGTD.
5. Безопасность жизнедеятельности человека : Рекомендовано УМО по образованию в области информатики и радиоэлектроники в качестве учебно-методического пособия для специальностей I ступени высшего образования / А. В. Щур, В. А. Шаршунов, Д. А. Липская, П. С. Орловский ; Министерство образования Республики Беларусь, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2021. – 426 с. – ISBN 978-985-492-271-3. – EDN DWEQHO.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ПЛЕНАРНАЯ СЕКЦИЯ	6
<i>Л.Г. Донерьян, Л.П. Воронина, ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА МИКРОБОЦЕНОЗ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ.....</i>	<i>6</i>
<i>Н.В. Зибарев, А.М. Опарина, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ПОСЛЕ УЛАВЛИВАНИЯ CO₂ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА</i>	<i>11</i>
<i>Е.О. Сидельникова, Д.К. Алексеев, АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА</i>	<i>15</i>
<i>А.В. Щур, О.В. Валько, ВОЗМОЖНОСТИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ</i>	<i>18</i>
<i>И.В. Шилова, АНАЛИЗ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ПЕРСОНАЛОМ ПРИ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</i>	<i>23</i>
СЕКЦИЯ 1. БИОРАЗНООБРАЗИЕ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ЭКОНОМИКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА.....	28
<i>Е.Ю. Иванцова, ОСОБЕННОСТИ ЛИХЕНОБИОТЫ ПЛОДОВО- ЯГОДНЫХ САДОВ ДЕРЕВНИ КОРЧЕМКИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ</i>	<i>28</i>
<i>Е.О. Леонтьева, Н.А. Политаева, РЫБОВОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА СРЕДУ</i>	<i>31</i>
<i>В.В. Седайкина, Е. А. Чабина, БИОКОМПЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА</i>	<i>31</i>
<i>В.А. Сенченко, М.А. Шахраманьян, КОЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ОТ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА</i>	<i>38</i>
СЕКЦИЯ 2. ИНЖЕНЕРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ.....	43
<i>Е.А. Бобров, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</i>	<i>43</i>
<i>А.А. Варламова, Д.О. Нагорнов, ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК РЕКУПЕРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА НЕФТЕНАЛИВНЫХ ТЕРМИНАЛАХ</i>	<i>47</i>

<i>П.А. Ватрушкина, А.Н. Вторушина</i> , ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	50
<i>С.В. Гонорова</i> ПЕРЕРАБОТКА И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ..	53
<i>Т.А. Дашкевич, Е.С. Урусова</i> , ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «КИНЕФ» НА МАЛЫЕ РЕКИ	56
<i>К.М. Дорошева, К.А. Бондаренко</i> , ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ МИКРОПЛАСТИКА С ПОМОЩЬЮ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАЛЮМИНИЯ ХЛОРИДА И ХИТОЗАНА	60
<i>А.А. Иванов</i> , ФОТОДЕСТРУКЦИЯ РОДАМИНА С В ПРИСУТСТВИИ ПЕРСУЛЬФАТА АММОНИЯ	64
<i>Р.К. Филатов, Н.Н. Казаченок</i> , ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОДУКЦИИ МОГИЛЁВСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ЗАВОДА	69
<i>О.Ю. Марко, Е.Е. Корбут</i> , РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ БЕТОНА	72
<i>А.И. Михрабов, И.О. Тихонова</i> , РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ УТИЛИЗАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА	77
<i>О.Ю. Сергеев, И.Г. Русскова</i> , СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ	82
<i>Л. А. Сиваченко, В. А. Потапов</i> , РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЦЕПНОГО АГРЕГАТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ.....	86
<i>А.Н. Сидорова, Э.В. Нафикова</i> , СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УДАЛЕНИЮ МИКРОПЛАСТИКА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД.....	93
<i>П.Ю. Михеев, А.С. Страхов</i> , ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЭС ПО УКРУПНЁННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	98
<i>А.М. Опарина, Н.А. Политаева</i> , ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДОЛОМИТОТВЫМИ И ЦЕОЛИТОВЫМИ СОРБЕНАМИ	103
<i>Э. Хаба, Е.Ю. Негуляева</i> , ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В УРБОЭКОЛОГИИ	109
<i>А.Д. Тростинский, Е.Ю. Негуляева</i> , ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОРИКО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	112

<i>О.К. Федорова, Е.А. Шаройкина, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИИ.....</i>	<i>116</i>
<i>П.С. Шинкевич, К.А. Вельможина, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО УЛАВЛИВАНИЯ CO₂ В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ: АНАЛИЗ РЫНКА.....</i>	<i>119</i>
СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.	124
<i>Л.В. Грунская, А.Н. Золотов, МОНИТОРИНГ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</i>	<i>124</i>
<i>П.Р. Ахтямова, Н.В. Кострюкова, ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ПОЕЗДНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА</i>	<i>129</i>
<i>А.В. Андреев, В.Д. Каченкова, ФОРМУЛИРОВКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА»</i>	<i>134</i>
<i>М.А. Иванова, Н.А. Филина, ПОЖАРОБЕЗОПАСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗДАНИЯХ ДЕТСКИХ САДОВ</i>	<i>138</i>
<i>Е.Н. Колесникова, В.В. Кудинов, ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ КАК НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ</i>	<i>142</i>
<i>Ю.Д. Кузнецов, Е.Ю. Колесников, О ПРОБЛЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ГОРЕНИИ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ</i>	<i>147</i>
<i>Д.А. Огурцов, ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....</i>	<i>151</i>
<i>И.А. Соломатин, РИСКОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ТЕХНОСФЕРЕ. СНИЖЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕВЕНТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....</i>	<i>154</i>
<i>П.С. Орловский, ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ДЕРЕВА ОТКАЗОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА НА АГЗС С ПОДЗЕМНЫМ РЕЗЕРВУАРОМ СУГ</i>	<i>160</i>
<i>У.А. Столбова, И.Г. Русскова, ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТ ГОРОДА — НОВЫЕ ВЫЗОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ</i>	<i>163</i>
<i>Н.Н. Храпко, Т.Н. Патрушева, РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКИ СЕЛЕКТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ.....</i>	<i>169</i>
СЕКЦИЯ 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНА. УРБОЭКОЛОГИЯ. АГРОЭКОЛОГИЯ.....	174
<i>К.Д. Сазонкин, Д.В. Виноградов, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.</i>	<i>174</i>

<i>Т.Н. Агеева, В.М. Пускова, ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ</i>	177
<i>В.А Кемова, ИСЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАСЕЙНА РЕКИ ДНЕПР Г. МОГИЛЕВА</i>	181
<i>А.В. Ермоленко, Г.А. Войт, ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ БАТАТА (IPOMOEА ВАТАТAS L.) В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ</i>	183
<i>Ц. Ян, И. Юань, «ЗЕЛЕНЫЙ ПУТЬ» КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА: ОПЫТ ЦИНДАО (КИТАЙ)</i>	186
<i>Л.Л. Кениг, ОЦЕНКА ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ПГМГХЛ НА ПРИМЕРЕ КУЛЬТУРЫ А. NIGER</i>	191
<i>А.И. Лукьянчук, Е.С. Урусова, АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ РЕКИ СЛАВЯНКА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД</i>	196
<i>С.А. Козинцева, Е.С. Урусова, ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ИЖОРА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД</i>	201
<i>Е.Н. Колесникова, И.Г. Русскова, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НОВЫХ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОЙ УРБАНИЗАЦИИ</i>	205
<i>В. А. Педенко, ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)</i>	211
<i>О.В. Поворова, А.С. Железнева, ВЛИЯНИЕ ЭПИФИТНОЙ МИКРОФЛОРЫ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ ВСХОЖЕСТИ ЗЕРНА</i>	216
<i>Т.А. Полякова, А.М. Сергеева, О ЗАГРЯЗНЕНИИ ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ</i>	219
<i>Т.И. Сафонова, А.В. Филиппова, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СУКЦЕССИЯ КАРЬЕРНОГО ВОДОЕМА</i>	223
<i>К.Р. Созыгашева, Е.С. Урусова, ВЛИЯНИЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕК (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ СЛАВЯНКА).....</i>	226
<i>А.В. Филиппова, ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЛУКОВИЦ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЮЛЬПАНОВ НА ВЫГОНКУ</i>	230
<i>Ю.Ю. Стрелкова, Д.О. Нагорнов, ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАРАБАШСКОГО ПРУДА.....</i>	234

<i>Д.В. Шнип, Г.С. Леневский, РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМАХ</i>	238

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. ВАЛЕОЛОГИЯ..... 246

<i>И.А. Беккер, В.М. Пускова, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА</i>	246

<i>Е.А. Копылова, РОЛЬ СПОРТА В ПРЕОДОЛЕНИИ СТРЕССОВЫХ СИТУАЦИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ</i>	249

<i>Д.Н. Самуйлов, М.В. Тапорчикова, ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.</i>	255

<i>М.В. Тапорчикова, О.П. Макаренко, РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В ПОДДЕРЖАНИИ ЗДОРОВЬЯ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ</i>	258

<i>М.В. Тапорчикова, ИНТЕГРАЦИЯ ЭКОЛОГИИ В СПОРТ</i>	261

<i>С.В. Шкуратов, ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. ВАЛЕОЛОГИЯ</i>	263

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭТИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ..... 267

<i>Н.Н. Гобралев, ПРОЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СОЦИУМА В ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПРИВЫЧКАХ ЛЮДЕЙ</i>	267

<i>М.С. Бегун, Н.Н. Казаченок, ПРОГРАММА АДАПТАЦИИ ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ</i>	270

<i>А.В. Дорощенко, В.Ф. Писаренко, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РАЗВИТИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА</i>	275

<i>Н.А. Клебанова, А.В. Клебанов, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОФОРИЕНТАЦИИ И ВЫЯВЛЕНИЯ СКЛОННОСТЕЙ АБИТУРИЕНТОВ</i>	278

<i>Е.А. Копылова, ЭКОЛОГИЯ МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ</i>	281

<i>Г.Т. Поддубский, Н.А. Гнездова, ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ТВОРЧЕСКОГО ЭКОПРОСВЕТИТЕЛЬСКОГО МЕРОПРИЯТИЯ «МАСТЕР-КЛАСС ПО СУХОМУ ВАЛЯНИЮ «ДЕНЬ АРКТИКИ»</i>	284

<i>О.А. Шанова, А.В. Епифанов, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ АСПИРАНТОВ, СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО</i>	

ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА	289
<i>А.П. Черкасов, А.В. Казанский</i> , ПРЕПОДАВАНИЕ ОСНОВ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ В БЕЛОРУССКО- РОССИЙСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ.....	294
<i>А.Н. Чусов, С.В. Селиванова</i> , НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ГОРОДСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ИНФРАСТРУКТУРА»	299
<i>А.В. Щур, О.В. Голушкова</i> , ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОХРАНА ТРУДА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ.	303
СОДЕРЖАНИЕ	307