

Тульский государственный университет  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева  
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева  
Тульское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева  
ТООО Научно-технический центр  
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

## **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

### **XXXV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

Сборник докладов

Тула  
Издательство ТулГУ  
2024

УДК 001.895:6(062)  
ББК 65.011я431  
П76

**Рецензенты:**

*Вольхин Сергей Николаевич*, доктор педагогических наук,  
профессор, ректор АНО ДПО «Академия профессионального  
развития»;

*Рылеева Евгения Михайловна*, кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры охраны труда и окружающей среды ФГБОУ ВО  
«Тульский государственный университет».

П 76      **Приоритетные направления развития науки и технологий :**  
сборник докладов по материалам XXXV Международной науч.-  
практич. конф. / под общ. ред. В.М. Панарина ; техн. ред. Н.Н. Жукова,  
Л.П. Путилина. – Тула : Изд-во ТулГУ, 2024. – 331 с.

ISBN 978-5-7679-5585-5

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы развития инновационной деятельности, науки и технологий. Изложены аспекты современных энергосберегающих и ресурсосберегающих производственных технологий, рационального природопользования и экологии. Рассмотрены вопросы разработки информационных и образовательных технологий для решения научных и прикладных задач.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем развития науки и технологий.

**Редакционная коллегия:**

*академик РАН В.П. Мешалкин; проф., д.т.н. В.М. Панарин; доц., д.т.н. А.А. Маслова; проф., д.т.н. Л.Э. Шейнкман, доц., к.т.н. А.Е. Коряков.*

УДК 001.895:6(062)  
ББК 65.011я431

ISBN 978-5-7679-5585-5

© Авторы докладов, 2024  
© Издательство ТулГУ, 2024

# ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

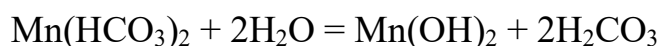
## О ФОРМАХ СУЩЕСТВОВАНИЯ МАРГАНЦА В ПРИРОДЕ И ПУТЯХ ЕГО МИГРАЦИИ

Т.М. Нестерова, Р.Ф. Витковская  
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* Марганец является одним из наиболее распространенных элементов в природе. Многообразие форм марганца в природных водах обусловлено химической подвижностью этого элемента в зависимости от факторов окружающей среды. В связи с этим во многих регионах сегодня достаточно остро стоит вопрос эффективного удаления марганца из питьевой воды с целью обеспечения ее качества. Понимание путей и особенностей формирования тех или иных соединений марганца в конкретных условиях позволяет наиболее эффективно организовывать процесс водоподготовки.

*Ключевые слова:* марганец, природные воды, миграция, качество воды.

Преимущественно наличие марганца в почвах или водных растворах характеризуется двумя формами: легкоподвижной и неподвижной. Первая форма обуславливается соединениями  $Mn^{+2}$  и существует в виде карбоната или бикарбоната, сульфата и других легкорастворимых солей в кислой среде – рН не более 6. В таких условиях двухвалентный марганец чрезвычайно медленно окисляется кислородом воздуха. При дальнейшем повышении рН среды происходит постепенное окисление и переход в нерастворимые формы. В частности, при рН = 8 реакция протекает по уравнению:



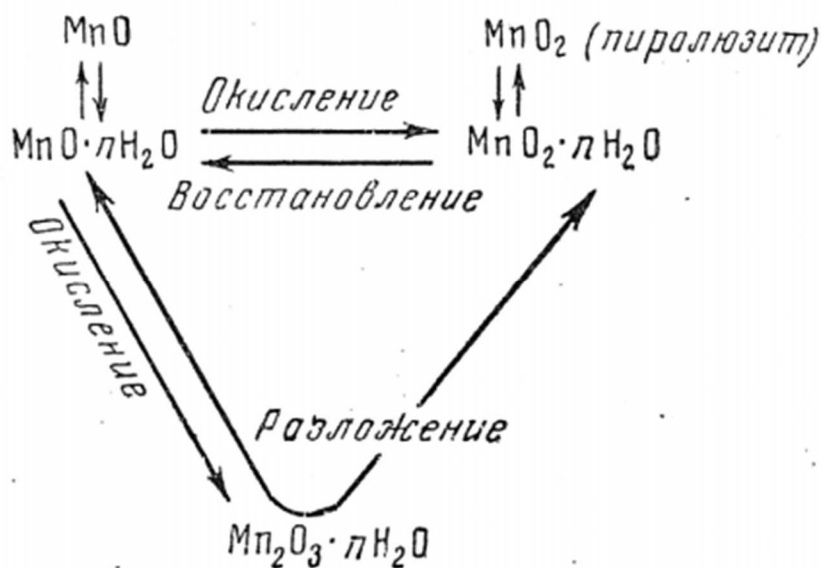
Образовывающий гидрат закиси марганца на воздухе стремительно темнеет и переходит в более окисленную форму манганита –  $Mn(OH)_3$  или  $Mn_2O_3 \cdot nH_2O$ . Дальнейшее окисление способствует образованию водного диоксида марганца –  $MnO_2 \cdot nH_2O$ , а затем и кристаллического пиролюзита ( $MnO_2$ ). Все полученные соединения нерастворимы как в воде, так и почвенных растворах [1, 2].

Многочисленные исследования процессов преобразования марганца позволили установить, что окисление кислородом воздуха  $Mn(OH)_2$  до пиролюзита происходит неполно и сопровождается образованием большого количества побочных соединений, основу которых составляет  $Mn^{+3}$  ( $MnO$ ,  $Mn_3O_4$ ,  $Mn_2O_3$ ). В слабощелочных условиях, когда рН составляет от 6 до 8 в первую очередь окисляется именно  $Mn^{+3}$ , данный процесс описывается уравнением:



В связи с этим можно сделать вывод о высоком уровне влияния процессов гидратации, дегидратации окисей марганца, рН среды и окислительно-восстановительных условий на скорость преобразования  $Mn^{+2}$  в  $Mn^{+4}$  [2].

Стоит отметить, что помимо процессов окисления в водных растворах и почвах имеют место быть и различные восстановительные процессы. Чаще всего они происходят за счет легкорастворимых продуктов распада органических веществ – аминокислот, сахаров и др. Таким образом, окислительно-восстановительный цикл марганца (рисунок) обуславливается большим количеством факторов [2].



Окислительно-восстановительный цикл марганца

Помимо характерных минералов марганец в почвах часто находится в виде конкреции, представляющей собой минеральный агрегат плотно-скрытокристаллического, зернистого или радиально-лучистого строения, в центре которого расположено включение органического состава, послужившее затравкой для начала роста. Марганцево-железистые конкреции на территории Российской Федерации были обнаружены не только в ортштейновых горизонтах почв, но и в черноземах, бурых лесных и других почвах. В конкрециях марганец представлен в виде  $Mn_2O_3$  и  $MnO_2 \cdot nH_2O$ . Само строение конкреции обуславливается ее концентрическим характером, происходит чередования кристаллического вещества с коллоидным веществом. А соотношение марганца к железу зависит от свойств бикарбонатов этих веществ и величины рН:

- при рН в диапазоне от 5 до 6 высаживается гидрат железа ( $Fe^{+3}$ ),
- при рН от 8 до 8,5 образуется легко окисляющийся осадок  $Mn(OH)_2$ .

Ученые также находили железомарганцевые конкреции в отдельных местах океанского дна, содержание марганца в них достигало до 45 % [2, 3]. На территории РФ наибольшее содержание марганца в конкрециях зафиксировано в Черном и Балтийском морях [4].

Миграция марганца в подземные и поверхностные воды обусловлена вымыванием его из горных пород. Наличие в воде поверхностных источников

растворенного кислорода воздуха способствует постоянному окислению соединений марганца до нерастворимых форм, которые осаждаются на дно. В связи с этим наблюдается существенное различие в концентрациях марганца непосредственно в воде ( $10^{-7}$ – $10^{-5}$  %) и в донных отложениях (до 0,3 %) [1].

Помимо этого, наличие тех или иных соединений марганца в природных водах определяется в зависимости от питания водоема и водообмена, а также антропогенной нагрузки. В случае наличия гумусовых соединений возможно образование комплексных органических соединений, в том числе и коллоидных.

Исследования качества поверхностного источника по показателю «марганец» на различных участках реки Амур показали, что концентрация марганца также существенно зависит от поступления вод от крупных притоков. По результатам исследований отмечено значительное изменение содержания марганца в воде Амура как вдоль течения реки, так и по гидрологическим створам. Определяющим во многом стал правый приток Амура – река Сунгари, характеризующаяся высоким содержанием взвешенных форм марганца (до 94,5 % от общего количества). До впадения р. Сунгари распределение марганца в придонном и поверхностном слоях было незначительным, после впадения содержание марганца было выше в водах по правому берегу и до середины реки [5].

Исследования миграционных путей растворенных металлов в поверхностных водах р. Казанки и ее притоков позволили установить тесную корреляцию между содержанием растворенных форм меди и марганца и величиной их относительной подвижности в почвах и породах водосборного бассейна [6].

Производство питьевой воды гарантированного качества является приоритетной задачей для всех ресурсоснабжающих организаций. Тщательное изучение особенностей возникновения марганца в природных водах и формирования его соединений несомненно является важным фактором при выборе технологии водоподготовки. В связи с этим выбор применяемых методов для успешной реализации задачи деманганации воды в разных регионах может существенно отличаться и требует дальнейшего изучения.

### Список литературы

1. Золотова Е.Ф. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода / Е.Ф. Золотова, Г.Ю. Асс. – М.: Стройиздат, 1975. – 176 с.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах / А.П. Виноградов; науч. ред. Е.М. Коробова. – М.: РАН, 2021. – 298 с.
3. Кожина Л.Ф. Марганец и его соединения: учебно-методическое пособие для студентов направления «Педагогическое образование» профиль «Химия» / Л.Ф. Кожина. – Саратов: Электронный ресурс, 2017. – 50 с.
4. Иванова А.М. Шельфовые железомарганцевые конкреции – новый вид минерального сырья / А.М. Иванова [и др.] // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2006. – № 6. – С. 14-19.
5. Левшина С.И. Распределение марганца в поверхностных водах среднего и нижнего Приамурья / С.И. Левшина // Тихоокеанская геология. – 2012. – Т. 4, № 4. – С. 113-119.

6. Иванов Д.В. Оценка вклада загрязняющих веществ в формирование качества вод реки Казанка / Д.В. Иванов [и др.] // Сборник трудов IX Международного Конгресса «Чистая вода. Казань». – Казань, 2018. – С. 114-118.

## **КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯВЛЕНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**

В.И. Осика, С.В. Бехтерев, А.Д. Жигалин  
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,  
г. Москва

*Аннотация.* Рассматривается применение в штольне Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерных исследований РАН комплекса высокоточной аппаратуры, разработанного в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. Задачей комплекса является регистрация возмущающих деформационных воздействий с целью повышения точности измерения физических процессов, происходящих в условиях штольни глубокого заложения, что позволит развивать новые направления фундаментальных исследований как земной, так и астрофизики.

Глубоко в толще горы Андырчи, входящей в Кавказский хребет Приэльбрусья расположена Баксанская нейтринная обсерватория Института ядерных исследований РАН. В четырехкилометровых штольнях горы, проложенных под четырехкилометровой толщей базальтовых вулканических пород установлен комплекс уникальной геофизической аппаратуры, позволяющий проводить междисциплинарные исследования на стыке фундаментальной физики, астрофизики и геофизики. Только в условиях лаборатории сверхглубокого залегания возможно исследование таких почти неуловимых элементарных частиц как нейтрино. Зарождаясь в глубине звезд, эти частицы движутся со скоростью света и пронизывают все космические объекты, практически не вступая во взаимодействие с другими элементарными частицами. Другим направлением является исследование гравитации с помощью гравитационной антенны, что позволит выявить «пульсации» в ткани пространства времени, вызванные ускорением таких массивных объектов как черные дыры, нейтронные звезды и белые карлики. Гравитационные волны распространяются со скоростью света и вызывают растяжение и сжатие пространства-времени. Эти волны были предсказаны Эйнштейном еще в 1916 году, однако лишь в 21 веке технологии стали достаточно развиты, чтобы их обнаружить. Гравитационные волны также способны произвести революцию в нашем понимании Вселенной таким образом, который мы еще не можем себе представить. С разработкой новых и более чувствительных детекторов ученые смогут обнаружить гравитационные волны от более широкого круга источников, включая сверхновые, бинарные системы и даже сам Большой взрыв.

В штольнях обсерватории есть все условия для исключения влияния техногенных возмущений. Однако, хотя горы Кавказского хребта относятся к

«спящим» вулканам, они являются живым объектом, в котором продолжают происходить деформационные процессы типа растяжение-сжатия, наклоны и сейсмические колебания. Наблюдение за этими процессами позволит повысить точность измерений исследуемых явлений фундаментальной физики.

В Институте физики Земли РАН разработаны высокоточные датчики-инклинометры ИН120, позволяющие измерять наклоны с разрешающей способностью порядка 1/100 угловой секунды. К разработанному ООО «БАУ-Мониторинг» г. Москва контроллеру MS4812 можно подключить до 32 различных датчиков (наклонов, окружающей температуры и атмосферного давления). Данные измерений записываются на карту памяти. Датчики можно подключить и непосредственно к ноутбуку, что позволит с помощью удаленного доступа переписывать результаты наблюдений и оперативно обрабатывать информацию в условиях лаборатории ИФЗ РАН в г. Москве.

В настоящее время в штольне Баксанской обсерватории установлены шесть наклономеров на трех пикетах – на расстоянии 300, 1400 и 3800 метров от входа в штольню (портала). На каждом пикете установлено два наклономера, измеряющих наклоны по взаимно перпендикулярным направлениям (север-юг и восток-запад). Это позволит получить пространственную модель движения горных пород. Одновременно записываются и данные о температуре воздуха.

На расстоянии 1400 метров, в термостабильном отсеке установлен и высокоточный сейсмометр. Это позволит проанализировать сейсмические процессы, происходящие в земной коре за много сотен и тысяч километров от Приэльбрусья.

Работа данного измерительного комплекса началась с 2020 года и уже накоплен большой массив данных, позволяющий отследить динамику геофизических процессов, происходящих в базальтовых породах.

### Список литературы

1. Ландау Л.Д. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц // Теоретическая физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – Т. II. – 475 с.

2. Мизнер Ч. Гравитация / Ч. Мизнер, К. Торн, Дж. Уилер. – М.: Мир, 1977. – Т. 3., – 510 с.

3. Березинский В.С. Нейтринная астрофизика / В.С. Березинский. – М.: Знание, 1975. – 64 с.

4. Бехтерев С.В. Комплекс технических средств автоматизированной системы наблюдения за развитием деформационных процессов на экологически опасных объектах / С.В. Бехтерев, А.Б. Манукин, В.И. Ребров // Безопасность жизнедеятельности №8, 2007. – С. 39-45.

5. Бехтерев С.В. Метод выявления активных разломов и потенциально опасных зон на инженерных объектах и в земной коре / С.В. Бехтерев, А.Б. Манукин, В.И. Ребров // ГеоИнженеринг. Аналитический научно-технический журнал, №1(5), 2008. – С. 62-67.

## ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДОБАВКИ ДЛЯ КАУЧУКОВ

Е.А. Моргачева, И.Н. Пугачева, С.С. Никулин  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет  
инженерных технологий»,  
г. Воронеж

***Аннотация.** В работе представлен перспективный подход к переработке побочных продуктов нефтехимии. Переработка таких продуктов позволила получить олигомерные добавки, которые возможно применять в производстве эластомерных композиций. Показано, что изготовленные добавки могут выполнять роль пластификаторов при получении маслонаполненных каучуков.*

В настоящее время одной из интенсивно развивающихся отраслей является нефтехимическая промышленность. Предприятия этого профиля активно наращивают производственные мощности. Однако переработка нефти и последующее использование полученных продуктов в производстве полимерных материалов приводит к образованию и накоплению значительных количеств побочных продуктов и отходов, многие из которых и до настоящего времени не нашли своего применения [1]. В тоже время одними из марок маслонаполненных эмульсионных каучуков, выпускаемых промышленностью синтетического каучука, являются СКС-30 АРКМ-15 и СКС-30 АРКМ-27. В рецептуре их создания в качестве пластификатора применяется масло ПН-6, которое содержит в своем составе полициклические ароматические углеводороды, являющиеся токсичными веществами. Для повышения экологической безопасности производимой продукции целесообразно было бы рассмотреть возможность частичной или полной его замены на олигомеры, синтезированные из побочных продуктов и отходов нефтехимии.

Цель работы изучить возможность применения добавок на основе побочных продуктов нефтехимии в качестве пластификатора при производстве маслонаполненных каучуков.

Для исследований использовали масло ПН-6, стиролсодержащий олигомер, модифицированный гидропероксидом пинана (СОГП), эмульсионные каучуки марки СКС-30 АРК, СКС-30 АРКМ-15, СКС-30 АРКМ-27. С целью повышения равномерности распределения добавки в объеме полимерной матрицы, ее целесообразно вводить в виде водноолигомерной дисперсии (ВОД). Поскольку масло ПН-6 обладает повышенной вязкостью, то для хорошего его диспергирования и получения стабильной эмульсии на его основе, применяли растворитель – толуол (20 %).

Получение стабильной ВОД на основе СОГП и масла ПН-6 осуществляли в присутствии эмульгаторов (лейканола и канифольного мыла). Гомогенизацию проводили при постоянном перемешивании в течение 1-7 часов при температуре 55-65 °С [2]. Для исследования влияния полученных добавок (ВОД) на процесс создания эластомерных композиций их смешивали с каучуковым латексом СКС-30 АРК, а затем полученную смесь подвергали коагуляции по общепринятой методике с использованием в качестве коагулирующего агента водного раствора хлорида магния (12 % мас.) и подкисляющего агента 2,0 % мас. – водного



раствора серной кислоты. Содержание в каучуковой матрице масла ПН-6 и СОГПА выдерживали – 15; 27 % мас. на каучук. Анализ полученных данных показал, что дополнительное использование ВОД в качестве добавки положительно отражается на процессе выделения каучука из латекса и приводит к увеличению выхода образующейся крошки каучука за счет дополнительного вхождения в ее состав компонентов добавки, а также они полностью распределяются в полимерной матрице и отсутствуют в сточных водах.

Далее на основе полученных образцов каучука СКС-30 АРК, содержащего различные добавки были приготовлены резиновые смеси и вулканизаты, и исследованы их физико-механические свойства. Выявлено, что введение ВОД позволяет получить вулканизаты, основные показатели которых удовлетворяют требованиям ТУ. В тоже время наблюдается тенденция к повышению устойчивости к термоокислительному воздействию. Повышение устойчивости вулканизатов к термоокислительному воздействию свидетельствует о снижении потерь антиоксиданта в процессе получения эластомерных композиций, при введении его в составе ВОД. Данный прием введения антиоксидантов относится к перспективному направлению эффективного использования дорогостоящих противостарителей. Аналогичные данные были получены и в случае применения эмульсионного каучука СКС-30 АРКМ-27.

Таким образом, можно сделать выводы, что олигомеры, синтезированные из побочных продуктов и отходов нефтехимии можно применять не только в качестве добавок в эмульсионные каучуки, но и в качестве перспективных противостарителей. Переработка отходов и повышение технико-экономической эффективности производства резинотехнических изделий минимизирует антропогенное и техногенное воздействие на окружающую среду, что обеспечивает повышение уровня и качества жизни населения.

### **Список литературы**

1. Никулин С.С. *Композиционные материалы на основе бутадиен-стирольных каучуков* / С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, О.Н. Черных. – М.: «Академия Естествознания», 2008. – 145 с.
2. Пугачева И. *Композиционные материалы: получение, свойства и применение* / И. Пугачева, С. Никулин // LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017. – 219 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

Л.В. Кашинцева, Л.В. Котлеревская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье проведен обзор современных технологических решений в области очистки сточных вод горно-обогатительных комбинатов. В последние годы были разработаны десятки новейших методов и технологий в области водоподготовки, очистки сточных вод и складирования отходов предприятий, имеющих важное народнохозяйственное значение.

Вопросы эффективного и дешевого метода очистки промышленных стоков от тяжелых металлов и других загрязняющих веществ и дальнейшей их утилизации является в настоящее время актуальными.

Воды горно-обогатительных комбинатов (ГОК) содержат в своем составе загрязняющие вещества, которые перед сбросом в водоемы нуждаются в очищении, а уловленные вещества, по возможности, – во вторичной переработке.

Наиболее распространенными загрязнителями таких вод являются соединения хлора, серная кислота, растворимые соли, в основном сульфаты тяжелых металлов: железа, меди, цинка, сурьмы, кобальта, кадмия, марганца, никеля, свинца и пр. Кроме того, загрязнителями сточных вод ГОКов являются органические и неорганические флотационные реагенты. При флотации в качестве реагентов используют кислоты, фенолы, крезолы, фосфаты и другие органические соединения, а при обогащении углей – нефтепродукты. Помимо этого, в стоки обогатительных фабрик попадает пыль той породы, которую они обрабатывают. Однако часто наиболее опасны не основные компоненты руды, а их примеси, и поскольку их состав для каждого месторождения индивидуален.

Такие воды без предварительной очистки и нейтрализации не могут быть использованы в промышленных и бытовых целях.

Обогащение на горно-обогатительных комбинатах состоит из следующих этапов:

1. Мокрая магнитная сепарация. Применяется, если извлекаемая руда обладает магнитными свойствами. Поэтому за счет процесса мокрой магнитной сепарации происходит обогащение черного концентрата. Сепарация производится с помощью валковых электромагнитных сепараторов типа ЭВМ. Однако мокрая магнитная сепарация, как правило, недостаточно эффективна и не дает возможности достичь максимум вещества в конечном продукте.

2. Сухая сепарация. Для увеличения извлекаемого вещества из отходов мокрой магнитной сепарации используется сухая магнитная сепарация, которая осуществляется на валковых электромагнитных сепараторах типа 2ЭС-36/100. Конечный продукт - готовый рудный концентрат, содержащий в своем составе не менее 90 % извлекаемого вещества [4].

Кроме вышеперечисленных основных операций в технологии обогащения также используются следующие вспомогательные операции: обезвоживание и сушка, которые выполняются с помощью барабанных печей, вакуум-фильтров и обезвоживающих конусов.

Хвосты обогащения (промышленный продукт с низким содержанием извлекаемого вещества) направляются по трубопроводу в хвостохранилище. Вода для гидроразмыва рудных песков и транспортировка их с пруда-отстойника на обогатительную фабрику представляется насосной станцией оборотного водоснабжения. От фабрики вода транспортирует хвосты, которые под собственным весом оседают в ложе хвостохранилища, а вода после отстоя снова подается в технологический процесс.

Таким образом, работа горно-обогатительного комплекса осуществляется по замкнутому циклу.

Производственное водоснабжение карьеров неразрывно связано со схемой

водоснабжения обогатительных фабрик и является составной частью всей системы замкнутого оборотного водоснабжения комплекса. Осветленная вода с помощью насосной оборотной станции водоснабжения по трубопроводам направляется на карьер к убойным установкам, а затем на обогатительную фабрику. После обогащения рудных песков гравитационными методами вода, вместе с хвостами обогащения, попадает в хвостохранилище [1].

Некоторыми авторами была сделана попытка заинтересовать промышленников в создании замкнутых бессточных систем водопользования предприятиями, промышленными и бытовыми узлами путем использования разнообразных технологий по комплексным схемам очистки всех сточных вод каждого предприятия. Предложенные обобщенные схемы одновременной комплексной очистки всех сточных вод из единого сточного канала-коллектора предприятия, а не из отдельных технологических участков, не нашли широкого применения [2].

На основе анализа мировых технологий для утилизации шахтных вод предложено применять комбинированную схему очистки с использованием на начальной стадии установок обратного осмоса, а на завершающей стадии (при испарении образующихся концентратов с содержанием более 80 г/л) – испарительно-кристаллизационных установок, работающих по методу термодистилляции. Применение комбинированной схемы очистки шахтных вод позволяет получить воду с заданными параметрами для использования в оборотных циклах горно-металлургических предприятиях, а также делает невозможным образование жидких высокоминерализованных отходов. Таким образом, решается проблема загрязнения окружающей среды.

Наибольших успехов в отношении очистки шахтных вод ранее добились коллективы угольных шахт Донбасса, где рудничные воды подразделены на три группы, используемые для технологических и бытовых нужд, а также в сельском хозяйстве [3].

Для складирования отходов горно-обогатительных комбинатов предложена технология «картового намыва» [3], позволяющая:

- создать упорную призму, формирующуюся в процессе намывания;
- обеспечить фракционирование хвостов на намывном пляже, что повышает устойчивость хвостохранилищ;
- организовать в пределах карт карьеры хвостов, из которых строятся плотины;
- обеспечить более высокую консолидацию хвостов и их прочность путем превышения замываемых карт над уровнем воды в чаше хвостохранилища;
- улучшить экологическую ситуацию на хвостохранилищах путем ограничения опыления хвостов частичным подтоплением карт водой;
- организовать циклически потоковую технологию намывания карт и их строительства.

В Германии большинство обогатительных фабрик, подключены к канализационной системе (косвенный сброс сточных вод). Значительные сезонные и производственные колебания состава и концентрации требуют

очистных сооружений предприятий высокой гибкости. Независимо от следующей ступени очистки сточные воды должны сначала подвергнуться механической очистке. Для отделения твердых веществ предлагаются просеивающие установки. Промывные воды должны к тому же проходить через песколовки. Помимо неорганических примесей, в сточных водах присутствуют органические флотоционные реагенты, которые также должны быть удалены из стока. Чаще всего для этого применяют биологические очистные сооружения. Дополнительно перед биологической очисткой, как правило, требуется нейтрализация. Сточные воды очищаются анаэробным и (или) аэробным методом. Хорошо зарекомендовал себя комбинированный анаэробно-аэробный метод. Также на обогатительных предприятиях широко внедрены мембранные технологии для очистки воды, позволяющие запустить систему вторичного использования воды и тем самым кардинально сократить водопотребление [4].

Финляндии удалось за последние 30 лет добиться существенного понижения водопотребления в производственных процессах. Этому способствовало внедрение оборотных систем и использование воды в замкнутом цикле. На предприятиях стали более эффективно тратить сырье, реагенты, красители, фильтры и т.д. Кроме того, благодаря строительству биологических очистных сооружений, нагрузка на водоемы вредными веществами стала сокращаться. В первую очередь это коснулось понижения органических веществ и твердых суспензий.

Для нейтрализации и удаления тяжёлых металлов, а также для обезвреживания других сопутствующих загрязнителей, таких как органические соединения, фосфаты и пр. на ГОК использует ФФГ (ферроферригидрозоль) метод очистки. ФФГ – метод очистки сточных вод, основанный на использовании электрогенерированного коагулянта [5]. Суть метода в том, что в отдельном электролизере проводится анодное растворение металлических отходов с получением суспензии электрогенерированного коагулянта, которая затем направляется в реактор, где происходит её смешение с очищаемым стоком [6]. В настоящее время ФФГ методом обезвреживают свои стоки большинство предприятий в странах СНГ и Европы. Технология очищения сточных вод с применением данного метода прошла лабораторные и производственные испытания в сертификационных лабораториях разных стран, а также проверена комитетами охраны природы Испании, Швеции, Польши, Чехии и ряда других стран.

Научные и технологические разработки в сфере методик очистки сточных вод идут активно, есть и ноу-хау, и отработанные уже технологии (методы механической, химической, физико-химической и биологической водоочистки). Вопрос в том, чтобы найти оптимальную схему для конкретного ГОКа.

Поскольку сточные воды обогатительных предприятий загрязнены огромным количеством химических соединений и требуют очистки перед сбросом в водоёмы – проблема вырисовывается чрезвычайно серьёзная. И поскольку каждое такое производство отличается уникальными технологиями, объемом и составом загрязнений, имеет географическую и геологическую специфику – данная проблема кардинально не решена ни в России, ни в мире.

Ведь даже на тех комбинатах, которые работают со сходными видами сырья и по близким технологиям невозможно отработать единую, универсальную схему очистки сточных вод.

Необходимо также учитывать, что затраты на очистку сточных вод растут экспоненциально с ростом степени очистки. Инвестиции в утилизацию сточных вод не должны сделать экономически бессмысленным само производство. Поэтому при очистке сточных вод хозяйственного объекта необходимо следовать принципу разумной достаточности.

### Список литературы

1. Балакирев В.Ф. *Обработка агрессивных промышленных стоков* / В.Ф. Балакирев, В.И. Аксенов, И.И. Ничкова, В.В. Крымский. – М.: РАН, 2019. – 115 с.

2. Аксенов В.И. *Проблемы водного хозяйства металлургических, машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий: Монография* / В.И. Аксенов, В.Ф. Балакирев, А.А. Филиппенков; Рос. акад. наук. Урал. отд-ние, Ин-т металлургии. Екатеринбург, 2002. – 264 с.

3. Грищенко С.В. *Гигиеническая оценка состояния окружающей среды Донецкой области: проблемы, факторы риска и территории повышенной экологической опасности* / С.В. Грищенко, Ю.О. Ищейкина // *Медицинские перспективы*. – 2009. – Т. 14, № 3. – С. 109-116.

4. Вертинский А.П. *Физико-химические методы очистки сточных вод: проблемы, современное состояние и возможные пути усовершенствования* / А.П. Вертинский // *Инновации и инвестиции*. – 2019. – № 11. – С. 257-261.

5. *Эффективная очистка сточных вод с помощью наноконпозиции ФФГ. Часть 1. Существующие методы очистки промышленных стоков.* [Электронный ресурс]-Режим доступа: <https://ostec-etc.ru/upload/iblock/63f/Технологии.pdf?usclid=m2uce9h64723423676> (дата обращения 15.10.24)

6. *Очистка сточных вод с применением инновационных методов.* [Электронный ресурс]-Режим доступа: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F592287619/ESU\\_12482583.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F592287619/ESU_12482583.pdf) (дата обращения 15.10.24)

## МЕТОДЫ РАЗРЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Л.В. Кашинцева, Л.В. Котлеревская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** Практически во всех странах в последние годы применяют практику, когда проектирование технических объектов начинается с оценки потенциальных рисков для природы. При невозможности получить нужные значения экологической нагрузки в технологический цикл строящегося объекта вносят соответствующие изменения или корректировки. В статье рассмотрены методы, позволяющие уменьшить негативные воздействия того или иного технического объекта на окружающую среду.

Любой технический объект, инженерная сеть или промышленное предприятие при строительстве и эксплуатации могут вызвать чрезвычайное разнообразие экологических и климатических изменений. Практически невозможно осуществлять крупные промышленные, социальные или экономические разработки, не нанося ущерба окружающей среде. Для уменьшения всевозможных негативных воздействий на окружающую среду разрабатываются планы мероприятия по предотвращению и нивелированию неблагоприятных воздействий.

Еще на этапе планирования оценки воздействия инженерного объекта на окружающую среду идет сбор объективной информации по данному объекту, учитываются субъективные мнения специалистов-экологов. На основании анализа полученной информации принимаются соответствующие меры. Существует три типа планируемых ответных мер для снижения воздействия на окружающую среду при проектировании объекта:

1) внесение изменений в проектирование и строительство хозяйственного объекта позволяет избежать ущерба. Часто это может привести к значительным затратам, в том числе к отмененным проектам.

2) разработка и внедрение мер по смягчению последствий ущерба для окружающей среды [1]. Смягчение последствий – это стратегия, направленная на снижение интенсивности экологического ущерба. Меры по смягчению последствий являются наиболее распространенными механизмами, с помощью которых решаются конфликты в ходе оценок воздействия на окружающую среду.

3) третий ответный план заключается в том, чтобы позволить минимизировать экологический ущерб. Этот выбор является общим, потому что не все экологические последствия могут быть минимизированы.

Правильно проведенная оценка воздействия может помочь лицам, принимающим решения, понять масштабы и важность этого ущерба и решить, являются ли они приемлемыми. В настоящее время для того, чтобы обеспечить экологическую безопасность территории и сохранить ее природный потенциал проводят процедуру экологической экспертизы.

Существуют два типа экологических экспертиз: государственные и общественные. Экологическая экспертиза – комплекс мероприятий по выявлению соответствия любому объекту или виду деятельности, утвержденным требованиям, а также возможности осуществлять эксплуатацию объекта без негативного воздействия на окружающую среду.

Нормы экологической экспертизы регламентируются положениями Федерального закона №174-ФЗ от 23.11.1995 года «Об экологической экспертизе». Основная цель экологической экспертизы – не только сохранить природный потенциал, но и обеспечить экологическую безопасность населения. В соответствии с действующим законодательством такую экспертизу можно проводить как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Инициатором экспертизы экологической безопасности может выступать как государственный орган, так и общественная организация либо частное лицо. Соответственно, первый случай будет государственным (федеральным),

второй – общественным [2]:

Проведение федеральной экологической экспертизы обязательно для таких объектов, как:

- проектная документация в области охраны окружающей среды, утвержденная органами государственной власти;
- федеральные программы, которые предусматривают строительство или эксплуатацию объектов, расположенных в природоохранных зонах и оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;
- проектная и техническая документация, затрагивающая использование новых технологий, представляющую потенциальную опасность для окружающей природной среды;
- проекты о изменении государственных природных заповедников (заказников) в национальные парки [2];
- документы, касающиеся экспертизы для объектов, указанных в Законах «О континентальном шельфе Российской Федерации», «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации», «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации»;
- вышеуказанные объекты, ранее прошедшие экспертизу и получившие положительное заключение, в случае прохождения доработки или истечения срока действия заключения.

Объектом общественной экологической экспертизы может выступать любой объект, вызывающий какие-либо опасения, в том числе:

- объекты строительства или реконструкции на государственных участках;
- оборудование и техника;
- земельный участок;
- офисное или производственное помещение;
- социальный объект;
- проектная документация и пр.

Общественные экспертизы проводятся независимыми частными организациями, имеющими соответствующие сертификаты, квалификации и соответственно право на такие работы.

Существует довольно много методов экспертизы экологических объектов, однако подходящую методику экспертизы специалисты подбирают для каждой конкретной ситуации в индивидуальной форме, учитывая особенности и сложность рассматриваемого объекта. В некоторых случаях достаточно какой-то одной методики, иногда приходится применять сразу несколько.

В ходе проведения экологической экспертизы специалисты проводят мероприятия по:

- микробиологическому, химическому, иному анализу воздуха в производственном помещении или территории объекта;
- измерению уровней электромагнитного и иного излучения;
- измерению влажности воздуха и температуры;
- измерения циркуляции и вентиляции воздуха в производственных помещениях объекта;
- определению возможных источников радиационного излучения;

- проведению каких-либо специальных мероприятий по требованию заказчика экспертизы.

Наиболее распространенными методами разрешения проблем экологического характера являются [3]:

- анкетирование – или опрос в письменной форме;
- интервьюирование – устный опрос в форме беседы;
- дельфи метод – процедура многотурового анкетирования, которая обрабатывает и передаёт результаты каждого тура экологических специалистов, работающих засекречено по отношению друг к другу;
- мозговые штурмы – групповые обсуждения, чтобы получить новые варианты решения задач;
- дискуссия – применяется для открытого коллективного обсуждения рассматриваемого вопроса.

Экологические консультанты также могут проводить научный экологический мониторинг на существующих объектах и, при необходимости, рекомендовать методы ликвидации последствий от загрязнений и ущерба, вызванных несоответствующими проектами.

Мониторинг необходимо осуществлять для оценки фактического воздействия проекта, обеспечения соблюдения экологических норм, наблюдения и смягчения любых непредвиденных последствий, а также сравнения реального ущерба с прогнозируемым. Мониторинг может включать измерение уровней химических выбросов в воздух, воду или почву, наблюдение за реакцией растений и животных на объекте или обследование состояния здоровья сотрудников и соседних жителей объекта. Социально-экономические последствия, такие как повышенная загруженность дорог или ограниченная доступность воды для окружающих сельскохозяйственных и муниципальных нужд, также включаются в соответствующие схемы мониторинга. Прогнозы, изложенные в предпроектной оценке воздействия на окружающую среду, как правило, определяют структуру программ мониторинга. Программы мониторинга должны быть гибкими и адаптивными, поскольку часто происходят «сюрпризы» или непредсказуемые изменения в окружающей среде. В этом смысле оценка воздействия на окружающую среду представляет собой непрерывный процесс [4].

Аналитическое исследование является еще одним этапом экологической экспертизы. Исследовательская группа, которая была создана после предварительной оценки, может участвовать в дискуссиях с разработчиками, инвесторами, научными учреждениями, местными жителями и т.д. Она, как правило, изучает и решает все важные вопросы и проблемы, поднятые различными группами консультантов.

После того, как определение масштаба воздействия закончено, начинается основная процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). В основном, ОВОС пытается ответить на следующие вопросы:

1. Каковы потенциальные масштабы негативного воздействия проекта на окружающую среду и на человека и биоту?
2. Каковы потенциальные негативные изменения и масштабы этих изменений? В какой мере такие изменения имеют значение?



3. Что можно сделать с этими изменениями? Как возможно минимизировать негативные воздействия или не допустить их образования? Каким образом лица, принимающие решения, должны быть проинформированы об этих изменениях?

В ходе ОВОС рассчитываются основные воздействия на окружающую среду, такие как изменение качества воздуха, водных объектов, почв, уровня шумового загрязнения, воздействие на дикую природу, воздействие на биоразнообразие.

Ответы на эти вопросы составляют так называемый «прогноз» в процессе ОВОС. Прогноз научно характеризует воздействие как количественно, так и качественно. Здесь мы отмечаем, что методы прогнозирования предполагают некоторую степень неопределенности.

За прогнозом следует оценка. В этой части оценивается прогнозируемое негативное воздействие и определяется, можно ли его существенно смягчить.

Такая мера может включать в себя изменение объекта проекта, методов эксплуатации, видов сырья, утилизации выбросов, сбросов загрязняющих веществ, утилизации отходов, внедрение инженерных решений, конструкций для снижения негативного воздействия, озеленение территорий, и т.д. Одновременно рассчитывается компенсация за поврежденные ресурсы, пострадавших лиц и т.д.

После определения мер по смягчению последствий и затрат, следующей частью является документация, которая называется Отчет об ОВОС. В отчете содержится резюме проекта, описание предлагаемого развития, основные экологические проблемы, воздействие на окружающую среду, прогнозирование, меры по смягчению последствий и т.д., обсуждение процесса ОВОС для широкой общественности.

Таким образом, решение проблемы обеспечения экологической безопасности хозяйственных объектов непосредственно связано с системой государственного управления, степенью обоснованности и целеустремленности экологической политики в государстве.

### **Список литературы**

1. Колесников Е.Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для вузов / Е.Ю. Колесников, Т.М. Колесникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 471 с.

2. Калюжина Е.А. Экологические особенности воздействия полигонов твердых бытовых отходов на состояние окружающей среды в районах их расположения / Е.А. Калюжина, Н.С. Самарская // Инженерный вестник Дона. – 2014. – Т. 30, №. 2.

3. Васильева Е.А. Как организовать общественный экологический мониторинг: Руководство для общественных организаций / Е.А. Васильева [и др.]; под ред. М.В. Хотулевой. – М.: Социально-экологический Союз, 1997. – 256 с.

4. Кудрявцева О.В. Методика и практика оценки воздействия на окружающую среду. Проектная документация / О.В. Кудрявцева, Т.Н. Ледащева, В.Е. Пинаев. – Издание 3-е, исправленное и дополненное. – М., 2023. – 172 с.

# КАТЕНАРНАЯ РЕШЕТКА: СОВРЕМЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СЛОЖНОГО СТОКА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

Л.В. Кашинцева, Л.В. Котлеревская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрено современное решение для очистки сложного стока горно-обогажительных комбинатов. Предварительная механическая очистка сточных вод с помощью решеток является ключевым элементом технологической цепочки очистки сточных вод. Рассмотрена модернизированная грабельная решетка фирмы ЭКОТОН.

Многие проблемы эксплуатации очистных сооружений связаны с неудовлетворительной механической очисткой сточных вод. Недостаточная эффективность улавливания механических примесей, содержащихся в поступающей на очистку сточной жидкости, отрицательно влияет на работу всех ступеней очистных сооружений.

Для очистки технологических вод горно-обогажительных комбинатов используются физико-химические и биологические методы. Технические сооружения, которые обеспечивают водоочистительные процессы довольно часто трудно контролировать и поддерживать в них технологические процессы в оптимальном рабочем диапазоне [1].

Идея интенсификации процессов очистки воды горно-обогажительных комбинатов заключается в дозировке необходимой количества реагента, оптимальной скорости фильтрации, управления последовательностью и длительностью циклов, определении момента достижения грязеемкости каждого из водоочистных фильтров (биофильтров) и перевод их в режим регенерации и т.д.

Первым этапом механической очистки является предварительная очистка стоков от больших и мельчайших включений.

Инженерами был разработан широкий ассортимент комплексных решений на базе канализационных механизированных решеток.

Выпускаются следующие типы механизированных решеток:

- канализационные рельсовые механизированные решетки грабельного типа (циклические стержневые решетки);
- пруточные решетки;
- катенарные решетки;
- ступенчатые механизированные решетки тонкой очистки;
- крючковые решетки;
- решетки-дробилки (с фильтрующим барабаном; без фильтрующего барабана; для установки в канал; для установки на стену канализационной насосной станции; для установки в напорную линию подачи стоков (in-line исполнение));
- решетка винтовая отжимная (шнековая);

- решетка с барабаном из трехгранного профиля (барабанная решетка с подачей стоков снаружи на барабан);
- решетка канализационная механизированная щеточная барабанного типа неподвижным ситом;
- роторная барабанная механизированная решетка (барабанная решетка с подачей стоков внутрь барабана);
- решетки канализационные малые стержневые с обратной мерой граблины;
- решетка винтовая отжимная с вращающимся барабаном.

Так, например, долгое время хорошо справлялись со своими задачами грабельные решетки.

Однако со временем сток стал намного более сложным. Это привело к тому, что сточные воды неизбежно стали содержать значительное количество мусора самых разных размеров и физических свойств.

Современная решетка должна эффективно удалять из сточных вод мусор как крупный, так и мелкий, а также твердый и нитевидный (навивающийся), и при этом сохранять свою пропускную способность. Последние несколько лет инженеры производственной фирмы ЭКОТОН задавались целью модернизировать грабельные решетки и сделать их более эффективными, надежными, производительными. Богатейший опыт в области механической очистки стоков помог сформулировать основные принципы будущей решетки [2]:

- траектория прохождения граблин не должна быть жестко заданной: нужно дать грабельному механизму возможность самому подстраиваться под различные загрязнения и нагрузки;
- граблина должна быть достаточно широкой, чтоб максимально исключить обвивание ее матерчатыми включениями;
- конструкция всей решетки должна остаться простой и надежной;
- фильтрующее полотно должно эффективно очищаться для стабильной пропускной способности;
- необходимо использовать другие способы улучшения пропускной способности: снижение порога в нижней части решетки, изменение угла наклона, применение гидродинамически благоприятных профилей для изготовления фильтрующего полотна;
- решетка должна обладать большим ресурсом.

После ряда экспериментов перечисленные принципы воплотились в виде нового оборудования – катенарной решетки. Особая конструкция цепного механизма решетки обеспечивает ее работу без заклинивания, а также без необходимости обслуживания в канале (рис.1)

Работа катенарной решетки строится на гибкости грабельного механизма и настроена на устранение загрязнений разного размера. В конструкции решетки нет направляющих, которые задают жесткую траекторию движения цепи и граблин, эффективный прижим осуществляется благодаря особой конструкции грабельного механизма. Цепь не закреплена в придонной части механизма, что позволяет избежать заклинивание механизма.

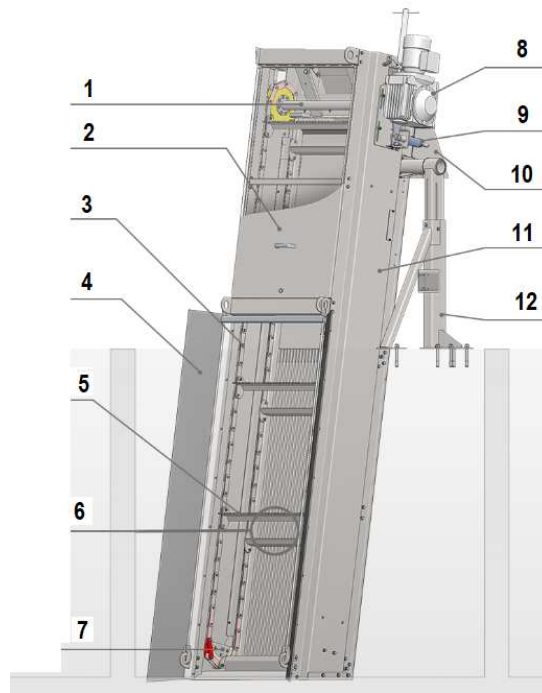


Рис. 1. Катенарная грабельная решетка фирмы ЭКОТОН [2]:

- 1 – приводной вал со звездочками, 2 – защитный кожух решетки, 3 – цепь, 4 – уплотняющий экран, 5 – граблина, 6 – фильтровальное полотно, 7 – нижние направляющие цепи, 8 – электропривод, 9 – механическая защита, 10 – сброс, 11 – рама, 12 – опора

Рассмотрим ее отличительные черты.

- Цепной механизм с граблинами образует эластичную подвижную конструкцию, которая может подстраиваться под различные размеры включений, не требует в подводной части направляющих элементов и роликов. При этом вся конструкция решетки проста. Достигается это благодаря применению цепи с ограниченной артикуляцией. Приводит механизм в движение тихоходный привод 1,5-2 об/мин (в зависимости от модели), что нацелено на увеличение ресурса подвижных частей.

- Увеличена ширина граблин и изменена конструкция сбрасывателя, благодаря чему улучшен съём мусора с граблин. В одной установке могут быть использованы граблины разных конструкций, которые отличаются функциональным назначением и делают всю установку универсальной.

- Улучшена пропускная способность: изменен стандартный угол установки с 80 до 60 градусов, минимальный порог в нижней части решетки.

Помимо этого, катенарная решетка обладает следующими характеристиками:

- Каплевидный обтекаемый профиль прутьев фильтрующего полотна улучшает пропускную способность решетки и снижает вероятность засорения по сравнению с плоским профилем;

- Прозор между прутьями составляет 6-50 мм, может быть и больше;

- Материалы исполнения AISI304, AISI316, окрашенная углеродистая сталь.

Как и классическая конструкция, катенарная решетка управляется по времени и по уровню воды в канале. Имеет защиту по превышению момента привода.

Успешные испытания катенарных решеток прошли на водоканалах в течение нескольких месяцев, и первые серийные образцы уже работают, удаляя мусор, упрощая перекачку и очистку сточных вод [3].

Преимущества катенарной решетки:

- увеличенная пропускная способность решетки за счет стандартного куда наклона холста с 80 до 60 градусов;
- улучшенный захват и сброс разнородных включений за счет высоких граблин и специальной конструкции сбрасывателя;
- стойкость к износу за счет применения термически укрепленных сталей и износостойких пластиков в узлах трения;
- более длительный срок эксплуатации движущихся элементов за счет низкой скорости движения механизма и небольшого шага между граблинами;
- снижение гидравлического сопротивления на 15-30 % за счет применения гидравлически обтекаемых профилей прутьев фильтрующего полотна;
- простота обслуживания. Решетка практически не требует обслуживания, а при необходимости возможно ее обслуживание без демонтажа из канала.

Оборудование для обезвоживания осадка сточных вод. Мультидисковые шнековые обезвоживатели осадка – дегидраторы ЭКОТОН-TSURUMI PUMP. Дегидраторы предназначены для механического обезвоживания производственных осадков, городских и хозяйственно-бытовых сточных вод. Рекомендуются для обезвоживания осадков сточных вод на очистных горно-обогатительных комбинатах.

Преимущества применения дегидраторов:

- компактность;
- низкое энергопотребление;
- низкий расход флокулянта;
- малый расход промывной воды;
- обезвоживание разных видов флотошамов;
- обезвоживание масляных и нефтесодержащих шамов;
- обезвоживание осадка, содержащего песок, другие минеральные абразивные вещества;
- практически бесшумны;
- выполнены полностью из нержавеющей стали AISI 304;
- работа в автоматическом режиме.

Увеличение эффективности решеток не только позволяет снизить эксплуатационные затраты на очистку сточной жидкости, но часто является необходимой предпосылкой для реализации технологических схем, отвечающих современным и перспективным требованиям по качеству очистки. Таким образом, интенсификация работы по очистке сточных вод с применением катенарных решеток с учетом принципов дифференцированного водопользо-

вания, позволит выполнить следующие важные задачи: снизить последствия действия негативных факторов окружающей среды и антропогенной деятельности на водную систему, получить экономию энергоресурсов и сократить расход воды на собственные потребности очистных сооружений горно-обогатительных комбинатов.

### Список литературы

1. Вильсон Е.В. Актуализация технологии очистки сточных вод на базе наилучших доступных технологий / Е.В. Вильсон, Д.А. Бутко // Вестник Евразийской науки. – 2019. – № 4. – С.2.

2. Экотон. Технологии и оборудование для очистки сточных вод. Грабельная решетка. [Электронный ресурс]-Режим доступа: <https://ekoton-service.ru/product/rake-type-bar-screens/> (дата обращения 20.10.24)

3. Гефке И.В. Реконструкция решеток на существующих очистных сооружениях канализации / И.В. Гефке, Н.И. Алешина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 2021. – № 4-1 (55). – С.12.

## К ВОПРОСУ О КИСЛОТНЫХ ДОЖДЯХ

В.Р. Крюкова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию такого явления как кислотные дожди. Анализируется материал многих источников по данному вопросу, проведен глубокий анализ.

Кислотные дожди представляют собой одну из наиболее актуальных экологических проблем нашего времени.

Вопросы и исследования на тему о кислотных дождях представляют особый интерес, являются актуальными и нуждаются в постоянной проработке специалистами в области химии, экологии, физике, архитектуре и ещё ряда других направлений.

Кислотные дожди – это атмосферные осадки, которые имеют низкий уровень рН, обычно ниже 5.6. Этот термин был введен в научный обиход в 1852 году английским химиком Сэрм Джоном Роулендсом, который впервые описал явление выпадения осадков с повышенной кислотностью.

Состав кислотных дождей формируется в результате химических реакций в атмосфере. Основные компоненты, способствующие их образованию, – это диоксид серы (SO<sub>2</sub>) и оксиды азота (NO<sub>x</sub>), которые выделяются в атмосферу в процессе сжигания ископаемых топлив, таких как уголь и нефть, а также в результате автомобильного транспорта и промышленных выбросов. В атмосфере эти вещества взаимодействуют с водой, кислородом и другими химическими соединениями, образуя серную (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и азотную (HNO<sub>3</sub>) кислоты, которые затем конденсируются в облаках и выпадают на землю в виде дождя, снега или тумана.

Условия, способствующие образованию кислотных дождей, включают интенсивную промышленную деятельность, особенно в районах с высокой плотностью населения и большим количеством автотранспорта. Географическое расположение также играет важную роль: регионы, находящиеся вблизи источников загрязнения, таких как заводы и электростанции, чаще подвержены кислотным дождям. К тому же, метеорологические условия, такие как высокая влажность и наличие ветров, которые переносят загрязняющие вещества на большие расстояния, способствуют распространению кислых осадков.

Кислотные дожди оказывают значительное влияние на экосистемы, нарушая кислотно-щелочной баланс почвы и водоемов, что может негативно сказаться на здоровье растений, животных и людей.

Проблема кислотных дождей начала активно обсуждаться в научных кругах с 1960-х годов, когда ученые начали отмечать, что увеличение кислотности осадков негативно сказывается на экосистемах, почвах и водоемах. В одной из первых статей на эту тему, опубликованной в журнале *\*Environmental Science & Technology\** (Saxe, H., et al., 1983), были представлены данные о том, как кислоты, содержащиеся в осадках, влияют на растительность.

Согласно исследованиям, проведенным группой ученых под руководством Я.М. Кузнецова, опубликованным в *\*Journal of Atmospheric Sciences\** (Kuznetsov, Y. M., et al., 2012), основными источниками серы и азота в атмосфере являются в первую очередь предприятия, использующие уголь и нефтепродукты, а также автотранспорт. Эти вещества, попадая в атмосферу, подвергаются окислению и соединяются с водой, что приводит к образованию кислот.

Кислотные дожди оказывают разрушительное воздействие на экосистемы. В 2019 году в журнале *\*Ecological Applications\** была опубликована статья, в которой описывался негативный эффект кислотных осадков на биоразнообразии в лесных экосистемах (Johnson, R. E., & Smith, A. J., 2019). Авторы исследования выяснили, что кислотность почвы существенно влияет на состав видов растений и млекопитающих, а также на жизнеспособность водоемов.

Кроме того, кислотные дожди могут влиять на здоровье человека. Как указывает исследование, опубликованное в *\*Environmental Health Perspectives\** (Zhang, X., et al., 2021), существует связь между повышенной кислотностью осадков и ростом заболеваемости респираторными заболеваниями в населенных пунктах, находящихся вблизи крупных промышленных объектов.

В ответ на угрозу, которую представляют кислотные дожди, были предприняты значительные усилия на международном уровне. Протоколы по сокращению выбросов серы и азота обсуждаются и принимаются на таких форумах, как Конвенция о долгосрочной трансграничной передаче загрязняющих веществ (CLRTAP). Исследования, проведенные по этому вопросу, например, в работе Г.Л. Тихоновой (Tikhonova, G.L., 2020), подчеркивают важность комплексного подхода к проблеме, включающего как технические, так и институциональные меры.

Кислотные дожди остаются серьезной экологической проблемой, требующей внимания со стороны ученых, государственных органов и общества в целом. Для того чтобы добиться значительных успехов в решении этой

проблемы, необходимо продолжать исследовать ее причины и последствия, а также разрабатывать и внедрять эффективные меры по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Сохранение экосистем и здоровья населения зависит от совместных усилий, направленных на минимизацию негативного воздействия кислотных дождей.

### Список литературы

1. Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере: учебник для вузов / К.И. Трифонов, В.А. Девисилов. – М.: Форум: Инфра-М, 2007. – 240 с.
2. Хаханина Т.И. Химические основы экологии: учебник для СПО / Т.И. Хаханина, Н.Г. Никитина, И.Н. Петухов. 3-е изд., пер. и доп. Электрон. дан. – М.: Юрайт, 2023. – 233 с.
3. Савинова Л.Н. Изучение механизма формирования кислотных дождей и анализ их влияния на протеазную активность почв и биопродуктивность растений / Л.Н. Савинова [и др.] Вестник Тульского государственного университета. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности / ТулГУ; под ред. Э.М. Соколова. – Тула, 2009. – Вып. 3. – С. 148-158. Библиогр.: с. 157-158.
4. Голополосова Т.В. Изучение влияния кислотных дождей на ферментативную активность почв / Т.В. Голополосова, Л.Н. Савинова // Вестник Тульского государственного университета. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности / ТулГУ; под общ. ред. Э.М. Соколова. – Тула, 2009. – Вып. 2. – С. 114-121.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРОДА

Ю.Н. Пушилина, Д.И. Щербакова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматривается взаимосвязь природных и антропогенных ландшафтов, актуальная проблема воздействия городского развития на экосистему, а также возможность создания решения для минимизации отрицательного воздействия на природу.

В современном мире вопрос сохранения экологического равновесия становится все более актуальным, особенно в контексте влияния городской застройки на окружающую природу. Взаимосвязь между природными и антропогенными ландшафтами в зоне влияния города является ключевым аспектом, определяющим состояние окружающей среды и качество жизни людей.

Исследование данной темы позволяет выявить не только негативные последствия городского развития для экосистем, но и возможности создания устойчивых решений для минимизации отрицательного воздействия на природу. Понимание динамики изменения ландшафтов под действием человеческой



деятельности поможет разработать стратегии устойчивого развития городских территорий, способствующие сохранению биоразнообразия и обеспечению благоприятных условий для жизни всех живых организмов.

Изучение взаимосвязи природных и антропогенных ландшафтов в зоне влияния города представляет собой важную задачу в современной науке. Природные ландшафты в окрестностях города подвергаются воздействию городской застройки, промышленных объектов и инфраструктуры, что приводит к изменению экологического баланса. Одновременно, антропогенные ландшафты составляют важную часть городской среды и взаимодействуют с природными компонентами.

Изучение взаимосвязи этих двух типов ландшафтов позволяет понять процессы, происходящие в окружающей среде, и разработать эффективные методы управления городской средой в целях сохранения ее устойчивости. Анализ изменений в природных и антропогенных ландшафтах в зоне влияния города может помочь выявить уязвимые точки, определить меры по минимизации негативного воздействия и способы адаптации к изменениям климата и другим факторам.

Изучение природных и антропогенных ландшафтов в контексте городской среды представляет собой многомерную задачу, требующую комплексного подхода и совместных усилий ученых, экологов, градостроителей и представителей власти. В дальнейшем исследовании этой проблематики могут быть выявлены новые способы улучшения качества окружающей среды и обеспечения устойчивого развития городских территорий.

Особенности формирования ландшафтов в зоне влияния города обусловлены сложным взаимодействием природных и антропогенных процессов. Городской ландшафт эволюционирует под воздействием застройки, дорожной сети, инфраструктуры и других объектов человеческой деятельности. При этом природные элементы, такие как реки, озера, леса и поля, участвуют в образовании уникальной городской экосистемы.

Процессы городской экспансии влияют на природные ландшафты, приводя к фрагментации и разрушению экосистем. Однако, в то же время, антропогенные ландшафты могут также способствовать увеличению биоразнообразия и созданию новых экологических ниш. Например, городские парки, сады и озелененные зоны могут стать местами для обитания редких видов растений и животных. При этом необходимо учитывать не только негативное воздействие города на окружающую среду, но и его потенциал в сохранении и укреплении природных ландшафтов.

В результате взаимодействия природных и антропогенных факторов в зоне влияния города формируются уникальные комплексы ландшафтов, где наблюдаются динамичные процессы между природными и городскими элементами. Понимание этой взаимосвязи позволяет разрабатывать эффективные стратегии устойчивого развития городских территорий с учетом сохранения природного баланса и экологической устойчивости.

Взаимосвязь природных и антропогенных ландшафтов в зоне влияния города оказывает значительное воздействие на окружающую среду. Городские

зоны часто принимают на себя функции жилого, промышленного и коммерческого развития, что приводит к изменению естественного ландшафта. Застройка территории, дорожное строительство, промышленные объекты и другая городская инфраструктура приводят к разрушению природных экосистем, нарушению водных и лесных ресурсов. В результате чего растения и животные вынуждены адаптироваться к новым условиям или мигрировать в более благоприятные места. Это приводит к дисбалансу в экосистемах, угрожая биоразнообразию окружающей среды. Таким образом, важно разрабатывать концепции устойчивого городского развития, учитывающие взаимосвязь природных и антропогенных ландшафтов, для сохранения экологического равновесия и качества жизни населения.

Стратегии устойчивого развития играют важную роль в сбалансировании взаимосвязи природных и антропогенных ландшафтов в зоне влияния города. Одной из таких стратегий является принятие во внимание экологических аспектов при градостроительном планировании. Это подразумевает применение принципов компактной застройки, озеленения городских пространств, сохранение природных зон и создание парков и садов для сохранения биоразнообразия.

Другой важной стратегией является разработка мер по уменьшению антропогенного воздействия на окружающую среду. Это включает в себя использование энергосберегающих технологий, водоохраны, внедрение мер по повышению общественного транспорта и ограничение использования личных автомобилей.

Кроме того, для обеспечения устойчивого развития необходимо активное взаимодействие местных органов власти, жителей города и экспертов в области экологии и градостроительства. Совместные усилия могут привести к созданию инновационных решений для поддержания равновесия между природными и антропогенными ландшафтами, что способствует сохранению экосистем и улучшению качества жизни городского населения.

При сохранении природных ресурсов в условиях городской застройки необходимо учитывать взаимосвязь природных и антропогенных ландшафтов в зоне влияния города. Таким образом, первоочередной задачей является оценка экологической устойчивости городской среды и определение ключевых природных ресурсов, оказавшиеся под угрозой из-за городского развития.

Для успешного сохранения природных ресурсов рекомендуется внедрять стратегии устойчивого использования земельных участков и рационального планирования территории. Это включает в себя создание зеленых зон и парковых массивов, сохранение водных ресурсов, а также охрану биоразнообразия и естественной растительности.

При проектировании городской застройки важно учитывать не только социальные и экономические аспекты, но и воздействие на окружающую среду. При строительстве новых объектов следует оценивать их воздействие на окружающие ландшафты, проводить анализ антропогенного давления на природные экосистемы.

Таким образом, особое внимание необходимо уделять сохранению природ-

ных экосистем в городской среде, а также восстановлению их при необходимости. Разработка и внедрение специальных программ по сохранению природных ресурсов будет способствовать улучшению экологической ситуации в городе и увеличению благоприятных условий для жизни человека и окружающей среды.

### **Список литературы**

1. Пушилина Ю.Н. *Разнообразие городской архитектурной среды* / Ю.Н. Пушилина, А.А. Керопян, А.С. Доля, К.И. Комиссарова // В сборнике: *Дизайн XXI века. Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием.* – Тула, 2024. – С. 38-46.

2. Пушилина Ю.Н. *Пространственное разнообразие и элементы ландшафта* / Ю.Н. Пушилина, О.С. Прошина // В сборнике: *Современные проблемы экологии. XXXI всероссийская научно-практическая конференция.* – Тула, 2024. – С. 63-66.

3. Черепанов К.А. *Учет влияния природных и антропогенных свойств территории при формировании и развитии городской среды* / К.А. Черепанов. – Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск. – 5 с.

4. Большаков А.Г. *Экологические предпосылки градостроительного проектирования* / А.Г. Большаков. – ИрГТУ, 2003. – 148 с.

5. Шинкин Р.С. *К вопросу об истории развития рекультивации* / Р.С. Шинкин. – 2014.

## **ПОДХОДЫ К МИНИМИЗАЦИИ ОТХОДОВ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

П.И. Пучкова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются подходы к минимизации отходов на этапе проектирования строительных объектов, приводятся данные по составу и характеристикам основных отходов.

Строительные отходы представляют собой значительную экологическую проблему в большинстве крупных городов. Согласно статистике, отходы, возникающие в процессе строительства и сноса, часто составляют от 10 до 30 % от общего объема отходов, которые попадают на свалки по всему миру.

Преыдуший опыт и проведенные исследования стали основой для создания ряда стратегий, направленных на предотвращение образования отходов в процессе строительства зданий. Эти стратегии, как правило, акцентируют внимание на эффективном управлении материальными ресурсами, что охватывает целый ряд связанных аспектов, включая оптимизацию закупок и заказов необходимых материалов, строгое соблюдение сроков поставки,

правильную организацию доставки, эффективное и рациональное хранение материалов. Также важным элементом является использование ресурсов с целью минимизации потерь, увеличение доли повторного использования, а также сокращение отходов упаковки и уменьшение других излишков, возникающих в ходе строительного процесса [1].

Хотя не существует единого общепринятого определения, строительные отходы можно условно охарактеризовать как мусор, возникающий в процессе строительства и сноса. В частности, строительные отходы представляют собой твердые отходы, не содержащие жидкостей и опасных веществ, в основном инертные материалы, образующиеся в ходе строительства различных сооружений, включая здания всех типов (как жилые, так и нежилые), а также дороги и мосты [2]. Строительные отходы не включают в себя такие материалы, как очистные средства, которые могут содержать опасные вещества, а также рыхлые асбестосодержащие материалы и свинец. Кроме того, к строительным отходам не относятся отходы красок, растворителей, герметиков и клеев. Также в эту категорию не попадают органические отходы, такие как остатки пищи или растительные материалы, а также мебель, бытовая техника и другие подобные предметы, которые не относятся к строительным процессам.

Хотя установить точные цифры относительно объемов строительных отходов, образующихся на строительных площадках, бывает довольно сложно, существует общее мнение, что значительная доля строительных материалов, а именно от 10 до 30%, оказывается выброшенной без какой-либо необходимости. Это может происходить по различным причинам, включая ошибки в расчетах, неправильную оценку потребностей в материалах, а также недостаточную организацию процессов на строительных объектах. В результате, такая неэффективность приводит не только к увеличению расходов, но и к негативному воздействию на окружающую среду, поскольку выброшенные материалы требуют утилизации и могут способствовать образованию мусора.

Причины, по которым в процессе различных строительных работ возникают разнообразные виды строительных отходов, можно разделить на четыре основные категории.

Первая категория включает в себя технологии строительства, которые могут влиять на количество и качество отходов, образующихся в ходе выполнения работ.

Вторая категория касается методов управления проектами, которые могут либо способствовать, либо препятствовать эффективному использованию ресурсов и минимизации отходов.

Третья категория охватывает используемые материалы, так как не все из них могут быть переработаны или утилизированы, что также влияет на общий объем отходов.

Четвертая категория связана с рабочими, их квалификацией и опытом, что может существенно сказаться на том, насколько эффективно они выполняют свои задачи и, соответственно, насколько много материалов оказывается выброшенным в процессе строительства. Таким образом, комплексный подход к анализу этих категорий может помочь в выявлении причин образования отходов

и разработке стратегий по их сокращению.

В жилом строительстве применяются как сборные технологии, так и методы монолитного железобетона. Сборные конструкции, производимые на заводе, почти не создают строительных отходов [3]. В то же время, технологии, применяемые непосредственно на стройке, приводят к потерям материалов, таких как арматура, древесина и бетон в процессе строительства. Предотвратить образование отходов на объекте при таком методе достаточно сложно.

На некоторых участках материалы и инструменты размещаются произвольно, что приводит к смешиванию неиспользованных ресурсов с отходами, которые затем вывозились как мусор. Это подчеркивает, что методы управления и контроля за отходами непосредственно влияют на объем отходов, образующихся на строительном объекте. Например, внедрение контейнеров для сбора мусора значительно упрощает процесс сортировки различных видов отходов. Отсортированные материалы становятся более удобными для переработки и повторного использования, что, в свою очередь, способствует снижению общего количества отходов на площадке и улучшению экологической обстановки. Эффективное управление отходами является ключевым аспектом в строительстве, поскольку оно позволяет не только минимизировать потери ресурсов, но и повысить общую эффективность работы на объекте.

При использовании строительных материалов на объектах возникает два основных типа отходов. Первый тип включает упаковку материалов, которая необходима для их защиты и сохранности во время транспортировки и хранения. Второй тип представляет собой отходы, образующиеся в результате применения самих строительных материалов на площадке.

Некоторые строительные материалы, такие как цемент, настенная плитка, бетонные гвозди, требуют специальной упаковки для предотвращения повреждений и обеспечения удобства при транспортировке. Эта упаковка может включать картонные коробки, пластиковые пленки и деревянные поддоны. Таким образом, упаковка становится неотъемлемой частью процесса работы с материалами и, в конечном итоге, перерабатывается в отходы во время распаковки на месте строительства.

Следовательно, управление отходами на строительной площадке требует внимания к обоим типам отходов, поскольку эффективная организация работы с упаковкой и остатками материалов может существенно снизить общий объем строительного мусора, а также повысить уровень экологической устойчивости проекта.

Процесс вывоза строительных материалов со складов на площадки осуществляется без достаточного контроля. В результате этого материалы размещаются в неорганизованном порядке, что создает дополнительные сложности в работе. Данная проблема особенно остро проявляется на крупных строительных проектах, а также в условиях, когда работы ведутся в срочном порядке.

С целью решения данной проблемы разрабатываемая система контроля за строительными материалами призвана обеспечить руководителей проектов эффективным инструментом для управления процессами, связанными с

материалами на строительных объектах. Эта система будет не только способствовать лучшему учету и распределению ресурсов, но и мотивировать рабочих к тому, чтобы они минимизировали образование отходов. В конечном итоге, внедрение такой системы позволит повысить эффективность работы на площадке и улучшить общую организацию строительного процесса.

### Список литературы

1. Бернадинер М.Н. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов / М.Н. Бернадинер, А.П. Шурыгин. – М.: Химия, 1990. – 224 с.
2. Калыгин В.Г. Промышленная экология. Курс лекций / В.Г. Калыгин – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 240 с.
3. Пушилина Ю.Н. Оценка воздействия объекта на окружающую среду в период эксплуатации / Ю.Н. Пушилина // Инновационные наукоемкие технологии. Доклады VIII региональной научно-практической конференции. – 2021. – С. 80-82.
4. Пушилина Ю.Н. Экологические проблемы современного строительства / Ю.Н. Пушилина, С.Г. Герасимов // Экология и техносферная безопасность. II Всероссийская молодежная научно-практическая конференция. Под общ. ред. В.М. Панарина. – 2023. – С. 16-18.

## МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ю.Н. Пушилина, Д.М. Аникина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье исследуются методы контроля качества окружающей среды. Приводится классификация, область применения, преимущества и недостатки.

В последние десятилетия вопросы экологии и устойчивого развития стали важными аспектами в различных сферах, включая архитектуру. Стремление к созданию здоровой окружающей среды обуславливает необходимость разработки и применения методов контроля качества окружающей среды. Их эффективность напрямую влияет на комфортность и безопасность жизни человека.

Контроль качества окружающей среды реализуется через использование различных методов, которые позволяют оценить уровни загрязнения и выявить источники неблагоприятного воздействия. Рассмотрим подробнее физические, химические и биологические методы контроля.

### 1. Физические методы контроля

Физические методы подлежат использованию для мониторинга различных параметров окружающей среды, которые влияют на комфорт и безопасность людей. К числу наиболее распространенных физических методов относятся:

– *Мониторинг температуры и влажности:* Эти параметры играют важную роль в создании комфортного микроклимата. Для их контроля

используются стационарные и мобильные датчики. Системы автоматизированного управления режимами температуры и влажности помогают поддерживать оптимальные условия в помещениях.

– *Измерение уровня шума:* Применение шумомеров позволяет контролировать уровень звукового загрязнения в жилых и коммерческих зонах. Измерения проводятся в разные периоды дня, чтобы оценить влияние транспортной инфраструктуры и других источников шума на качество жизни.

– *Контроль радиационного фона:* Дозиметры и радиометры применяются для интенсивного мониторинга радиационного фона в определённых территориальных зонах, особенно в местах, где возможны загрязнения в результате атомных электростанций или других источников радиации.

– *Визуальный мониторинг и фотосъёмка:* Применение дронов и камер для визуального наблюдения за состоянием окружающей среды помогает выявить изменения в ландшафте, включая рубки леса, загрязнение водоемов и другие неблагоприятные воздействия.

## 2. Химические методы контроля

Химические методы включают в себя анализ состава воздуха, воды и почвы на наличие загрязняющих веществ. Основные подходы в рамках химического контроля следующие:

– *Лабораторные анализы:* Для определения содержания химических соединений в пробах воздуха, воды и почвы проводятся лабораторные исследования. Методы хроматографии и масс-спектрометрии позволяют анализировать и детектировать разнообразные загрязнители, такие как тяжёлые металлы, пестициды и органические соединения.

– *Полевые тесты:* Использование комплектов для полевых тестов подразумевает быстрый анализ проб непосредственно на месте сбора. Это позволяет оперативно выяснять уровень загрязнения и принимать необходимые меры. Такие тесты могут включать, например, тесты на определение жесткости воды или содержание определённых химических элементов.

– *Мониторинг концентрации загрязняющих веществ:* Современные устройства позволяют осуществлять постоянный мониторинг загрязняющих веществ в воздухе, таких как оксиды серы, углерода и диоксида азота. Эти данные могут быть использованы для прогнозирования уровня загрязнения в конкретных зонах.

## 3. Биологические методы контроля

Биологические методы используют организмы как индикаторы состояния окружающей среды. Поскольку многие виды растений и животных чувствительны к изменениям в экосистемах, их применение позволяет получать информативные данные о уровне загрязнения. К биологическим методам можно отнести:

– *Биоиндикация:* Этот метод основывается на оценке здоровья экосистем через анализ популяций индикаторных видов (например, водные организмы, такие как макрофиты или ракообразные). Уменьшение численности этих видов может свидетельствовать о наличии загрязняющих веществ в воде.

– *Биомониторинг:* Исследование показателей здоровья популяций живых

организмов в определенных зонах позволяет сделать выводы о качестве окружающей среды. Например, изучение состояния растительности в городской местности может дать представление о загрязнении воздуха.

– *Эксперименты с пробами организмов*: Посев культур микробов или водорослей в загрязненные среды позволяет провести тесты на токсичность. Они могут выявить наличие опасных химических соединений и их влияние на живые организмы.

– *Изучение кормового поведения и метаболизма животных*: Анализ поведения животных, обитающих в отобранных экосистемах, позволяет выявить отклонения от нормального поведения, связанные с загрязнениями. Например, изменение в рационе питания или миграционные модели могут свидетельствовать о том, что в среде присутствуют токсины.

*Применение методов контроля качества окружающей среды в архитектурной практике*

Контроль качества окружающей среды представляет собой неотъемлемую часть современного архитектурного проектирования и эксплуатации зданий. Применение различных методов мониторинга и оценки позволяет создавать комфортные, безопасные и устойчивые архитектурные решения. Рассмотрим более подробно, как именно эти методы интегрируются в архитектурную практику.

### *1. Оптимизация конструкций и материалов*

Долгосрочное качество окружающей среды на строительном объекте начинается с выбора экологически чистых и безопасных материалов. Использование натуральных и переработанных материалов снижает уровень выделения вредных веществ в атмосферу и обеспечивает благоприятные условия для проживания. Например, применение древесины, кирпича и других природных материалов может положительно сказаться на качестве воздуха в помещении.

Также архитекторы активно применяют методы расчета и проектирования, которые позволяют оптимизировать не только структуру зданий, но и их влияние на окружающую среду. Это включает в себя использование энергосберегающих технологий, таких как тонкие изоляционные материалы, которые уменьшают теплопотери.

### *2. Создание зеленых пространств*

Организация зеленых зон вокруг зданий играет важную роль в поддержании чистоты воздуха, снижении уровня шума и улучшении микроклимата. Проектирование садов и парков на территории жилых и коммерческих объектов не только увеличивает эстетическую привлекательность, но и способствует улучшению качества воздуха, так как растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Также зеленые пространства действуют как естественные фильтры, уменьшающие уровень загрязнений.

### *3. Интеграция систем мониторинга*

Современные здания все чаще оснащаются системами автоматизированного мониторинга качества окружающей среды. Эти системы



могут отслеживать показатели, такие как уровень углекислого газа, влажности и температуры, а также концентрацию загрязняющих веществ. Полученная информация используется для управления системами вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха, что позволяет поддерживать комфортный и безопасный микроклимат в помещениях.

Например, в некоторых офисных зданиях устанавливаются датчики качества воздуха, которые автоматически регулируют вентиляцию в зависимости от числа людей и уровня загрязнений, что значительно снижает потребление энергии.

#### *4. Использование пассивного и активного солнечного дизайна*

Архитектурные концепции, основанные на принципах пассивной и активной солнечной архитектуры, способствуют оптимизации энергозатрат. Пассивные системы проектируются с учетом максимального использования природного света и солнечного тепла, что уменьшает зависимость от искусственного освещения и отопления. Активные системы включают солнечные панели и ветряные турбины, которые позволяют генерировать экологически чистую энергию.

#### *5. Анализ жизненного цикла объектов*

Важным аспектом архитектурного проектирования является оценка жизненного цикла зданий. Это включает в себя анализ всех этапов: от добычи и переработки материалов до эксплуатации и утилизации. Такой подход помогает выявить потенциальные экологические риски и определить, какие меры нужно предпринять для минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

#### *Заключение*

Современные методы контроля качества окружающей среды играют ключевую роль в архитектуре, направленной на устойчивое развитие и обеспечение здоровья человека. Применение этих методов позволяет минимизировать негативное воздействие на экосистему, поддерживая баланс между архитектурной деятельностью и окружающей средой. Это особенно актуально в условиях глобальных изменений климата и растущей урбанизации.

### **Список литературы**

1. Пушилина Ю.Н. ГИС-технологии и их использование в экологическом мониторинге / Ю.Н. Пушилина, С.О. Меркулов // В сборнике: *Приоритетные направления развития науки и технологий. XXXI Международная научно-практическая конференция.* – 2022. – С. 254-256.

2. Варфоломеева Т.И. Конституционное право каждого на благоприятную окружающую среду / Т.И. Варфоломеева. – М.: *НОУОВО РААН*, 2017.

3. Котоменков Р. *Экологические проблемы и устойчивое развитие.* – *vs.ru*, 2020.

4. Якунина И.В. *Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг* / И.В. Якунина, Н.С. Попов. – *Изд-во ТГТУ*, 2009.

# НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЕ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Д.С. Хрунова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам влияния антропогенных факторов на состояние окружающей среды. Воздействие изменений среды на состояние здоровья населения.

В современном мире наблюдается огромный темп роста урбанизации и промышленности, особенно заметен данный процесс в крупных регионах России, где промышленность является одним из ведущих направлений. Данная тенденция характеризуется высокими техногенными загрязнениями, что оказывает сильное воздействие на окружающую среду и здоровья человека. Об этом свидетельствует отрицательная динамика демографических показателей, установленный рост заболеваемости населения России, в первую очередь в индустриально развитых городах, что обуславливает необходимость комплексной оценки влияния опасных факторов на здоровья населения и окружающей среды.

Для выявления и устранения существующих и вероятных угроз состоянию организма живого существа, напрямую связанного с влиянием различных вредных факторов окружающей среды, зависит от учета определенных эколого-гигиенических характеристик области и территории в целом. Конкретное установление взаимосвязи воздействия факторов среды обитания и показателей состояния здоровья населения располагается в ряде наиболее значимых и сложных проблем. Одним из центральных понятий данного вопроса является исследование этимологической причиной заболеваний человека, установление факторов риска, ухудшение самочувствия у отдельной личности или конкретных групп и населения.

При наблюдении за состоянием здоровья населения как за многофакторным показателем, в котором социальные и средовые факторы работают не изолированно, а в сочетании с биологическими (наследственными) факторами, появляется потребность исследования той их части, на которые есть возможность воздействовать деятельностью человека.

Одним из важнейших вопросов в проблеме «среда – здоровье» является объективный анализ влияния факторов среды обитания на показатели состояния здоровья населения, потому как имея представление какую роль и величину носит вклад различных факторов в развитие неблагоприятных воздействий определяет направление и размер мероприятий, направленных на профилактику и оздоровление.

Кроме первостепенных гигиенических факторов риска, оказывающие воздействие на состояние общественного здоровья, показателя загрязнения основных природных сред – воздуха, воды, почвы, – немаловажное влияние имеют уровни акустического и электромагнитного фона, особенность питания

человека, архитектурно-планировочные и природно-климатические условия.

На сегодняшний день в большинстве промышленных регионов уже сегодня практически истощен потенциал организма к адаптации в ухудшающихся условиях окружающей среды.

Исследования в российских городах дают статистику о нестабильном уровне загрязнения и техногенной нагрузке на окружающую среду, которая уже давно перешагнула допустимые пределы нормы, что напрямую связывают с ростом количества автотранспорта на дорогах почти всех городов при недостаточном экологическом несовершенстве двигателей внутреннего сгорания и низком качестве топлива.

Выхлопы от автотранспорта в значительной мере обуславливают загрязнение почвы и поверхностных вод городских агломераций. В пределах города, а также вблизи автодорог сельских районов содержание опасных веществ в почве гораздо выше: прежде всего – высокая насыщенность тяжелых металлов, в особенности можно наблюдать такие металлы, как свинец, сажа, нефтепродукты, а также увеличение кислотности за счет сорбции влагой кислых газов – оксидов серы и азота.

Совместно с промышленными источниками загрязнения воздуха вносят вклад выбросы автотранспорта, закладывая основу в реализацию таких опасных явлений, как фотохимический туман (смог), кислотные дожди, и способны повлиять на внесения изменений планетарного масштаба таким, как парниковый эффект, нарушению целостности озонового слоя Земли и др.

Главным образом, высокая взаимозависимость загрязнения окружающей среды и состояния здоровья населения наблюдается для болезней органов дыхания, пищеварения, центральной нервной системы.

В современном мире показатель шума берут во внимание не только как антисанитарный фактор; он получил огромное социальное значение. Именно с таким фактором, как воздействие шума исследователи напрямую связывают рост нервных, сердечно-сосудистых заболеваний, язвенной болезни, прогрессирующее развитие тугоухости у городских жителей. Исходя из точки зрения французских докторов, один из пяти пациентов психиатрической больницы лишается рассудка из-за шума. Данные статистики наглядно показывают: постоянно растёт количество людей, страдающих тугоухостью. Исходя из этого, если в сельскохозяйственных местностях на 100 000 жителей приходится 20-30 тугоухих, то в городах – 100-120 человек. На основе этих показателей можно с полной уверенностью утверждать, что за последнее время сформировалась настоящая болезнь шума, которая требует к себе должного внимания и непосредственно надлежащих мер, способных уменьшить данную статистику.

В настоящее время градостроители по всему миру в поисках новых и актуальных архитектурных решения для формирования застройки городских магистралей, планировки жилой зоны. Так, например, в Соединенных Штатах Америки, для защиты населения от опасных факторов, таких как шум, выхлопные газы, а также для обеспечения безопасности для пешеходов разработан проект жилой застройки террасного типа вдоль скоростных

автострад. Данный проект представляет собой новую жилую застройку из домов террасного типа, расположенную по обе стороны от автострады, и направленные к автостраде задними фасадами – глухими наклонными стенками. Таким образом, квартиры оказываются изолированными от влияния транспортных систем.

Влияние, оказывающие шумом на городское население, возможно установить различными методами:

- путем анкетирования о субъективном беспокоящем влиянии шума по тематическому опроснику или путем непосредственного анализирования жалоб населения;

- по средствам физиологических, биохимических, гематологических и других объективных методов исследования воздействия шума на всевозможные органы и системы человека;

- изучением острого и хронического оказания воздействия фактора шума с целью выявления механизма действия его на живых существах;

- с помощью различных психологических тестов;

- при помощи анализирования состояния здоровья обособленных групп коллективов клиническими способами исследования;

- изучением состояния заболеваемости городского населения статистическими методами.

Также существует, и другая классификация по степени опасности воздействия фактора шума в зависимости от его интенсивности выделяют четыре степени воздействия на организм:

- степень I (шум 40-50 дБ) – появляются психические реакции;

- степень II (шум 60-80 дБ) – замечаются нарушение вегетативной нервной системы;

- степень III (шум 90-110 дБ) – зафиксировано понижение слуха;

- степень IV (шум свыше 120 дБ) – свойственно травмирование органа слуха в результате воздействия фактора шума.

Например, городские и жилищно-бытовые факторы шумы обусловлены уровнем от 40 до 100 дБ, т.е. при их осуществлении возможно просматривать все стадии опасного воздействие шума на организм человека.

Имеются данные, указывающие на определенное значение городского шума в патогенезе гипертонической болезни, связанной с перенапряжением нервной системы на протяжении жизни и активной деятельности человека.

Одним из опасных факторов, влияющих на загрязнения окружающей среды, считаются аэрогенные выбросы и атмосферные осадки, содержащие в себе токсиканты. Основные очаги снабжения загрязняющих веществ в атмосферу являются промышленные предприятия города и автотранспорта

Несмотря на то, что большое количество предприятий страны работает не на полную мощность оборудования, а порой вообще простаивает, острота вопроса о качестве атмосферного воздуха остается актуальной.

Выводы:

- одними из опасных факторов, влияющих на здоровье населения и окружающую среду, являются аэрогенные выбросы и атмосферные осадки,

содержащие токсиканты;

– основным источником загрязнения атмосферы остается автотранспорт, а промышленные предприятия, как источники загрязнения атмосферного воздуха, находятся на втором месте.

### Список литературы

1. Беляев Е.Н. Роль санэпидслужбы в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации / Е.Н. Беляев. – Пермь: Издат.-информ. центр госкомитета сан.-эпид. надзора РФ., 1996. – 416 с.

2. Кутепов Е.Н. Влияние метеорологических факторов на состояние здоровья населения / Е.Н. Кутепов // Факторы окружающей среды и здоровье населения. – М., 1988. – С. 149-154.

3. Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учебное пособие / Ю.Н. Пушилина // М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования «Тульский гос. ун-т». – Тула: Аквариус, 2015. – 299 с.

4. Магомедта С.Д. Воздействие факторов окружающей среды на состояние здоровья населения / С.Д. Магомедта, Р.Д. Магомед, А.Ю. Магомед // Проблемы теории и практики автомобильного транспорта: Сборник научно-практических статей / Под общ. ред. Т.К. Екшикеева. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. – С. 168-180.

5. Потапов А.И. Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века: Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / А.И. Потапов, Г.Г. Онищенко. – М., 2001. – Т. 1-2.

6. Рахманин Ю.А. Методика изучения влияния химического состава питьевой воды на состояние здоровья населения / Ю.А. Рахманин, Г.И. Сидоренко, Р.И. Михайлова // Сан. и гиг. – 1998. – № 4. – С. 13-19.

## СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЦИКЛЫ БИОХИМИЧЕСКИХ КРУГОВОРОТОВ

А.С. Доля

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье раскрывается структура и основные циклы биохимических круговоротов как процессы обмена веществ между живыми организмами и окружающей средой.

Биохимические круговороты – это процессы обмена веществ между живыми организмами и окружающей средой. Они обеспечивают непрерывный поток энергии и питательных веществ через экосистемы.

Поскольку Земля является конечным физическим телом, все химические элементы, присутствующие на ней (как в чистом виде, так и в составе

соединений), также ограничены. За миллионы лет, в течение которых они ассимилировались фотосинтезирующими организмами и превращались в более сложные соединения, можно было ожидать, что они давно истощились бы, став частью неживой природы или перейдя в состояние косной материи. Однако этого не произошло.

Для продолжения существования биосферы и развития жизни на Земле необходимо, чтобы происходило постоянное химическое преобразование живого вещества. Иначе говоря, вещества, использованные одними организмами, должны возвращаться в форму, пригодную для усвоения другими. Такое циклическое перемещение веществ и химических элементов возможно только при наличии определенного количества энергии, источником которой является Солнце. Академик В.Р. Вильямс подчеркивал, что единственный способ сделать что-то конечное бесконечным – это заставить его двигаться по замкнутой траектории, включив его в круговорот.

Уже было сказано, что биохимические круговороты обеспечивают непрерывный поток энергии и питательных веществ через экосистемы. Основные элементы этих круговоротов включают углерод, азот, кислород, фосфор, серу и воду. Рассмотрим структуру и ключевые циклы этих элементов:

#### 1. Круговорот углерода (Рис.1)

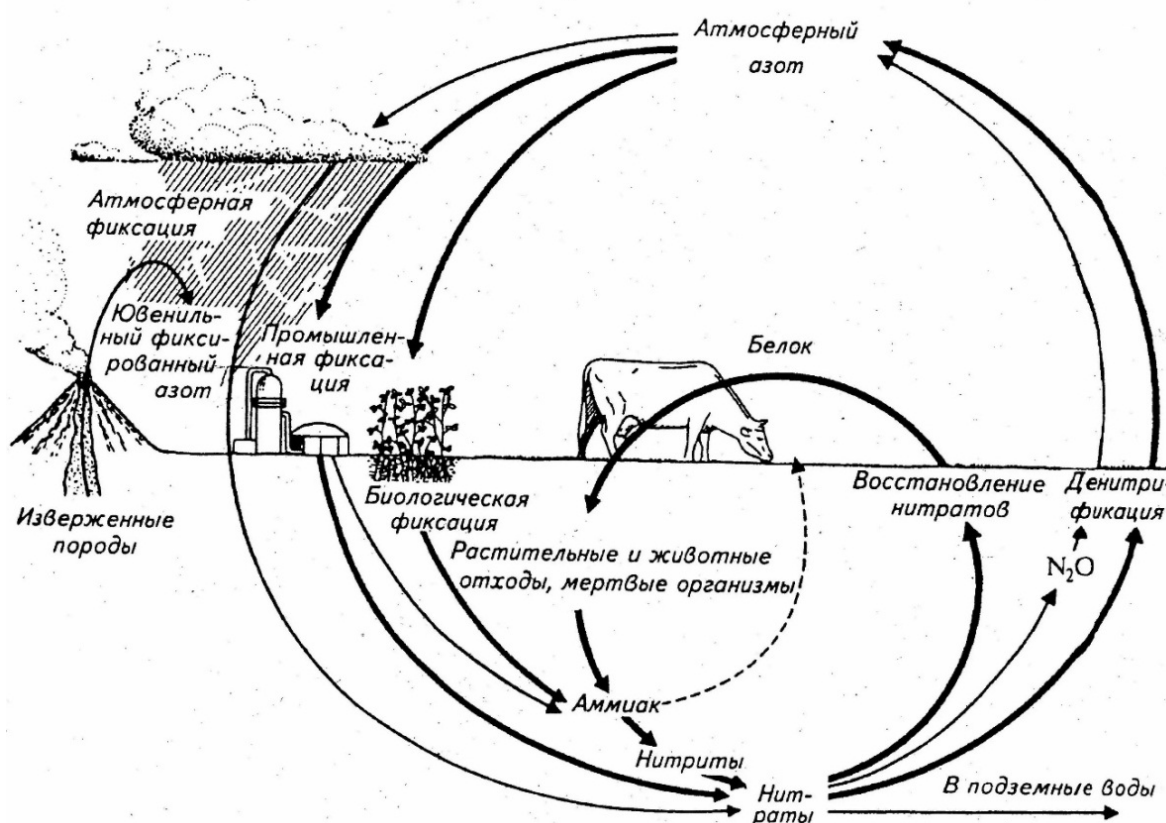


Рис. 1. Круговорот азота

Углерод является основой жизни, так как входит в состав всех органических молекул. Круговорот этого элемента включает следующие этапы:

- Фиксация углерода: Фотосинтез растений и некоторых бактерий преобразует углекислый газ из атмосферы в органическое вещество.

- Потребление: Животные потребляют растения, а затем другие животные могут питаться этими животными, передавая углерод по пищевой цепи.
- Разложение: Бактерии и грибы разлагают мертвую органику, возвращая углерод обратно в атмосферу в виде или метана.
- Осаждение: Углерод может осесть в океане в форме карбонатов или отложиться в осадочных породах.

## 2. Круговорот азота (Рис.2)

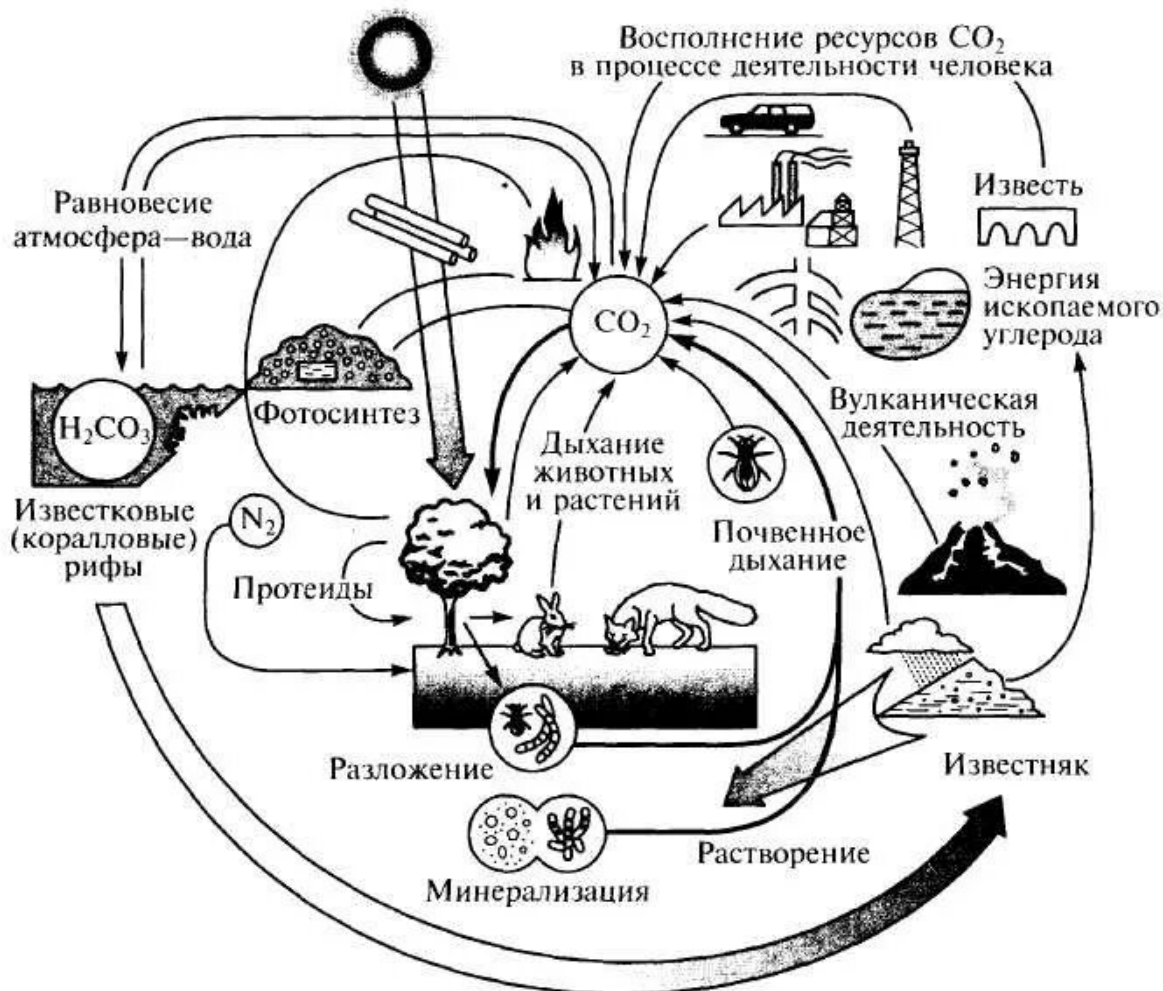


Рис. 2. Круговорот азота

Азот необходим для синтеза аминокислот и нуклеиновых кислот. Его круговорот включает несколько этапов:

- Атмосферная фиксация: Молекулярный азот фиксируется бактериями и сине-зелеными водорослями (цианобактериями), превращаясь в аммиак, который затем окисляется до нитритов и нитратов.
- Ассимиляция: Растения поглощают нитраты и используют их для синтеза белков и других органических соединений.
- Аммонийфикация: После смерти организмов бактерии разлагают белки, освобождая аммоний.
- Денитрификация: Некоторые бактерии восстанавливают нитрат до молекулярного азота, возвращающего его в атмосферу.

## 3. Круговорот кислорода (Рис. 3)

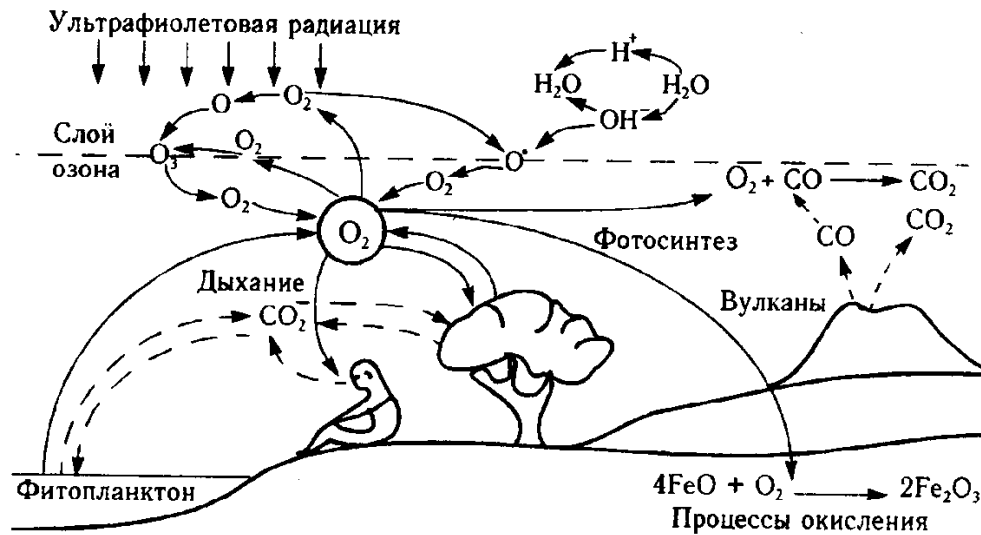


Рис. 3. Круговорот кислорода

Кислород играет ключевую роль в дыхании живых существ и в процессе фотосинтеза:

- Фотосинтез: В ходе фотосинтеза растения выделяют кислород, используя солнечную энергию для преобразования воды и углекислого газа в глюкозу и кислород.

- Дыхание: Все аэробные организмы используют кислород для окисления органических веществ, выделяя при этом углекислый газ и воду.

- Горение: Кислород участвует в процессах горения, где он соединяется с топливом, образуя углекислый газ.

#### 4. Круговорот фосфора (Рис.4)

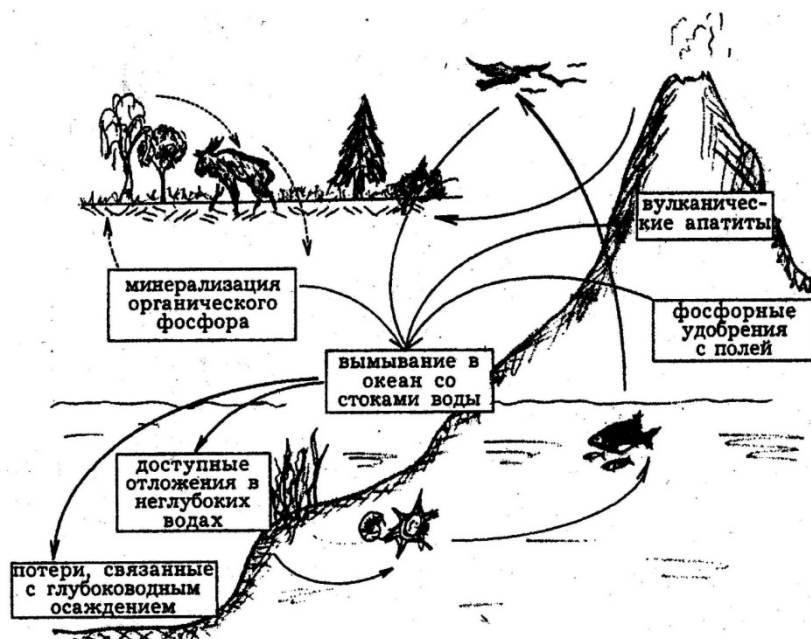


Рис. 4. Круговорот фосфора

Фосфор важен для образования ДНК, РНК и АТФ. Он циркулирует следующим образом:



- Выщелачивание: Фосфат-ионы вымываются из горных пород и попадают в почву и водоемы.
- Поглощение растениями: Растения усваивают фосфаты из почвы и используют их в своих метаболических процессах.
- Передача по пищевым цепям: Фосфор передается от растений к животным и далее по трофическим уровням.
- Возвращение в почву: После гибели организмов и разложения их остатков фосфаты возвращаются в почву или водоем.

#### 5. Круговорот серы (Рис.5)

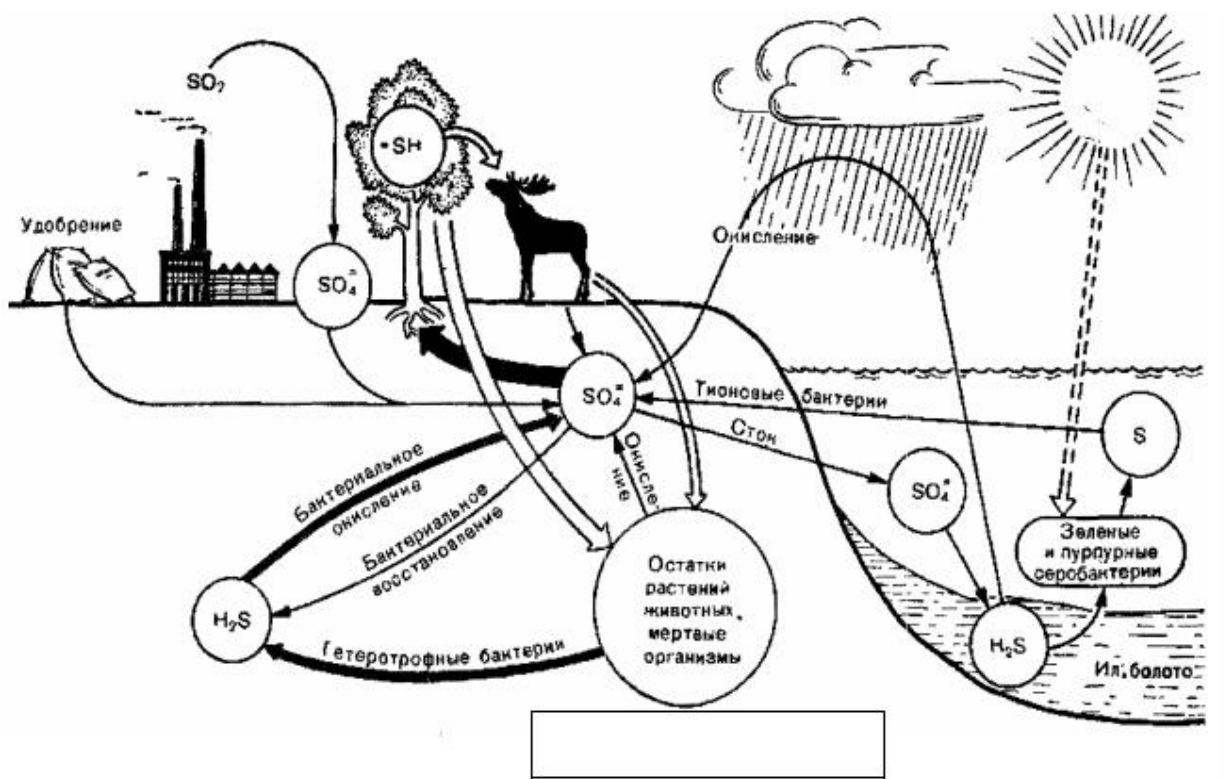


Рис. 5. Круговорот серы

Сера необходима для синтеза некоторых аминокислот и витаминов. Ее круговорот происходит следующим образом:

- Вулканическая активность и горение топлива: Сера попадает в атмосферу в виде диоксида серы и сульфатов.
- Окисление: Диоксид серы окисляется в атмосфере до серной кислоты ( $H_2SO_4$ ), которая выпадает с дождями.
- Микроорганизмы: Некоторые микроорганизмы способны восстанавливать сульфаты до сероводорода.
- Использование растениями: Сульфаты используются растениями для синтеза аминокислот.

Таким образом, эти круговороты являются важными компонентами поддержания стабильности биосферы. Они обеспечивают постоянное поступление необходимых элементов для жизнедеятельности организмов, а также поддерживают баланс между различными компонентами экосистем.

## Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера / В.И. Вернадский. – Москва: Наука, 1967.
2. Пушилина Ю.Н. Круговорот веществ в природе с архитектурной точки зрения / Ю.Н. Пушилина, Я.А. Семичастнова // Приоритетные направления развития науки и технологий. XXXIII Международная научно-практическая конференция. – Тула, 2023. – С. 102-105.
3. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – Москва: Мир, 1959.
4. Нуркеев С.С. Экология / С.С. Нуркеев, У.Ш. Мусина. – 2005.

## ПАГУБНОЕ ВЛИЯНИЕ НЕБОСКРЕБОВ НА ЭКОЛОГИЮ ГОРОДОВ

А.Е. Демина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы пагубного влияния небоскребов на экологию современных городов. Проводится анализ проблем, связанных с высотным строительством, а также затрагиваются социальные и культурные аспекты проживания населения в крупных городах с подобной застройкой.

Современные города стремительно развиваются, и одним из наиболее заметных их элементов является архитектура небоскрёбов. Эти грандиозные сооружения символизируют технологические достижения и экономический прогресс, однако зачастую их влияние на экологию городов оказывается весьма пагубным.

Актуальность исследования пагубного влияния небоскрёбов на экологию города заключается в необходимости комплексного подхода к соблюдению природных экосистем и обеспечению качественной жизни для горожан. С учетом глобальных изменений климата, загрязнения окружающей среды и увеличения потребления ресурсов, важно выявить и минимизировать негативные последствия, связанные с архитектурными и строительными решениями. В статье будут рассмотрены основные аспекты этой темы, включая:

- Анализ воздействия человеческой деятельности на природу и её влияние на качество жизни: Небоскрёбы, требующие значительных ресурсов для строительства и эксплуатации, могут приводить к ухудшению условий жизни в городах.

- Изучение взаимосвязей между различными элементами окружающей среды: Небоскрёбы могут оказывать влияние на микроклимат города, приводя к изменению ветровых потоков и снижению качества воздуха.

- Рассмотрение технологий и подходов для улучшения экологической обстановки: Внедрение «зелёных» технологий, таких как вертикальные сады, солнечные панели и системы рекуперации воды, может существенно снизить негативное влияние небоскрёбов на окружение.

- Анализ существующих проектов и инициатив:

- Изучение опытов городов, где были реализованы успешные инициативы

по снижению негативного влияния небоскрёбов на экологию, позволит оценить эффективность комплексных подходов и перенести успешные модели в другие города.

- Изучение влияния небоскрёбов на экологию города поможет сформировать более полное представление о роли человека в изменении окружающей среды. Это знание будет способствовать выработке стратегий для устойчивого развития, что в свою очередь поддержит создание здоровых и комфортных пространств для будущих поколений.

#### *Исторический контекст возведения небоскрёбов*

Доминанта городского ландшафта, небоскрёбы появились как результат экономического роста и стремления человечества к максимальной эффективности использования пространства. Однако с каждым новым проектом требования к безопасности, устойчивости и экологии становятся всё более актуальными. Как указывается в работе Л.С. Чернова, «архитектура XXI века должна учитывать не только эстетические, но и экологические аспекты» [1].



Рис. 1. Современные небоскрёбы

#### *Экологические последствия строительства небоскрёбов*

**Энергетический расход.** Одним из главных факторов, влияющих на экологию, является высокий уровень энергопотребления небоскрёбов. О.В. Носов в своей статье отмечает, что «потребление энергии в высотных зданиях достигает 2-4 раз больше, чем в традиционных домах» [2]. Это связано с необходимостью обеспечить отопление, кондиционирование и освещение, а также с участием вспомогательных технологий.

**Влияние на климатическую систему.** Небоскрёбы не только требуют значительных энергозатрат, но и влияют на климатическую систему в масштабах города. Увеличение высоты зданий может вызывать так называемый «городской остров тепла» – явление, при котором температура в городских зонах заметно выше, чем в окружающих. В.П. Суворов описывает: «При отсутствии зеленых насаждений и правильной архитектурной планировки холодный воздух не может свободно циркулировать, что приводит к повышению температуры» [3].

**Уменьшение зеленых зон.** Строительство небоскрёбов часто происходит за счёт уничтожения зеленых территорий. Это приводит не только к потере биологического разнообразия, но и к ухудшению качества воздуха. По данным

Н.Н. Ковалевой, «уменьшение зеленых зон на 20 % вызывает не только ухудшение экологической ситуации, но и резко снижает психологический комфорт жителей» [4]. Таким образом, масштабная застройка без учёта природных компонентов становится основным препятствием для формирования устойчивой городской экосистемы.

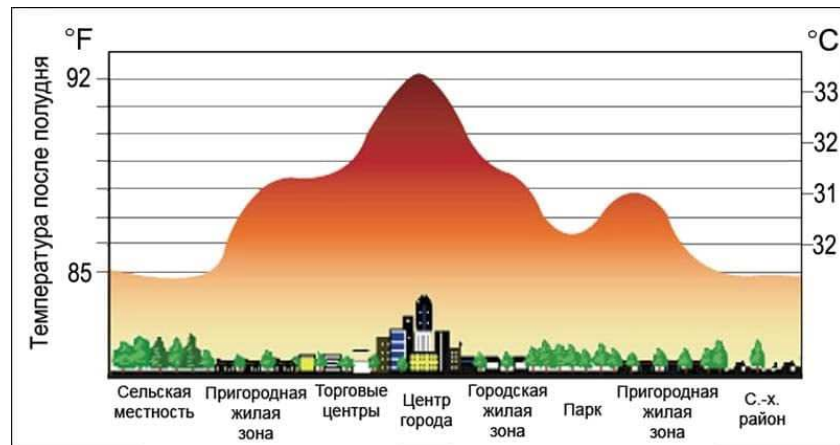


Рис. 2. «Городской остров тепла»

### *Социальные и культурные аспекты*

Проблема небоскрёбов выходит за рамки сугубо экологических вопросов, затрагивая социальные и культурные аспекты жизни в городе. Высотные здания могут создавать замкнутые, глухие пространства, которые снижают качество жизни. В своих исследованиях Ю.А. Кузнецова подчеркивает: «Человеческая жизнь в городах не должна ограничиваться только функцией проживания; необходимо обеспечивать доступ к культурным, социальным и природным ресурсам» [5].



Рис.3. Отель PARKROYAL в Сингапуре с применением вертикальных садов

### *Альтернативы, устойчивое архитектурное проектирование*

В последние годы наблюдается рост интереса к устойчивому архитектурному проектированию, которое направлено на разработку зданий, минимально влияющих на окружающую среду. Например, использование биоматериалов, внедрение систем солнечных панелей и забота о сохранении зеленых пространств становятся важными задачами для современного архитектора. По мнению И.А. Смирнова, «внедрение зеленых крыш и вертикальных садов может значительно улучшить экосистему городов» [6].

Альтернативные подходы к проектированию высотных зданий должны искать баланс между функциональностью и природными компонентами, чтобы минимизировать негативные последствия современного урбанизма.

#### *Заключение*

Пагубное влияние небоскрёбов на экологию города является многогранной темой, затрагивающей как экологические, так и социальные аспекты.

Необходимо учитывать, что устойчивое проектирование и комплексный подход к городскому развитию могут помочь в решении этих проблем. Осмысленное взаимодействие архитектуры с природой должно стать приоритетом на этапе планирования, чтобы создать гармоничное и комфортное пространство для жизни.

#### **Список литературы**

1. Чернов Л.С. *Экологические аспекты архитектуры XXI века* / Л.С. Чернов. – Москва: Архитектурное издание, 2020.
2. Носов О.В. *Энергетическая эффективность высотных зданий* / О.В. Носов. – *Архитектура и экология*, 2019. – 3(1). – С. 15-23.
3. Суворов В.П. *Городской остров тепла: причины и последствия* / В.П. Суворов. – *Эколого-архитектурные исследования*, 2018. – 12(2). – С. 45-58.
4. Ковалева Н.Н. *Зелёные зоны как фактор городского комфорта* / Н.Н. Ковалева. – *Ландшафтная архитектура и экология*, 2021. – 6(4). – С. 30-37.
5. Кузнецов Ю.А. *Социальная среда современного города* / Ю.А. Кузнецов. – *Исследования городской социологии*, 2022. – 9(3). – С. 88-95.
6. Смирнов И.А. *Устойчивое архитектурное проектирование: новое видение* / И.А. Смирнов. – *Архитектура и устойчивое развитие*, 2023. – 11(1). – С. 12-20.
7. Пушилина Ю.Н. *Экологические требования к архитектурно-планировочным решениям жилых зданий* / Ю.Н. Пушилина, П.Г. Анисимова // В сборнике: *Приоритетные направления развития науки и технологий. XXVIII Международная научно-практическая конференция*. – Тула, 2021. – С. 20-22.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ**

Е.А. Индюхина

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной работе рассматриваются основные причины негативного влияния на биосферу, приводящую к нарушению природного равновесия. Виды энергии и переход на экологически безопасные источники.

Любая цивилизация оценивается в энергетическом уровне, будь то современные реалии или древние племена. На каждом этапе эволюции человек пользуется достижениями прогресса. Без энергии невозможно создание крупных

материальных ценностей. Энергия солнца, ветра и воды не только минимизирует негативное воздействие на окружающую среду, но и способствует экономическому развитию стран, открывая новые горизонты для инноваций и технологий. В условиях глобального потепления и углубляющихся экологических проблем, применение новых видов экологически безопасных источников энергии становится не просто желательным, а необходимым шагом на пути к устойчивому развитию.

Кроме того, важно пропагандировать осведомленность населения о преимуществах использования возобновляемых источников энергии. Это энергия, получаемая из природных источников, которые пополняются со скоростью, превышающей скорость ее потребления. Примерами таких постоянно пополняемых источников являются солнечный свет и ветер.

Существует несколько возобновляемых источников энергии:

1. СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ обеспечивает тепло, охлаждение, естественное освещение, электричество и топливо.

2. ЭНЕРГИЯ ВЕТРА извлекается из кинетической энергии движущегося воздуха с помощью больших ветряных турбин.

3. ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ энергия добывается из водохранилищ, например, путем бурения скважин.

4. ГИДРОЭНЕРГИЯ крупнейший возобновляемый источник энергии в энергетическом секторе. Она, как правило, зависит от стабильного режима выпадения осадков и может быть подвержена негативному влиянию климатических засух и изменений в экосистеме, которые влияют на этот режим.

5. МОРСКАЯ энергия эти системы все еще находятся на ранних стадиях разработки. В настоящее время тестируется ряд прототипов устройств, использующих волны и приливы.

Вышеперечисленные источники считаются как под отраслью энергетики, станет конкурентоспособной только при условии развития различных направлений способных создать устойчивый государственный рынок и занять прочное место в энергетическом балансе.

Таким образом, развитие инфраструктуры и осведомленности неразрывно связаны между собой. Инвестиции в возобновляемые источники энергии должны сопровождаться программами обучения и вовлечения граждан. Это поможет создать атмосферу поддержки и сотрудничества, где каждого будет вдохновлять общая цель – создание устойчивой энергетической системы.

На уровне частных инициатив местные сообщества могут инициировать проекты по установке солнечных панелей, ветровых турбин и других систем. Эти действия не только способствуют сокращению углеродного следа, но и стимулируют экономику, создавая новые рабочие места в зеленых технологиях.

Кроме того, государства могут внедрять льготы и субсидии для граждан, заинтересованных в переходе на экологически чистые источники энергии. Это не только снизит финансовую нагрузку на потребителей, но и станет стимулом для более широкого принятия устойчивых практик. В конечном счете, соблюдение принципов устойчивого развития требует консолидации усилий на всех уровнях – от правительства до частных лиц. Только совместными усилиями

удастся обеспечить безопасное и чистое будущее для грядущих поколений.

Переход на экологически безопасные виды энергии не только снижает уровень выбросов углерода, но и создает новые рабочие места, продвигая принципы зеленой экономики. Такие изменения требуют совместных усилий государств, бизнес – сообществ и граждан, стремящихся к более чистому и безопасному будущему. Автор статьи проанализировал всю информацию и полностью с ней согласен, что переход на экологически безопасные виды энергии не только снижает уровень выбросов углерода, но и создает новые рабочие места, продвигая принципы зеленой экономики. Такие изменения требуют совместных усилий государств, бизнес сообществ и граждан, стремящихся к более чистому и безопасному будущему.

### Список литературы

1. Е.В. Соломин «Возобновляемые источники энергии. Новые возможности человечества».

2. Возобновляемая энергия – обеспечение более безопасного будущего [Электронный ресурс] - <https://www.un.org/ru/climatechange/raising-ambition/renewable-energy> - статья в интернете.

3. Что такое возобновляемая энергия? [Электронный ресурс] <https://www.un.org/ru/climatechange/what-is-renewable-energy> - статья в интернете.

## ВЛИЯНИЕ ВЫСОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

А.А. Керопян

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье исследуется влияние высотной застройки в современном городе с точки зрения экологического и экономического аспектов. Выделены положительные и отрицательные стороны этого влияния.

Высотная застройка является одним из ключевых аспектов современной градостроительной практики, оказывая значительное влияние на облик и функциональность городской среды. Это особенно актуально для мегаполисов, где растущее население требует развития инфраструктуры и создания новых рабочих мест. В последние десятилетия многие мегаполисы по всему миру стали стремиться к вертикальному развитию, строя высотные здания и небоскребы.

Высотная застройка также вызывает как положительные, так и отрицательные последствия, которые учитываться при планировании городских проектов.

Положительные стороны:

1. Эффективное использование земли: Высотные здания позволяют разместить больше людей и предприятий на ограниченной территории, что особенно важно в условиях ограниченного пространства в крупных городах.

2. Развитие инфраструктуры: Высотная застройка стимулирует развитие инфраструктуры, такой как транспорт, энергетика, коммуникации.

3. Экономический рост: Строительство высотных зданий создает рабочие места и стимулирует экономический рост.

4. Архитектурная привлекательность: Высотные здания могут стать архитектурными достопримечательностями и символами города.

5. Снижение транспортных нагрузок: Высотные здания могут способствовать концентрации людей и рабочих мест в одном месте, что сокращает необходимость в дальних поездках и снижает транспортные нагрузки.

6. Улучшение качества жизни: В некоторых случаях, высотные здания могут предлагать жителям более комфортные условия жизни, например, с лучшими видами.

Так же одним из главных преимуществ высотной застройки является экономия пространства. В условиях ограниченной территории города строительство в высоту позволяет эффективно использовать доступные участки земли, уменьшая давление на природные ресурсы и сокращая необходимость застройки прилегающих территорий. Благодаря этому города могут развиваться вертикально, обеспечивая комфортное проживание для растущего числа жителей.

Отрицательные стороны:

1. Социальное неравенство: Высотные здания часто становятся доступными только для богатых слоев населения, что может привести к усилению социального неравенства.

2. Загрязнение окружающей среды: Строительство и эксплуатация высотных зданий могут привести к увеличению выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ.

3. Теснота и недостаток зеленого пространства: Высотная застройка может привести к тесноте и недостатку зеленого пространства, что негативно влияет на здоровье и благополучие жителей.

4. Проблемы с освещением и вентиляцией: Высотные здания могут создавать тень и препятствовать естественной вентиляции, что может привести к проблемам с освещением и комфортом.

5. Риск землетрясений: Высотные здания более уязвимы к землетрясениям, чем низкие здания.

6. Визуальное загрязнение: Высотные здания могут нарушать панораму города и создавать визуальное загрязнение.

7. Проблемы с доступом к общественным услугам: Высотная застройка может затруднить доступ к общественным услугам, таким как школы, больницы, парки.

Важным фактором является учет интересов всех слоев населения и создание условий для справедливого и устойчивого развития города.

Один из главных аспектов – это изменение городского микроклимата. Высокие здания могут создавать теневые зоны, нарушая естественное освещение и вентиляции в городе. Это может привести к увеличению температуры в городе,



образованию ветровых туннелей и другим негативным явлениям, влияющим на комфорт проживания.



Рис.1. Пример компоновки высотной застройки

Кроме того, высотная застройка может вызывать проблемы с транспортной инфраструктурой и общественным пространством. Увеличение числа жителей и рабочих мест в высотных зданиях требует соответствующего развития дорожной сети, общественного транспорта и других инженерных коммуникаций. Недостаточное планирование и координация в этой области может привести к перегрузке инфраструктуры и ухудшению условий жизни горожан.



Рис. 2. Городское пространство с высотной застройкой

Таким образом, высотная застройка представляет собой сложный и многогранный феномен, требующий сбалансированного подхода. Устойчивое развитие города предполагает тщательное планирование и управление высотными проектами, учитывающее интересы как бизнеса, так и местных жителей. Важно находить баланс между экономическими преимуществами и

социальной ответственностью, чтобы высотная застройка служила не только символом прогресса, но и реальным улучшением качества городской жизни.

### Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. Разнообразие городской архитектурной среды / Ю.Н. Пушилина, А.А. Керопян, А.С. Доля, К.И. Комиссарова // В сборнике: Дизайн XXI века. Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием. – Тула, 2024. – С. 38-46.
2. Авласко С.Г. Формирование и развитие общественных центров новых городов Красноярского края во второй половине XX века: автореф. дис. ... канд. архитектуры. – М., 2017.
3. Daniel Safarik. Council on Tall Buildings and Urban Habitat «The Other Side of Tall Buildings: The Urban Habitat». – 2016.
4. Ругалев М.М. Особенности и перспективы развития высотного строительства в России и Пермском крае / М.М. Ругалев, С.А. Сазонова. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2016.

## ЗДОРОВЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ ДОМА

М.С. Киселева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В тезисе статьи говорится о способах соблюдения экологической безопасности здания и поддержания здоровой среды внутри него, а также об этапах проектирования дома с учетом экологических требований.

Строительная сфера вносит огромный вклад в развитие локальных, региональных и даже глобальных экологических проблем, начиная с добычи полезных ископаемых (минеральных и органических) для обеспечения строительной деятельности (для получения энергии и строительных материалов) и заканчивая эксплуатацией зданий и сооружений. Чтобы минимизировать воздействие на окружающую среду, люди всё чаще обращаются к экологичным способам возведения и использования объектов строительства.

Здоровые и безопасные дома – это здания, которые, прежде всего, возведены по всем правилам и нормам строительства, с использованием знаний о влиянии строительных материалов и способов возведения зданий на экологию.

Автор статьи считает, что на этапе проектирования «закладывается фундамент», а именно, определяются основные параметры строительства, по которым можно выявить характер взаимодействия объекта с окружающей средой.

Прежде всего, исполнители должны изучить природоохранное законодательство. В него входят Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и другие законодательные акты комплексного правового регулирования.

Архитектор вместе с конструктором подбирает строительные и отделочные материалы, что является самым ответственным шагом при подготовке к возведению дома, так как они влияют на прочность, безопасность и экологичность дома.

Также создаются новые экологически чистые материалы, набирающие популярность. Например, в современном строительстве для возведения стен используются такие материалы, как: геокар – шумопоглощающие и теплоизолирующие блоки из торфа с добавлением древесной стружки. Имеют бактерицидные свойства.

Арболитовый блок – крупногабаритный литый камень для стен современных коттеджей, общественных и промышленных зданий с заложеной теплоизоляцией. Арболит чрезвычайно устойчив к огню и не подвержен гниению, производится из натуральных материалов и не выделяет вредных веществ, что благоприятно сказывается на микроклимате помещений.

Керамическая пена (керпен) – высокопористый строительный материал, состоящий из легкоплавких глин, базальтов и перлитов. Прочность выше, чем у кирпича, а вес значительно меньше.

К наиболее экологичным кровельным материалам можно отнести: керамическую черепицу и листовую медь.

Популярна также современная технология – зелёные крыши, также известные как «живые» или «растительные» крыши. Зелёная крыша покрыта растительностью, почвой и водонепроницаемой мембраной, которая помогает собирать и фильтровать дождевую воду. Эта кровельная система обладает рядом преимуществ как для окружающей среды, так и для жильцов здания.

В качестве утеплителя можно применить минеральную вату, древесные плиты и эковату, изготавливаемую из целлюлозы.

Используемые стройматериалы должны обладать низкой теплопроводностью, чтобы избежать больших теплопотерь.

Технологии возведения домов и методы строительства также необходимо продумывать с учетом заботы об экологии, например:

1) для снижения отходов на строительной площадке можно использовать сборные конструкции или переработанные материалы (переработка стали позволяет экономить 75 % энергии, используемой при производстве из сырья, это даёт огромные преимущества в борьбе за сохранение природных ресурсов и предотвращение избыточных выбросов парниковых газов).

2) Для уменьшения выбросов в окружающую среду вредных веществ – организация правильного складирования и транспортировки огнеопасных и выделяющих вредные вещества материалов.

Следующий аспект безопасных домов – инженерные коммуникации. Они должны способствовать рациональному использованию природных ресурсов (воды, электроэнергии, газа и т.д.).

Обязательно применять ветровую или солнечную энергию для подогрева воды, обеспечения работы отопительной системы. Важно установить систему сбора дождевой воды для последующего использования в орошении и других целях, не связанных с питьём; геотермальное отопление и охлаждение – систему,

использующую естественное тепло Земли для регулирования температуры в здании, снижая потребность в системах отопления и охлаждения на основе ископаемого топлива; интеллектуальные системы освещения – инновационное решение для строительной отрасли, которое помогает сократить потребление энергии. Интеллектуальные системы освещения используют датчики и передовые технологии управления для оптимизации уровня освещения и сокращения энергопотребления.

Одним из примеров интеллектуальной системы освещения являются датчики присутствия, которые могут определять, когда в помещении кто-то есть, и соответствующим образом регулировать освещение. Это помогает сократить расход электроэнергии, поскольку свет не остаётся включённым в пустых помещениях.

Как человеку сделать свой дом безопасным и здоровым во время эксплуатации? Нужно придерживаться следующих правил.

Следует выбирать для ремонта качественные материалы, прошедшие проверку на содержание аммиака, формальдегида и других токсичных веществ. Хорошо подобранный материал с достаточными теплоизоляционными параметрами также позволит сократить расходы на отопление. Если дом уже построен с использованием опасных материалов, то нужно максимально изолировать помещение от выделений, например, резиновой краской покрыть ограждающие конструкции, при возведении которых использовались ОСБ-плиты [С. Домогацкий, эксперт в области строительных материалов. Токсичные материалы, которые используют 90 % населения – Росконтроль].

В обязательном порядке использовать увлажнители воздуха и ионизаторы (они сегодня представлены на рынке в широком доступе). Отопление высушивает воздух до опасного для здоровья уровня.

Как можно чаще проводить влажную уборку, которая поможет очистить воздух и уничтожить споры плесени, пылевых клещей, скоплений грязи.

Появляется все больше и больше способов борьбы с вредным влиянием строительства и эксплуатации домов. Следует выбирать грамотных застройщиков и обращать внимание на те проекты, где внимание уделяется сохранению экологии, ведь сохранение окружающей среды способствует устойчивому развитию и созданию благоприятного будущего для следующих поколений.

### **Список литературы**

1. Лукашевич О.Д. *Инженерная экология (в строительстве): учебно-методическое пособие* / Лукашевич О.Д., Филичев С.А. – Томск: Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2020. – 94 с. – ISBN 978-5-93057-943-7. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [Сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930579437.html> (дата обращения: 28.10.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Кладова Т.О. *Экологичность производства строительных материалов как основное направление развития градостроительства* / Т.О. Кладова. –

*Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 51 (289). – С. 263-264. – URL: <https://moluch.ru/archive/289/65504/> (дата обращения: 28.10.2024).*

*3. Top 25 Eco-Friendly Technologies in Construction for 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.constructionplacements.com/eco-friendly-technologies-in-construction/>*

## **ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

В.О. Колобаева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Рассмотрены влияния строительной отрасли на окружающую среду и их виды, приведены примеры воздействия строительного производства на разные природные среды, предложены пути преобразования строительного процесса и производства для сохранения окружающей среды*

***Ключевые слова:** окружающая среда, строительная отрасль, загрязнение, почва, производство строительных материалов, пыль, вода, атмосфера*

Проблемы, связанные с состоянием окружающей среды, встают все острее с каждым годом. Любое производство, любого профиля, так или иначе загрязняет окружающую среду.

Чаще всего под загрязнением окружающей среды понимают вредные выбросы в атмосферу, слив загрязненной воды в водоемы и реки, захоронение отходов в почву. Все это верно, но существуют и иные воздействия на окружающую среду, наносящие ей вред.

Строительная отрасль не является исключением, и также оказывает влияние на окружающую среду. Для полноценного анализа данных воздействий стоит рассматривать важнейшие природные среды: почвенную, воздушную и водную.

Земельные работы однозначно ведут к уничтожению растительного и почвенного покрова, попаданию в почвенный слой тяжелых металлов, загрязнению вод, переносу больших объемов грунта. Также к отрицательным последствиям влияния строительных работ на землю и почву можно отнести процесс эрозии почвы, что влечет за собой распространение пыли. А связан данный процесс с нарушениями при проведении земельных работ и отсутствием земле восстановительных мероприятий. Помимо процессов, связанных с изменением почвенных слоев, также в ходе строительства возникает риск загрязнения почв из-за попадания в них строительных отходов. При неправильной переработке которых повышается риск высокой концентрации опасных веществ, что приводит в последствии к загрязнению и других природных сред. Также при большом скоплении строительных отходов и длительном отсутствии их переработки занимается все большая площадь и ухудшается общее состояние окружающей среды вблизи расположения данных скоплений.



Рис. 1. Проведение земельных работ, связанных с переносом больших объемов грунта и снятием верхнего почвенного слоя

Для воздушной среды отрицательное воздействие строительной отрасли возникает, в основном, по трем направлениям. Первое – транспортные средства, работающие на строительных объектах, второе – производство строительных материалов, и третье – пыль, образующуюся при земляных работах.

Транспортные средства, работающие на строительных объектах, являются источником загрязнения воздуха, поскольку выделяют такие газы, как оксиды азота и серы, диоксид серы, безопорен и другие.

Пыль, образующаяся при проведении любых земельных работ, ухудшает процессы фотосинтеза растений, а также оказывает влияние на людей и животных - увеличивается количество заболеваний дыхательных путей.

Производство строительных материалов является главным источником загрязнения воздушной среды в строительной отрасли. Выбросы в окружающую среду зависят от конкретного производства, выпускаемой им продукции, а также от используемых технологий и используемых веществ. Например, выбросы соединений фтора возможны на стекольных производствах.



Рис. 2. Выбросы производственных паров в атмосферу

Помимо этого, строительные работы ведут к значительному шумовому и вибрационному загрязнению, связанных со спецификой проведения строительных работ.

Водная же среда загрязняется не только напрямую – путем слива загрязненных вод в ручьи и реки – но также через попадание вредных веществ через почву и путем переноса загрязняющих веществ воздушными массами.

Загрязнение воды связано с засорением грунтовых и поверхностных вод строительным мусором и иными вредными веществами непосредственно на месте застройки.

Помимо этого, при проведении строительных работ существуют расходы технической воды для мойки транспортных средств, смыва загрязнений с каких-либо элементов, что ведет к сливу неочищенной воды в почвы.

Также загрязнение водной среды происходит в процессе производства строительных материалов. Производства любого профиля, в том числе строительного, часто сталкиваются с проблемой водоотведения используемой на производстве воды и ее предварительным очищением, а также с проблемой сточных вод, которые в свою очередь загрязняют почвы производства и ближайшие водоемы.



Рис. 3. Слив загрязненной производственной воды в водоемы

Таким образом, строительная отрасль оказывает сильное негативное воздействие на все природные среды: воздушную, водную и почвенную. Сократить данные воздействия возможно:

- путем проведения профилактических работ;
- установкой дополнительных трубных фильтров на производствах;
- путем использования безопасных веществ для производства строительных материалов, что сократит вредные выбросы в атмосферу, а также в последствии сократит риск загрязнения почв и вод вредными веществами;
- грамотными и своевременными работами по переработке строительных отходов;
- проведение работ по восстановлению почв;
- использованием современных технологий и оборудования, которые позволят снизить вибрационные и шумовые загрязнения, а также сократят выбросы в атмосферу.

### Список литературы

1. ИТС-5 Производство стекла. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям // Бюро НДТ, 2015 *Construction's Impact on the*.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2016 году».

3. Усов Б. А. Экология и производство строительных материалов / Б.А. Усов, Г.Э. Окольников, С.Ю. Акимов // Системные технологии. – 2015. – № 17. [Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-i-proizvodstvo-stroitelnyh-materialov>] Дата обращения: 20.05.2018.

## ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИИ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВЗАИМОСВЯЗИ

А.В. Аристова

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ имени императора Петра I,  
г. Воронеж

***Аннотация.** Актуальным вопросом считается изучение влияния сельского хозяйства на экологию, потому что интенсивное земледелие может угрожать местным экосистемам и привести к снижению численности видов. Загрязнённая почва, вода и воздух могут принести вред не только животным, но и человеку. Неконтролируемая деятельность человека может привести к необратимым изменениям климата. Разумное потребление ресурсов способствует сохранению водных ресурсов, что благополучно сказывается на качестве почвы и может предотвратить ее эрозию. Вдумчивый и более экологичный подход в сельском хозяйстве приводит к увеличению безопасности пищи.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, экология, биоразнообразие, экосистемы.*

Сельское хозяйство является важной отраслью экономики нашей страны. Результатом деятельности работников сельского хозяйства являются пищевые продукты питания растительного и животного происхождения, корма для различных животных, сырье, которое используется для дальнейшей переработки, удобрения. [1].

Деятельность работников сельского хозяйства не остается бесследным для экологии, она как приносит пользу, так и вредит ей. К отрицательным сторонам взаимодействия сельского хозяйства и экологии относят:

Загрязнение почвы, воды и воздуха в результате использования пестицидов в растениеводстве. Активное использование химических удобрений и пестицидов приводит к гибели различных видов неустойчивых к такому активному воздействию.

Потеря биоразнообразия видов, так как происходит засеивание больших площадей монокультурами, это приводит к тому, что экосистемы становятся более уязвимы к различным болезням и вредителям. Так же потеря локального



биоразнообразие происходит благодаря глобализации, торговле семенами определенных сортов в различных регионах.

Уничтожение естественных экосистем происходит из-за того, что в некоторых случаях необходима вырубка лесов и кустарниковых насаждений, это происходит, потому что необходимо производить расширение сельскохозяйственных угодий.

Помимо отрицательных последствий влияния сельского хозяйства на экологию есть и положительные моменты, которые приводят к активному развитию агросектора и различных мер защиты окружающей среды, о которых не стоит забывать. К таким положительным сторонам воздействия сельского хозяйства относят:

Введение таких методик в сельском хозяйстве как: севообороты и органическое земледелие, которые способствуют благополучной борьбе с сорняками и помогают минимизировать использование гербицидов, включают в себя снижение использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста, кормовых добавок. Использование данных методик в сельском хозяйстве приводит к улучшению и сохранению качества почвы и воды снижая её эрозию и загрязнение.

Снижение углеродного следа происходит за счёт ведения сельскохозяйственной деятельности с учётом экологических принципов, это приводит к уменьшению выбросов парниковых газов, что положительно влияет на окружающую среду.

Повышению генетического разнообразия различных сортов и улучшению их устойчивости к вредителям и болезням, что позволяет снизить риски в сельском хозяйстве и привести к более положительному результату. Данный устойчивый метод приносит экономическую выгоду, позволяет поддерживать местные рынки и создавать рабочие места, что приносит пользу местного характера.

Таким образом ведение сельского хозяйства с учётом экологических потребностей приводит к созданию устойчивых и продуктивных систем, которые приносят пользу и человеку и окружающей среде.

Из данной статьи можно сделать следующие выводы: Сельское хозяйство играет важную роль в экономике страны, оно обеспечивает людей продуктами питания и сырьем, которые задействованы в иных отраслях. Сельское хозяйство влияет на экологию как положительно, так и отрицательно, поэтому важно находить баланс между сельскохозяйственной деятельностью и экологической ответственностью.

### **Список литературы**

*1. Остапенко В.А. Основы экологии: учебное пособие / В.А. Остапенко, С.Л. Нестерчук, С.В. Буга. – М.: МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2022. – 136 с.*

## ВЛИЯНИЕ ФЕНМЕДИФАМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В.А. Свистунова, А.С. Дмитрук, М.В. Безкровная, В.А. Погорелова  
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,  
г. Краснодар

*Аннотация.* В статье рассматриваются проблемы отрицательного влияния действующего вещества Фенмедифама на окружающую среду. Анализ его токсикологических свойств и характер влияния на биотическую и абиотическую среду.

*Ключевые слова:* окружающая среда, экология, действующее вещество, влияние, почва.

Рассматривая вопрос применения пестицидов и агрохимикатов, а также их влияние на окружающую природную среду, следует обратить внимание на официальные данные по объемам их потребления в сельском хозяйстве на сегодняшний день. Так, по данным Россельхознадзора, за третий квартал 2024 года объем применения пестицидов за указанный период в Краснодарском крае составил 2,3 тыс. тонн.

Анализируя данные аналогичного периода прошлого года (Краснодарский край – 2,7 тыс. тонн), можно сделать вывод о сокращении объемов применяемых пестицидов на территории нашего региона примерно на 15 %.

В соответствии с данными Россельхознадзора, совершенно противоположная ситуация отмечается по вопросу применения агрохимикатов. Так, на территории нашего региона следует отметить рост объемов применения агрохимикатов (примерно на 21 %) в третьем квартале 2024 года (157,2 тыс. тонн) по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (123,5 тыс. тонн) [1].

Фенмедифам [метил-3-(3-метилкарбанилокси)-карбанила] – действующее вещество пестицидов (гербицидов) с системным избирательным действием. Малолетучие соединения. Наилучшую растворимость белые кристаллы проявляют в ацетоне и циклогексаноне (до 20%), тогда как в воде они слабо растворимы.

На сегодняшний день синтезировано большое количество гомологов и аналогов фенмедифама (например, десмедифам) с более широким спектром действия.

Фенмедифам в соответствии с классификацией HRAC (Herbicide Resistance Action Committee/Комитет по борьбе с устойчивостью к гербицидам) отнесен к группе 5 (ингибиторы фотосинтеза у связывающих PSL – серин 264/ inhibition of photosynthesis at PSL – serine 264 binders), до 2020 г по HRAC – группа C1 [2].

При работе с пестицидами следует обратиться к государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов. Данный документ регламентирует обращение с ними на территории Российской Федерации. Каталог ведется Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2008 № 450.

Применение пестицидов и агрохимикатов в Российской Федерации регламентируется Федеральным законом от 19.07.1997 № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» [3].

Анализируя, Фенмедифан в сфере защиты растений установлено, что он применяется как действующее вещество гербицида, рекомендованного для борьбы с однодольными и двудольными сорняками в посадках свеклы и цикория.

Фенмедифам справляется с марью белой, горцем вьюнковым, редькой дикой, и многими другими однолетними растения.

Однако следует отметить, что препарат особенно эффективен при правильном его применении. Применение препарата методом внесения в почву является не эффективным.

Также следует отметить его низкую эффективность в период обработки посевов по росе или после дождя. Такая же ситуация отмечается, если провести обработку ослабленных и больных растений. Положительная динамика и рост эффективности препарата отмечается в теплую погоду.

Применяемые на его основе препараты используют по всходам свеклы.

Однако, несмотря на широкое действие препарата, у ряда многолетних сорных растений отмечается устойчивость к нему. Например, устойчива к Фенмедифану амброзия полыннолистная, сорные злаки, щирица и другие.

В почве препарат почти полностью разлагается за 5-6 месяцев, однако на ее поверхности он менее устойчив и разлагается за 3-4 месяца.

На сегодняшний день основная масса используемых пестицидов в сельском хозяйстве, содержащих действующее вещество, не превышает значений ПДК. Однако, важным моментом здесь является то, что такие значения часто находятся близко к ПДК. Например, такое содержание может негативно сказаться на формировании и развитии потомства промысловых видов рыб [4].

Анализируя данные о сроках разложения препарата, можно сделать вывод о том, что не допустимо наличие его остаточных количеств в воде рыбохозяйственных водоемов, так как с течением времени он может накапливаться в продукции.

Слаботоксичным препарат является для теплокровных. Для птиц и пчел Фенмедифам малотоксичен. Для пчел препарат относят к 3 классу опасности.

Симптомы отравления, наблюдаемые у лабораторных животных, достаточно негативно сказываются на их общем состоянии. Так, основными из них являются кровянистые выделения из носа и глаз, общее угнетение, парез задних конечностей, взъерошенная шерсть и инспираторная одышка.

Препараты на основе фенмедифама относят к 2 и 3 классам опасности для человека. Симптомом является острое отравление.

Рассматривая негативное влияние гербицидов на экологию, следует, среди прочего, рассмотреть вопрос о неправильном их хранении.

Помимо прямого попадания на поверхность почвы, препараты могут мигрировать в смежные среды. Это может происходить в результате его вымываться в более глубокие горизонты и грунтовые воды. Также, миграция возможна в результате поступления в водоёмы с поверхностным стоком.

В результате ветровой эрозии с пылью, или при испарении, препарат может переходить в атмосферный воздух.

Таким образом, разным путем, препарат способен проникать во все среды, затрагивая экологические ниши.

Гербициды могут приводить к гибели не только нежелательных для человека организмов, но и необходимых. Из-за них происходят нарушения связей в существующей экосистеме. В соответствии с законами природы изменение одного компонента экосистемы неизбежно приведёт к изменению всех остальных.

Для недопущения негативного воздействия гербицидов, пестицидов и агрохимикатов на экосистемы необходимо не только соблюдать правила и процедуры обращения с ними, но и правильно хранить.

Помимо негативного воздействия на окружающую среду, несоблюдение правил обращения с пестицидами, гербицидами и агрохимикатами влечет наложение административных штрафов или приостановление деятельности предприятия на определенное время. Так, на граждан за несоблюдение законодательства в этой части накладывается административный штраф в размере от 1 до 2 тысяч рублей; на должностных лиц – от 2 до 5 тысяч рублей; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, – от 2 до 5 тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток; на юридических лиц – от 10 до 100 тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток. Последнее, в значительной степени, затрудняет своевременное получение качественного урожая и влечет за собой большие экономические убытки для сельскохозяйственных предприятий.

Таким образом, помимо вреда экологии, неправильное обращение, хранение и транспортировка пестицидов, гербицидов и агрохимикатов влечет за собой большие экономические убытки для сельского хозяйства в виде административной ответственности и возможного приостановления деятельности.

### Список литературы

1. <https://fsvps.gov.ru/news/rosselhornadzor-soobshhaet-ob-obemah-primenenija-pesticidov-i-agrohimikatov-v-regionah-rossii-za-tretij-kvartal-2024-goda/>
2. <https://www.hracglobal.com/>
3. Федеральный закон от 19.07.1997 № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» / <https://base.garant.ru/11900732/>
4. Валлиулин В.А. Пестициды современных классов в водоемах южной России / В.А. Валлиулин, О.А. Зинчук, Ю.Э. Карпушина. – М.: Вопросы рыболовства, 2018. – Т. 19, №4. – С.500-508.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИИ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

М.В. Безкровная, А.С. Дмитрук, В.А. Свистунова, А.И. Мельченко  
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,  
г. Краснодар

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы использования сельскохозяйственных территорий, подвергшихся воздействию радиации. Способность растений в разной степени накапливать радиоактивные элементы и возможность планирования подбора культур для выращивания на разных типах почв.*

***Ключевые слова:** экология, оценка, радиация, сельское хозяйство, влияние, почва.*

Сельскохозяйственная радиоэкология связывает сельское хозяйство, экологию и радиацию между собой. В прошлом вопросам, касающимся радионуклидов в сельском хозяйстве, уделялось недостаточное внимание.

В настоящее время все больший интерес проявляется к загрязнению сельскохозяйственных полей стронцием и цезием. Возможное загрязнение такими элементами сельхоз угодий рассматривается как угроза негативного воздействия на экосистемы. Все зависит от типа почв, степени загрязнения и вида растений.

Важной проблемой является конечный результат попадания радионуклидов по цепочке «почва – растение – животное» в организм человека. Большую угрозу представляет их способность накапливаться в организме человека, оказывая негативное влияние на здоровье.

Проблема использования загрязненных сельскохозяйственных полей в большей степени в данный момент интересует те регионы, в которых отмечено выпадение радиоактивных осадков и загрязнение. Однако, учитывая постоянный рост, в последнее время, интереса к применению радиоактивных элементов в разных сферах (военная промышленность, медицина и т.д.), вопросы использования загрязненных территорий для выращивания растительной продукции и животноводства становятся все более актуальными.

Учитывая существующие потребности в производстве экологически чистой продукции и для решения экономически важной задачи обеспечения населения качественной продукцией, встает вопрос о необходимости разработки ряда мер по использованию загрязненных территорий.

В настоящее время для выращивания экологически безопасной продукции рекомендуется использование новых форм органических удобрений, таких как биогумус.

В первую очередь рекомендуется проведение радиационно-экологического мониторинга агроэкосистем. В качестве объектов мониторинга берут почву, грунты, воду и донные отложения, сточные воды, воды, используемые для орошения полей, приземный атмосферный воздух, продовольственное сырье, атмосферные осадки, а также продукты питания [4].

Рассматривая вариант загрязнения полей, не занятых посевами, следует

особое внимание обратить на метод их возделывания для недопущения накопления радионуклида в растениях. Этот вариант предусматривает загрязнение только почвы. В таком случае рекомендуется проведение глубокой вспашки. Учитывая глубину вспашки, загрязненная почва попадает вниз. При проведении посевов после такой вспашки озимых и яровых зерновых культур, радионуклиды не будут накапливаться, так как корневая система растений не настолько глубоко уходит в почву [2].

Загрязнение уже существующих посевов происходит в большей степени в период активного роста. Причем, больше влияние на уровень загрязнения оказывает форма листа, фазы развития и форма стебля. В случае загрязнения посевов на ранних стадиях развития происходит резкое замедление их роста, и большая часть урожая может погибнуть. В таком случае, необходима качественная проверка оставшегося урожая. При наличии загрязнений использование урожая даже на корм скоту запрещено.

Рассматривая проблему загрязнения семян посевов и их дальнейшее использование, особое внимание следует обратить на то, как защищены семена. Здесь возможна потеря всхожести семян. В меньшей степени будут уязвимы семена, имеющие защиту от поверхностного загрязнения. Также при поверхностном загрязнении в меньшей степени пострадают находящиеся в земле корнеплоды [1].

Мероприятия по уменьшению загрязнения урожая необходимо проводить без интенсивного пылеобразования, так как при несоблюдении этого возможно дополнительное загрязнение.

Важным моментом в определении степени загрязнения урожая является установление перечня загрязнителей (радионуклидов) и уровня загрязнения (количества). Существуют радионуклиды с периодом полураспада один час. Это может значить, что через один час его активность станет меньше в два раза. И так будет продолжаться дальше, но полностью он не исчезнет никогда.

Имея такие знания, существует возможность прогнозирования радиационной обстановки на определенной территории.

Немаловажным является знание о способности растений в разной степени накапливать радионуклиды. Так, например, рассматривая накопление  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственной продукции, следует учитывать, что злаковые в меньшей степени накапливают этот элемент по сравнению с бобовыми [3].

Большую роль в накоплении радионуклидов играют почвы. С целью уменьшения миграции радионуклида из почвы в растение, необходимо правильно подбирать культуры для загрязненных территорий. Так, под выращивание пшеницы, злаковых, овса и некоторых других культур, больше подходят легкие по механическому составу почвы, тогда как, под горох или клевер лучше подойдут тяжелые.

При рациональном ведении сельского хозяйства на загрязненных территориях и грамотном использовании рекомендаций возможно получение урожая с допустимым уровнем загрязнения.

Существует также возможность расчета и составления прогноза для

будущего использования загрязненных территорий и подбор определенных культур для выращивания.

### Список литературы

1. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. – М.: Академия, 2004. – 240 с.
2. Алексахин Р.М. Сельскохозяйственная радиоэкология / Р.М. Алексахин, А.В. Васильев, В.Г. Дикарев [и др.]. – М.: Экология, 1991. – 383 с.
3. Черышев Г.Я. Защита населения в чрезвычайных ситуациях / Г.Я. Черышев, А.П. Зайцев, З.В. Душина. – М.: Военное издательство, 1996. – 27 с.
4. Сычев В.Г. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв / В.Г. Сычев, М.И. Лунев, М.М. Орлов, Н.М. Белоус. – М.: ВНИИА, 2016. – 183 с.

## ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

А.Р. Лобанова, Е.В. Коледаева  
Кировский государственный медицинский университет,  
г. Киров

*Аннотация.* Исследование проводилось в городах с наибольшей численностью населения в Кировской области: г. Кирове и г. Кирово-Чепецке. Были исследованы данные по загрязнению воздуха, воды, почвы, радиационного фона. Основными источниками загрязнения в городе Кирово-Чепецке являются предприятия Кирово-Чепецкой Химической компании (КЧХК) (ГалоПолимер завод и Завод минеральных удобрений). Также было изучено загрязнение реки Елховки - водоема, в который идет сброс отходов производства КЧХК. В пробах воды, отобранной из поверхностных водоёмов и водотоков КЧХК, отмечено повышенное содержание нитратов, ионов аммония и ртути. Большинство исследованных проб воды р. Елховки обладает острым токсическим действием. Атмосферный воздух наиболее загрязнён нитратом аммония на участках, расположенных в 500 м на север и восток от Завода минеральных удобрений. Почвенный покров поймы в зоне влияния предприятий Кирово-Чепецкого химического комбината загрязнен тяжёлыми металлами (свинцом, цинком, кадмием, никелем). Очень высокие концентрации нитратов обнаружены в органогенных горизонтах почв на правом берегу р. Елховки в нижнем её течении. Мощность эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения превышает фоновые значения для Кировской области. Концентрация железа в реке Вятке превышает норму с 2015 по 2022 год, концентрация ХПК выше нормы с 2015 по 2022 год, концентрация фенолов превышает норму в 2021 и 2022 годах. Общций запас лесов в период с 2012 по 2022 год уменьшился. По данным правительства Кировской области на период с 2012 по 2021 год было выявлено повышение частоты заболеваемости злокачественными новообразованиями. Прирост смертности от злокачественных новообразований в Кирово-Чепецком районе и городе Кирове в период с 2008 по 2017 год увеличился.

Цель работы: изучить экологические проблемы Кировской области и последствия их влияния на организм человека.

Материалы и методы исследования: Показатели различных загрязнений,

взятые из региональных докладов Кировской области за 2012-2023 годы, данные по заболеваемости раком за 2013-2017 годы, взятые из программы «Борьба с онкологическими заболеваниями в Кировской области» на 2019-2024 годы.

Результаты: Для исследования были выбраны города с наибольшей численностью населения: г. Киров и г. Кирово-Чепецк. Были изучены данные по загрязнению воздуха, воды, почвы, радиационного фона.

Основными источниками загрязнения в городе Кирово-Чепецке являются предприятия Кирово-Чепецкой Химической компании (КЧХК) (ГалоПолимер завод и Завод минеральных удобрений). Было проведено исследование загрязнения реки Елховки – водоема, в который идет сброс отходов производства КЧХК, в том числе радиоактивных. Елховка – река, протекающая по территории Кирово-Чепецкого района Кировской области через населенные пункты, а также приток реки Великой, которая в свою очередь впадает в Вятку.

В пробах воды, отобранной из поверхностных водоёмов и водотоков КЧХК, отмечено повышенное содержание нитратов, ионов аммония и ртути. Концентрация нитратов в реке Елховке возрастает вниз по течению. Результаты биотестирования показали, что большинство исследованных проб воды р. Елховки обладает острым токсическим действием. Экоотоксикологический анализ показал, что пробы донных отложений, отобранные в карьере Завода минеральных удобрений, обладают высокой степенью токсичности.

О состоянии атмосферного воздуха у Кирово-Чепецкого Химзавода можно судить по результатам анализа снеговой воды. Согласно результатам исследований, с выбросами поступает значительное количество нитратного и аммонийного азота, фторидов. Наиболее загрязнёнными нитратом аммония являются участки, расположенные в 500 м на север и восток от Завода минеральных удобрений.

Почвенный покров поймы в зоне влияния предприятий Кирово-Чепецкого химического комбината загрязнен тяжёлыми металлами (свинцом, цинком, кадмием, никелем). Содержание нитратов в почвенных образцах варьирует в широких пределах. Очень высокие концентрации нитратов обнаружены в органогенных горизонтах почв на правом берегу р. Елховки в нижнем её течении. В пробах почвы и донных отложений на участке р. Елховка содержание  $^{238}\text{U}$  и удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  были в 1.5-2.7 раза выше нормы. По результатам маршрутного обследования территории повышенный уровень гамма-излучения отмечался у ООО «Завод полимеров КЧХК», в пойме р. Елховки. Мощность эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения превышает в 2-4 раза фоновые значения для Кировской области.

При изучении загрязнённости среды в городе Кирове для исследования была взята река Вятка, так как в нее идет сброс отходов крупных предприятий. Концентрация железа в реке Вятке превышает норму с 2015 по 2022 год. Средняя концентрация за исследуемые годы (0,6 г/мл) превышает норму (0,3 г/мл) в 2 раза. Концентрация ХПК в реке Вятке превышает норму с 2015 по 2022 год. Средняя концентрация за исследуемые годы (26,8 г/мл) превышает норму (15 г/мл) в 1,79 раз. Концентрация фенолов в реке Вятке превышает норму в 2021 и 2022 годах. Средняя концентрация за исследуемые годы (0,0016 г/мл)



превышает норму (0,001 г/мл) на 60 %. Общий запас лесов в период с 2012 по 2022 год уменьшился на 8,49 %, при этом выброс загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками также постепенно уменьшается, но остается по-прежнему высоким. Наибольшие выбросы загрязняющих веществ – выбросы оксидов углерода, углеводородов, оксидов азота, диоксидов серы, сероводорода.

По данным правительства Кировской области на период с 2012 по 2021 год было выявлено повышение частоты заболеваемости злокачественными новообразованиями. По результатам исследования было выявлено, что экологическая ситуация в Кировской области является неблагоприятной. В связи с этим был проведен анализ частоты встречаемости онкологией в Кировской области. С 2012 по 2021 год частота злокачественных новообразований увеличилась на 12,37 %. Заболеваемость онкологией в период с 2013 по 2017 год увеличилась по следующим видам опухолей: заболеваемость раком трахеи, бронхов и легких на 5,5 %; пищевода на 8,7 %; полости рта на 8,5 %; желудка на 2,4 %; печени на 6,7 %; почек на 13,7 %; прямой кишки на 8,0 %. Прирост смертности от злокачественных новообразований в Кирово-Чепецком районе в период с 2008 по 2017 год составляет 1,5 %. Прирост смертности от злокачественных новообразований в городе Кирове в период с 2008 по 2017 год составляет 0,8 %.

Выводы: В Кировской области, особенно в городе Кирове и Кирово-Чепецке, повышены показатели загрязнения воздуха, воды, почвы, радиационного фона, при этом общий запас лесов уменьшается. Загрязнение среды связано с антропогенным воздействием, преимущественно с работой промышленных предприятий. Заболеваемость онкологией в Кировской области, а также смертность от онкологии в городе Кирове и Кирово-Чепецке увеличивается, что может быть вызвано влиянием экологической обстановки в регионе.

### Список литературы

1. *О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кировской области в 2023 году // Роспотребнадзор - Управление Роспотребнадзора по Кировской области URL: <https://www.43.rospotrebnadzor.ru/documents/gosregdoklad/publications/gosudarstvennyy-doklad-2023.pdf> (дата обращения: 1.12.2024).*

2. *О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кировской области в 2022 году // Роспотребнадзор - Управление Роспотребнадзора по Кировской области URL: <https://www.43.rospotrebnadzor.ru/documents/gosregdoklad/publications/gosudarstvennyy-doklad-2022.pdf> (дата обращения: 1.12.2024).*

3. *Обмен воды и минеральных соединений // Ивановский государственный медицинский университет URL: <https://ivgmu.ru/attachments/20974> (дата обращения: 06.10.2024).*

# АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УСТРАНЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ КРУШЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ПЕРЕГОНЕ АЛЕУР-БУШУЛЕЙ ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Л.В. Виноградова, Е.А. Корякина

Забайкальского института железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Чита

*Аннотация.* Техногенная чрезвычайная ситуация, случившаяся на перегоне Алеур-Бушулей Забайкальской железной дороги в августе 2021 г. повлияла на ухудшение экологической обстановки на месте крушения грузовых поездов. В статье проанализированы мероприятия, организованные железнодорожниками с целью рекультивации загрязненных земель для снижения и устранения негативных экологических последствий в результате разлива нефтепродуктов.

Процесс перевозки нефтепродуктов железнодорожным транспортом регулируется сводом правил, в котором обозначены требования, касающиеся маркировки, упаковки, перевозки и хранения такой продукции. При соблюдении этих норм использование железнодорожного транспорта имеет ряд преимуществ: всесезонность, оперативность, удобство, выгодность. Но так как продукты нефтяной промышленности в большинстве своем легковоспламенимы, транспортирование их определено связано с риском их воспламенения. Кроме того, разливы нефтепродуктов при заполнении цистерн, транспортировке и авариях наносят экологический ущерб окружающей среде.

Попадание нефтепродуктов или других углеводородов в почву приводит к значительному ухудшению водной и воздушной проницаемости почв, влияет на морфологические, физические, химические, биологические свойства почвы, которые определяют ее плодородие и экологические функции. Пропитанные нефтепродуктами почвы изменяются по своему химическому составу, свойствам и структуре. При разливах на длительный срок нарушается естественное функционирование почвенной экосистемы, ухудшается плодородие и резко меняется интенсивность и направленность окислительно-восстановительных процессов. В почвенном слое нефтепродукты приводят к образованию битуминозных солончаков, гудронизации, цементации и другим неблагоприятным последствиям [6].

Загрязнение воды происходит за счет поверхностного стока, а также через грунтовые и подземные воды. Загрязнение водных объектов нефтепродуктами приводит к острым и хроническим интоксикациям живых организмов, изменяет микробный фон, подрывает самовосстановительные способности водоемов, отрицательно влияет на санитарный режим водных объектов и окружающей среды в целом [7].

По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации в 2020 году на территории РФ произошло 8 техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС) – аварий грузовых и пассажирских поездов, а в 2021 году – 12,

две из которых случились на территории Забайкальского края [4, 5].

Первая авария была в середине июля 2021 г. в Могочинском районе. Произошел сход 33 вагонов (15 из них с опрокидыванием) в результате крушения двух грузовых поездов. Последствия данной аварии были устранены в кратчайшие сроки и загрязнения окружающей среды не были зафиксированы.

В первых числах августа 2021 г. произошло еще одно крушение двух грузовых поездов в результате столкновения на перегоне Алеур-Бушулей двухпутного электрифицированного участка Транссиба Чернышевск – Жирикен с последующим сходом вагонов. В результате столкновения несколько вагонов упали на бок, в том числе и цистерны, перевозящие авиационное топливо. Из поврежденных цистерн на поверхность земли вытекло порядка 4880 кг. топлива, что привело к загрязнению почвенного слоя (рисунок). Кроме того, на расстоянии порядка 110 метров на запад от ж/д полотна находится водный объект – река Алеур и в границах места схода протекает ручей (ключ) без названия на расстоянии 2 метров от железнодорожного полотна, которые так же подверглись загрязнению.



Фотографии места разлива нефтепродуктов при опрокидывании вагонов в результате столкновения поездов на участке Алеур-Бушулей

Площадь загрязнения по результатам лабораторного мониторинга составила 15335 м<sup>2</sup>, включая полосу отвода и земли сельскохозяйственного назначения. Площадь участка с угнетенной растительностью, имеющей признаки выгорания дерна, не восстановившейся после инцидента 2948 м<sup>2</sup>.

Лабораторные замеры содержания уровня нефтепродуктов в водных объектах на момент первого дня с момента аварии показали превышение ЗВ в пределах от 8 до 614 раз, в зависимости от удаленности от места схода.

В ходе экологических изысканий было проведено исследование 38-ми поверхностных почвенных объединенных проб с глубины 0,0-0,2 м, а также 10-ти почвенных проб из 10 скважин на глубине 0,3 м и более [3].

Для ликвидации последствий схода были привлечены: восстановительные поезда; Центр аварийно-спасательных и экологических операций (ЦАСЭО).

С целью ликвидации ЧС и последствий ЧС для окружающей среды ОАО «РЖД» был разработан план мероприятий, в ходе реализации которого в течение трех месяцев после крушения были организованы и проведены следующие мероприятия:

-В полном объеме выполнены работы по откачке топлива из цистерн мотопомпами, вывезены 5 порожних цистерн с места схода

-Выполнена обваловка вдоль балластной призмы железнодорожного полотна для предотвращения распространения топлива длиной 540 метров

- Выполнен ров длиной 60 метров вдоль нечетного пути глубиной 30-50 сантиметров и заполнен сорбентом в количестве 150 кг для предотвращения распространения топлива и попадания в водный объект.

- Проведена обмывка береговой линии р. Алеур пожарной помпой

- Проведена установка боновых заграждения вдоль береговой линии реки Алеур для предотвращения выноса загрязненных ливневых вод в водный объект. Установлены дополнительные боновые заграждения поперек русла реки Алеур для предотвращения распространения загрязненных ливневых вод по акватории водного объекта.

- На мостовом переходе через реку Алеур установлены сорбирующие боны (1 шт., длиной 30 метров), фильтр из нетканого фильтровального материала для предотвращения загрязнения водного объекта.

-Произведена обработка мест потенциального загрязнения сорбентами. Использовано около 3т биосорбентов «Унисорб-Бил».

Проводился постоянный лабораторный мониторинг состояния водного объекта и почвы, отбор и измерение проб на определение количественного содержания нефтепродуктов.

Таким образом, проведенные в 2021 году мероприятия по ликвидации последствий крушения поездов позволили снизить распространение нефтепродуктов вниз по течению реки и проникновение вглубь грунта. Данные мероприятия являлись лишь первым этапом по устранению вреда, причиненного окружающей среде. Тем не менее, в ходе проведенных работ полностью был реализован «План мероприятий восстановительных работ». На тот момент было исключено вторичное загрязнение объектов окружающей среды и обеспечена возможность целевого использования водных объектов без введения ограничений.

В 2023 году была проведена рекультивация, включающая технический этап (обработка земель и балласта железной дороги раствором биопрепарата Hydrobreak POWER) и биологический этап (внесение минеральных удобрений и штаммов микроорганизмов нефтеокисляющего действия с проведением предварительного биостимулирования с использованием биопрепаратов «Гидробрейк Пауэр» и «Ленойл, СХП»)[1, 2].

В ноябре 2023 года Забайкальская железная дорога получила положительную экспертизу по проведенным мероприятиям, в результате чего получила заключение Росприроднадзора о том, что вред, причиненный окружающей среде в результате схода поездов, был устранен.

## Список литературы

1. Федеральный закон РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель».
3. Технический отчет по результатам инженерных изысканий для подготовки проектной документации 140/22-80-001-ИИ-Р «Проведение рекогносцировочного обследования, инженерных изысканий на участках, подвергшихся воздействию нефтепродуктов в результате крушения и схода цистерн железнодорожного подвижного состава на перегоне Алеур – Бушулей» //ООО «Экотрансворонеж», 2022.
4. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году» / - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021, 264 с.
5. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году» / - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022, 251 с.
6. Середина В.П. Характер изменений свойств почв нефтезагрязненных экосистем в условиях гумидного почвообразования / В.П. Середина, А.И. Непотребный, М.Е. Садыков // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 10. – С. 49-54.
7. Лебедь-Шарлевич Я.И. Опасность загрязнения водных объектов нефтью с учетом растворения и стратификации ее компонентов / Я.И. Лебедь-Шарлевич, З.И. Жолдакова, Р.А. Мамонов, Н.И. Беляева // Российский журнал прикладной экологии. – 2020. – № 3. – С. 46-51

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ПГТ. ЧЕРНЫШЕВСК ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Е.А. Дудунова  
Забайкальский государственный университет,  
г. Чита

**Аннотация.** В настоящем сообщении приведены результаты анализа воздействия качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения на здоровье населения пгт. Чернышевск Чернышевского района Забайкальского края.

Установлена зависимость заболеваний местного населения заболеваниями системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы и новообразований в зависимости от превышения гигиенических нормативов по железу.

**Актуальность.** В мировом сообществе растет внимание к взаимосвязи качества водных ресурсов и здоровья населения. Международные организации (ВОЗ, ООН, МОТ) активно продвигают исследования в этой области. Особую тревогу вызывает способность токсичных веществ к кумулятивному эффекту в

теле человека, что может провоцировать широкий спектр патологий, в том числе злокачественные новообразования.

Оценить риск для здоровья людей пгт. Чернышевск от вероятности развития неблагоприятных последствий для здоровья нынешнего и будущих поколений, обусловленных воздействием подземных водных ресурсов является важной социальной задачей.

**Полученные результаты.** Численность населения пгт. Чернышевск Чернышевского района Забайкальского края составляет 13 670 человек. Более 60 % проживающих используют питьевую воду нецентрализованного водоснабжения.

Забор проб воды на гидро-химический анализ производился в период с 2019 по 2023 год (табл. 1) [1].

Анализ качества питьевой воды показал, что гигиенические нормативы были превышены по показателям железа (в 3-7 раз), марганца (в 2 раза) и мутности воды (в 5 раз), которая обусловлена наличием избытка соединений железа в пробах.

В таблице 2 представлены статистические данные по заболеваемости населения пгт. Чернышевск по основным классам болезней за 2019-2022 годы [2].

Из таблицы 2 видно, что доминируют болезни органов дыхания. Субдоминируют болезни системы кровообращения, пищеварения, костно-мышечной системы.

Таблица 1

Результаты испытаний проб воды в лаборатории санитарно-гигиенических исследований

Определяемые показатели	Результаты исследования					Единицы измерения	НД на методы исследования
	2019	2020	2021	2022	2023		
цветность	2,7	2,1	2,5	6,0	6,0	Градусов цветности	ГОСТ 31868-2012
Водородный показатель	7,3	7,6	6,9	-	-	Единицы рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
Марганец	0,22	0,20	0,22	0,20	0,22	мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 4974-2014
Фториды	0,24	0,36	0,24	-	0,24		ГОСТ 4386-89
Мутность	8,5	13,7	8,1	12,2	12,2	ЕМФ	ПНД Ф 14.1:2:3:4.213-05
Жесткость общая	6,19	7,0	6,0	-	6,0	ОЖ	ГОСТ 31954-2012
Аммиак (по азоту)	0,12	-	-	-	0,14	мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 33045-2014
Окисляемость перманганатная	2,18	-	-	-	-	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.154-99
Сухой остаток	395,0	393,0	393,0	393,0	393,0	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.114-97
Железо	0,91	2,10	0,97	0,97	1,0	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.50-96
Калий	0,92	-	-	-	-	мг/дм <sup>3</sup>	РД 52.24.415-2007
Мышьяк	0,0075	-	-	0,0067	0,0071	мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 31870-2012

Продолжение таблицы							
Нефтепродукты	0,03	-	-	-	-	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
Сульфаты	37,9	24,2	36,1	-	15,08	мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 31940-2012
Хлориды	менее 10	менее 10	менее 10	-	менее 10 0,0022	мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 4245-72
Кремний	3,9	-	-	-	-	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.215-06
Нитриты (NO <sub>2</sub> )	0,0063	0,2	0,22	-	-	мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 33045-2014
Нитраты (NO <sub>3</sub> )	0,30	0,30	0,2	0,2	0,2	мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 33045-2014

Анализ влияния железа и марганца на органы дыхания не выявил зависимости. Поэтому однозначно можно говорить, что высокие показатели по данному заболеванию связаны с пандемией гриппа covid-19, приходящиеся на период исследования качества вод нецентрализованного водоснабжения в пгт. Чернышевск.

Установлена прямо пропорциональная зависимость между наличием железа в питьевой воде с болезнями системы кровообращения ( $R^2 = 0,7304$ ) (Рис.1, А) 1), кожи и подкожной клетчатки ( $R^2 = 0,8909$ ) (Рис. 1, В), болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани ( $R^2 = 0,8811$ ) (Рис. 1, Б), болезнями мочеполовой системы ( $R^2 = 0,7275$ ) (рис. 1, Г), с новообразованиями ( $R^2 = 0,5891$ ) (рис. 2) (табл. 3).

Таблица 2

Заболеваемость населения пгт. Чернышевск по основным классам болезней (зарегистрировано пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни; тыс. человек) в 2019-2022 годах

Годы	2019	2020	2021	2022
Все болезни	203 567	172314	247 800	250 849
из них:				
некоторые инфекционные и паразитарные болезни	4138	3388	5336	5856
новообразования	4070	3121	5832	5339
болезни крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	970	684	1149	1527
болезни уха и сосцевидного отростка	7895	5555	7106	7965
болезни системы кровообращения	23196	16750	29740	28284
болезни органов дыхания	44840	44 519	64 511	59 562
болезни органов пищеварения	16 175	21 525	21 424	24 884
болезни кожи и подкожной клетчатки	10 318	6 716	9 940	9 251

Продолжение таблицы				
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	25 243	17 565	28 964	27 034
болезни мочеполовой системы	15 443	11 680	19 052	16 615
врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	1 274	1 016	2 307	2 769
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	7 631	6 651	7 346	10 369

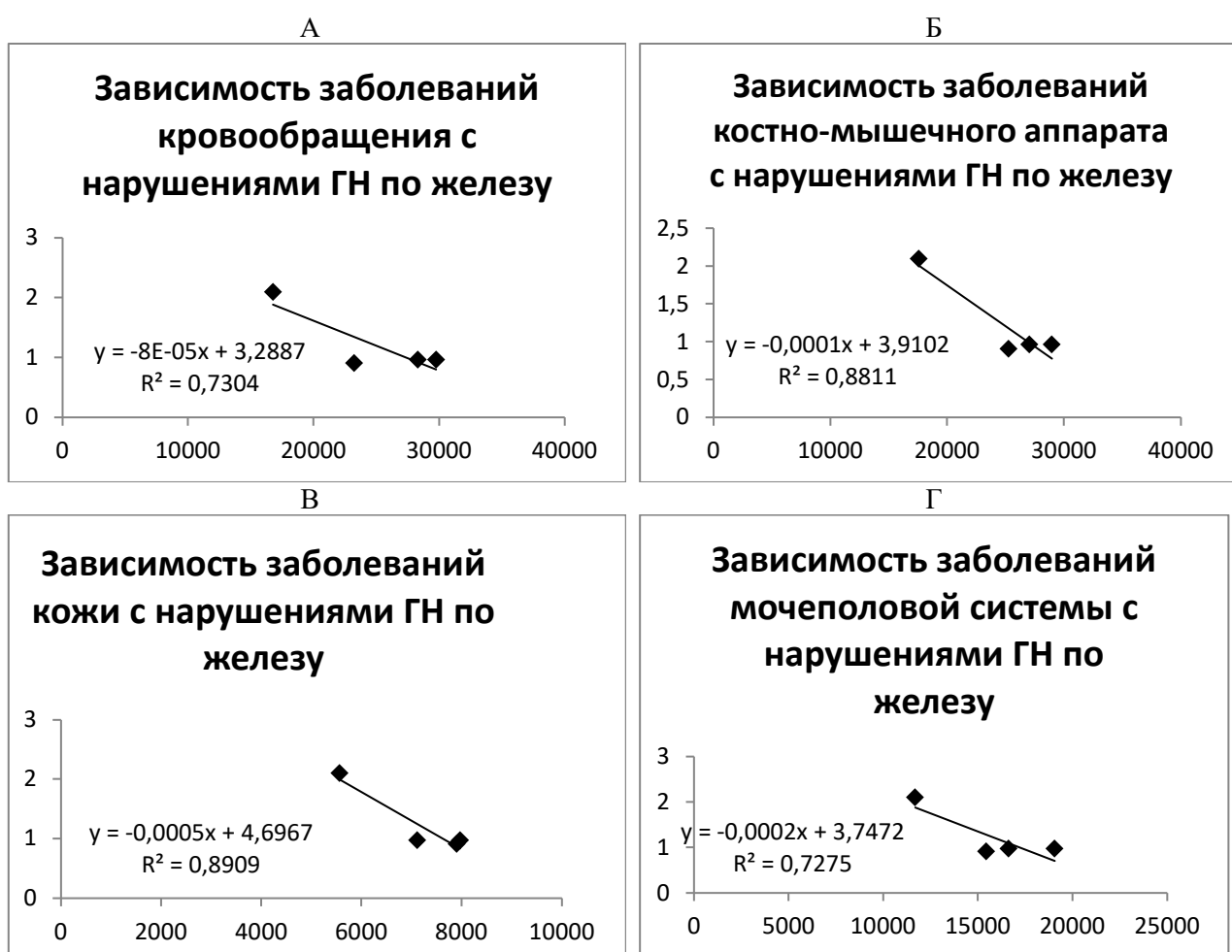


Рис. 1. Зависимость между наличием железа в питьевой воде и болезнями системы кровообращения (А), болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани (Б), кожи и подкожной клетчатки (В), болезнями мочеполовой системы (Г)

**Выводы.** 1. В работе исследовано влияние качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения на здоровье населения пгт. Чернышевск Чернышевского района Забайкальского края.

2. Установлена зависимость заболеваний населения пгт. Чернышевск болезнями системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы и новообразований в зависимости от превышения гигиенических нормативов по железу.



3. Не установлена зависимость между наличием марганца в питьевой воде и всеми болезнями населения пгт. Чернышевск. Однако зависимость органов пищеварения от марганца находится в критической зоне -  $R^2 = 0,4998$ .

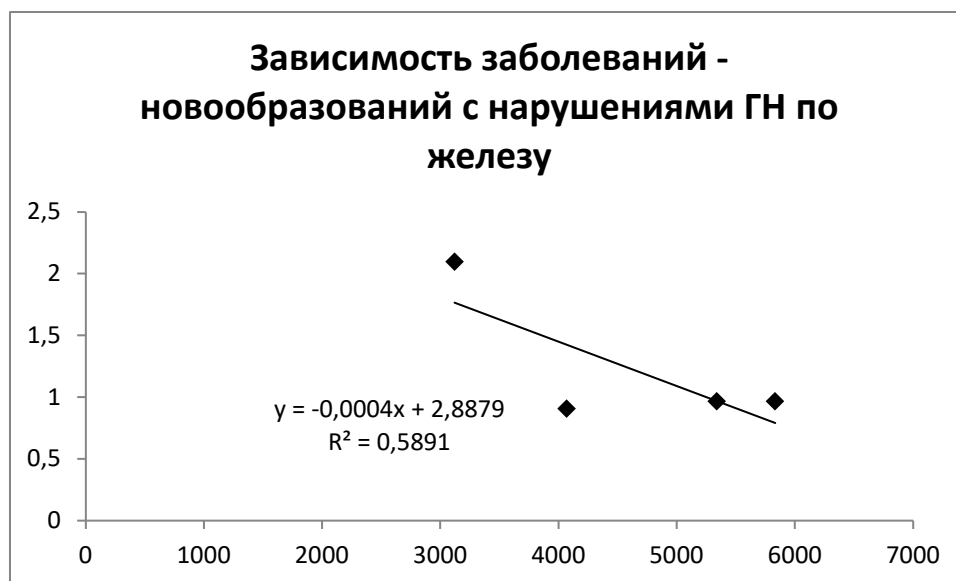


Рис. 2. Зависимость болезней новообразования с нарушением ГН по железу

Таблица 3

Установленные зависимости заболеваний населения пгт. Чернышевск от веществ, превышающих гигиенические показатели, выявленные в питьевой воде нецентрализованного водоснабжения

Заболевания	Железо	Марганец
болезни органов дыхания	0,2881	0,0221
болезни системы кровообращения	<b>0,7304</b>	0,1508
болезни органов пищеварения	0,0201	<b>0,4998</b>
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	<b>0,8811</b>	0,3084
новообразования	<b>0,5891</b>	0,1147
болезни кожи и подкожной клетчатки	<b>0,8909</b>	0,1457
болезни мочеполовой системы	<b>0,7275</b>	0,3396
врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,3905	0,0050
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	0,2836	0,1305

### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Забайкальском крае в 2023 году» Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Забайкальскому краю, 2024, 198 с.

2. Федеральная служба государственной статистики. Информационные ресурсы. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (дата обращения: 01.10.2024).

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СОРБЕНТА

А.П. Спиридонова<sup>1</sup>, А.Н. Гребенкин<sup>1</sup>, А.А. Гребёнкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ООО Естественные технологии, г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В статье представлен анализ целлюлозного сорбента. Исследованы сорбционная емкость сорбента, физические характеристики и даны рекомендации по его практическому использованию.

Увеличение объемов добычи нефти в мировом масштабе способствовало формированию обширной сети транспортных перевозок между различными странами и регионами. Однако, несмотря на значительные усилия транспортных компаний, наблюдается рост числа аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, что, в свою очередь, ведет к увеличению экономических затрат и нанесению ущерба окружающей среде. В связи с этим, разработка и совершенствование эффективных и экономичных методов ликвидации нефтяных разливов остаются актуальными задачами [1,2].

В практике ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на водной поверхности чаще всего применяются механические методы сбора с использованием специализированного оборудования (скримеров, насосов) или с применением сорбентов, которые наносятся на нефтяное пятно для последующего сбора и утилизации отработанных материалов. Такое разнообразие методов, подходов, оборудования и технологий обусловлено необходимостью применения различных сорбентов и материалов в зависимости от конкретных условий [3].

Особое место в методах ликвидации нефтяных разливов занимают пористые нефть-поглощающие материалы. Целлюлозно-минеральные сорбенты, наряду с минеральными аналогами, продемонстрировали свою эффективность в устранении разливов нефти и нефтепродуктов на различных поверхностях, включая водные, как это показано в работах [4,5]. В качестве исходного сырья для целлюлозных сорбентов могут быть использованы как торфяные материалы, так и отходы целлюлозно-бумажного производства. Учитывая широкий спектр таких материалов, возникает необходимость в сравнительном анализе характеристик целлюлозных сорбентов различных производителей в контексте их эффективности по сравнению с уже существующими на рынке минеральными сорбентами [6].

Первый опыт заключался в проверке сорбента из бумажного шлама на нефтеемкость. Под термином «нефтеемкость» здесь понимается интегральная характеристика используемого поглотителя (сорбента). Сорбент представляет собой однородную массу серого цвета, бумажный шлам от производства бумаги из макулатуры светлых сортов (Рис.1).

Все представленные образцы испытывались в одинаковых температурных условиях. Заявленная сорбционная емкость сорбента выполняла условия 1 к 1 с

нефтепродуктом (2 г). Ниже представлен результат проведенного испытания (Рис.2). Сорбент моментально впитывает нефть, не оставляя следов. Время поглощения сорбентом нефтепродукта составляет 3-5 секунд на твердой поверхности. Стоит отметить, что частички (ворсинки) сорбента также поглощают нефть, благодаря чему не остается следов нефти.

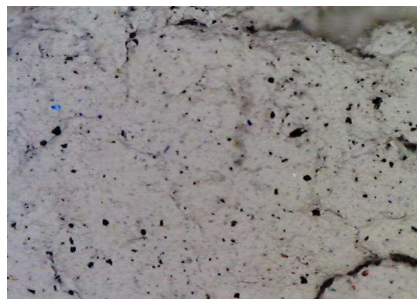


Рис.1. Сорбент из бумажного шлама под микроскопом

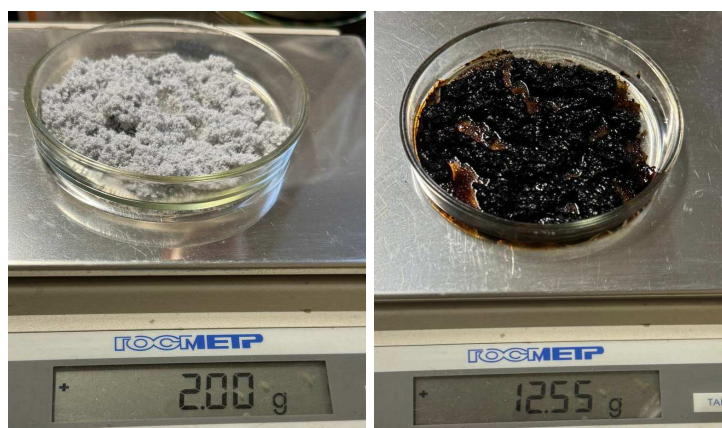


Рис.2. Проверка нефтеемкости сорбента из образца бумажного шлама

Второй опыт. Образец исследуемого материала объемом  $(90 \pm 1)$  см<sup>3</sup> помещают в корзиночку прямоугольной формы длиной  $(60 \pm 1)$  мм, шириной  $(10 \pm 1)$  мм, высотой  $(150 \pm 3)$  мм, закрепляют в держатель. Включают прибор, зажигают газовую горелку и регулируют расход газа так, чтобы контролируемая в течение 3 мин температура газообразных продуктов горения составляла  $200 \pm 5$  °С. Держатель с образцом вводят в камеру за время не более 5 секунд и испытывают в течение 300 с. или до достижения максимальной температуры отходящих газов продуктов горения материала, при этом регистрируют время ее достижения. Если при испытании максимальная температура не превышает 260 °С, то продолжительность испытания составляет  $(300 \pm 2)$  с. После чего горелку выключают.

Образец выдерживают в камере до полного остывания (комнатной температуры). Остывший образец извлекают из камеры и взвешивают. Если при испытании максимальная температура превысила 260 °С, то продолжительность испытания определяется временем достижения максимальной температуры. Горелку выключают, образец извлекают из камеры и после остывания взвешивают.

Испытательское оборудование: ОТМ конструкции ВНИИПО по ГОСТ 12.1.044-89, устройство контроля температуры ТРМ-200Н, весы ВК-600, термо-

электрический преобразователь ТХА.

В таблице представлены результаты анализа сорбента, полученного из бумажного шлама.

Результат анализа исследованного сорбента

№ образца	Температура реакционной камеры до введения образца, °С	Максимальная температура газообразных продуктов горения, °С	Приращение температуры, Δt	Время достижение максимальной температуры, сек	Масса образца, г		Потеря массы образца, %
					до испытания	после испытания	
1	200	205	2	283	95,18	64,77	31,9
2	200	208	8	288	98,35	66,26	32,6
3	202	209	7	297	96,49	64,62	33

### Выводы:

Исследованный сорбент демонстрирует среднюю эффективность в поглощении нефти (нефтеёмкость составляет 6,3 г/г).

Сорбент из рубленной гильзы обеспечивает мгновенное удаление всех следов нефтепродуктов, процесс поглощения занимает всего 10-15 секунд (примечательно, что отдельные частицы (ворсинки) сорбента участвуют в процессе поглощения, дополнительно улучшая эффективность удаления нефти).

Сорбент обладает высоким уровнем гидрофобности, что обеспечивает его способность длительное время оставаться на поверхности воды после поглощения нефтепродуктов. Это свойство делает его особенно эффективным для использования в качестве средства очистки воды от нефтяных загрязнений, облегчая сбор отработанного сорбента с поверхности водоема стандартными методами.

### Список литературы

1. Daling P.S. *Methods for oil spill response and management in Arctic environments* / E.M. Brevik, I. Singaas / *Journal of Environmental Management*. – 2013. – Vol. 119. – P. 26-35.
2. Fingas M.F. *The basics of oil spill cleanup* / M.F. Fingas. – CRC Press – 2013. – Vol. 286. – P. 130-146.
3. *Oil spill preparedness and response: An introduction*. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iogp.org> (дата обращения: 18.10.2024).
4. Таран В.Г. Сорбенты для очистки от нефти и нефтепродуктов / В.Г. Таран, Л.В. Боровская, Е.А. Мазуренко / *Научное обозрение. Реферативный журнал*. – 2019. – № 2. – С. 20-23; URL: <https://abstract.science-review.ru/ru/article/view?id=1921> (дата обращения: 27.11.2024).
5. Гребенкин А.Н. Использование волокнистых и минеральных целлюлозно-бумажных отходов в качестве сорбента разливов нефтепродуктов / А.Н. Гребенкин, Е.Л. Аким, А.А. Гребенкин, А.А. Пекареу, А.В. Демидов / *Химия волокна*. – Т. 1, № 2. – С. 82-87, июль 2021 г.

6. Gote M.G. *Advanced Synthetic and Bio-Based Sorbents for Oil Spill Clean-up: A Review of Novel Trends* / M.G. Gote, H.H. Dhila, S.R. Muley / *Environmental Science & Technology* – 2023. – Vol. 22, № 1. – P. 39-61.

## К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ КАТАЛИЗАТОРОВ НА СТЕКЛОВОЛОКНИСТЫХ НОСИТЕЛЯХ

Г.Д. Раков, Р.Ф. Витковская  
Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна,  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В данном обзоре рассматривается применение гетерогенных катализаторов на основе стекловолоконистых носителей в различных экологически значимых процессах. Обзор охватывает исследования в области глубокого окисления толуола, окисления этанола, метана и хлорированных углеводородов, а также метанирования CO<sub>2</sub>. Рассмотрены катализаторы, содержащие различные активные компоненты, такие как медь, платина, палладий, никель и диоксид титана. Обзор подчеркивает преимущества стекловолоконистых носителей, включая высокую термостойкость, механическую прочность и улучшенный массоперенос. Также рассмотрены различные методы синтеза и их влияние на структурные характеристики и каталитическую активность катализаторов. Обзор демонстрирует перспективность стекловолоконистых катализаторов для применения в каталитических процессах, связанных с защитой окружающей среды.

### Введение

Гетерогенный катализ имеет широкое распространение в промышленности благодаря возможности исключения стадии разделения катализатора и упрощения технологических процессов, недоступных в гомогенном варианте. Широкое применение находят гетерогенные катализаторы на волоконистых носителях, при этом выбор материала носителя определяется условиями реакции. Так, синтетические органические волокна (например, на основе полиакрилонитрила) эффективно используются в процессах очистки сточных вод при низких температурах, однако, при высоких температурах, характерных для каталитического сжигания/дожигания газов, их применение ограничено термической нестабильностью. В таких условиях предпочтение отдаётся неорганическим волокнам, таким как стеклянные и базальтовые [1-2].

Для модификации с целью придания каталитических свойств неорганическим волокнам часто используют методы поверхностной модификации, включающие введение соединений переходных металлов (d-элементов), например, железа, никеля, кобальта, титана и других. Стекловолокно является особенно популярным носителем для гетерогенных катализаторов по ряду причин. Во-первых, высокая температура плавления (1200-1400 °С, обусловленная наличием модифицирующих добавок) обеспечивает работоспособность при повышенных температурах. Во-вторых, высокая механическая прочность, гибкость и низкое гидравлическое сопротивление позволяют создавать каталитические загрузки различной

конфигурации, что особенно актуально для исследований в микрореакторах. Наконец, современные технологии позволяют производить стекловолокно в больших объемах и при относительно низкой стоимости. В настоящем обзоре будут рассмотрены исследования по разработке и применению гетерогенных катализаторов на основе стекловолокнистых носителей [3-4].

### **Основная часть**

Интересным направлением исследования является модификация стеклянных волокон соединениями меди, так они отличаются доступностью и низкой стоимостью исходных реагентов, что и было проделано в [5-6]. Несмотря на использования меди как модифицирующего элемента в обоих случаях, исследования существенно различаются по применяемым материалам, методикам и исследуемым каталитическим процессам. В [5] исследуется катализатор  $\text{CuCr}_2\text{O}_4$ /стекловолокно, представляющий собой хромит меди, диспергированный на стекловолоконном носителе. Основной акцент делается на каталитической активности данного материала в реакции глубокого окисления толуола. Было подчеркнуто превосходство  $\text{CuCr}_2\text{O}_4$ /стекловолокно над традиционными катализаторами на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , что обусловлено, в первую очередь, улучшенным массопереносом, достигаемым за счет структуры стекловолоконного носителя, а также высокой дисперсностью наночастиц  $\text{CuCr}_2\text{O}_4$  (10-25 нм). Авторы сообщают об увеличении удельной поверхности и каталитической активности в 20-30 раз по сравнению с аналогом на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , а также об эффективности при низких температурах.

В отличие от [5], в [6] рассматривается каталитическая активность пленок оксидов меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$  и  $\text{CuO}$ ), нанесенных методом химического осаждения из газовой фазы на стекловолоконный носитель. Исследователи изучают реакцию окисления этанола и влияние температуры осаждения на фазовый состав, морфологию и каталитические свойства полученных пленок. Было показано влияния условий синтеза на фазовый состав и морфологию формируемых пленок оксидов меди, и, как следствие, на каталитическую активность в окислении этанола [6].

Традиционно для получения гетерогенных катализаторов используются металлы платиновой группы, тем не менее разработки в данной области актуальны и сейчас. Новые каталитические подложки Microlith® для окисления метана были получены в [7]. Данные подложки характеризуются малой длиной каналов и высокой плотностью ячеек, обеспечивая улучшенный массо- и теплоперенос. При избытке кислорода Pd-катализатор на Microlith® стабилен при 800 °С, демонстрируя значительное снижение выбросов после предварительного нагрева. В условиях избытка метана, достигнуто полное превращение метана с 93 % селективностью по продуктам частичного окисления, благодаря высоким скоростям потока и улучшенному переносу. Система стабильна более 500 часов. Численное моделирование показало меньшую толщину граничного слоя по сравнению с традиционными монолитами. Особое внимание уделено нанесению каталитического покрытия и его термостойкости. Подложки Microlith® перспективны для эффективного каталитического горения и частичного окисления метана.

Применение Pt- и Pd-модифицированных стекловолоконистых катализаторов для полного окисления CO и углеводородов было описано в [8]. Здесь производилось сравнение активности катализаторов на основе силикатного и алюмоборосиликатного стекловолокна при варьировании типа и концентрации металла. Эксперименты по окислению толуола и CO показали, что стекловолокно является перспективным носителем. Высокая эффективность наблюдалась при 150-250 °С и расходе 30 000 ч<sup>-1</sup>. Проанализировано влияние состава носителя, металла и его концентрации, а также отмечен гистерезис температурных зависимостей при окислении CO, обусловленный нелинейной кинетикой.

Разработка эффективных методов утилизации хлорорганических отходов является важным направлением исследования на данный момент. В рамках [9] было рассмотрено окисление ряда хлорированных углеводородов (ХУ), включая хлорбензол, дихлорэтан, дихлорпропан, бутиловый хлорид, а также смешанных промышленных отходов, содержащих ХУ на плаиносодержащих катализаторах. Основное внимание уделялось поиску катализаторов, демонстрирующих высокую активность и селективность при умеренных температурах, с целью минимизации образования токсичных побочных продуктов, таких как диоксины, фосген, полихлорированные углеводороды и элементарный хлор. В качестве каталитических систем были получены стекловолоконистые материалы модифицированные соединениями платины с добавлением разных промоторных добавок (Co, Mn, Cu). Стабильность разработанных катализаторов оценивалась в ходе длительных испытаний, превышающих 100 часов. Результаты показали, что платиносодержащие стекловолоконные катализаторы обладают высокой эффективностью в процессе окислительного разрушения ХУ при умеренных температурах. Отмечается их высокая активность, селективность, стабильность, а также отсутствие образования токсичных побочных продуктов.

Известно, что структурные характеристики катализатора играют ключевую роль в обеспечении высокой каталитической активности. В частности, большое значение имеет дисперсность каталитически активных частиц и удельная поверхность материала. В связи с этим, важной задачей является разработка эффективных методов синтеза катализаторов с контролируемыми структурными параметрами. В контексте данного направления, метод Flame Assisted Spray Pyrolysis (FASP) рассматривается как перспективный подход к созданию высокодисперсных катализаторов. Недавние исследования показывают, что повышение температуры пламени при синтезе Pt/CeO<sub>2</sub> методом FASP приводит к формированию катализатора с более высокой удельной поверхностью, что улучшает его каталитическую активность в реакции окисления CO [10].

Как и медь ещё одной перспективной заменой металлов платиновой группы является никель. Эффективность таких катализаторов на основе стекловолокна была рассмотрена на примере метанирования CO<sub>2</sub>. Авторы [11] разработали два метода синтеза: термосинтез на поверхности (STS) и импульсный термосинтез (PSTS), который впервые применён для данного

процесса. Метод импульсного термосинтеза, с добавлением горючего, позволил получить более дисперсные частицы Ni (<30 нм), равномерно распределенные на SiO<sub>2</sub>/стекловолокно. Катализатор, полученный методом импульсного термосинтеза, превзошёл по активности все образцы и показал значительно более высокую удельную активность на единицу массы никеля, чем промышленный аналог Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Подробно изучено влияние параметров синтеза на характеристики катализаторов (рентгеноструктурный анализ, сканирующая электронная микроскопия) и корреляция с их каталитической активностью в проточной установке. Установлено, что метод импульсного термосинтеза, обеспечивая равномерное распределение и малый размер частиц Ni, способствует повышению активности. Полученные образцы демонстрируют высокую каталитическую активность и стабильность, но требуется дальнейшие исследования для оценки практической применимости.

Известна каталитическая активность оксидов титана, что было рассмотрено на примере композитного катализатора TiO<sub>2</sub>/стекловолокно, синтезированного золь-гель методом путем нанесения анатазной фазы TiO<sub>2</sub> (18 нм) на стекловолокнистый носитель [12]. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеновская микрофотография подтвердили равномерное покрытие волокон и формирование микропористой структуры (диаметр пор 3,1 нм), что увеличило удельную поверхность с 0,3 до 2,5 м<sup>2</sup>/г, повышая активность. Катализатор показал высокую конверсию (83 % при 600 °С) в окислении n-гептана. Наблюдалась температурная зависимость селективности: 260-350 °С – преобладают кетоны, 350-600 °С – α-олефины. Несмотря на предварительный характер, результаты демонстрируют значительный потенциал TiO<sub>2</sub>/стекловолокно для катализа окислительных реакций углеводородов.

### **Заключение**

Стекловолокнистые материалы представляют собой перспективный класс носителей для гетерогенных катализаторов, особенно в экологических приложениях. Исследования показали, что такие катализаторы обладают высокой каталитической активностью и стабильностью в широком диапазоне реакций, включая окисление различных загрязнителей и метанирование CO<sub>2</sub>. Улучшенный массоперенос и возможность контролировать структурные параметры катализаторов, нанесенных на стекловолокна, обеспечивают их эффективность и перспективность по сравнению с традиционными носителями. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию методов синтеза и изучение долгосрочной стабильности стекловолокнистых катализаторов в реальных условиях эксплуатации, что позволит более широко внедрить их в промышленные процессы.

### **Список литературы**

1. Chung S. *Heterogeneous Catalysis in Environmental Applications* / S. Chung [и др.] // *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*. Elsevier, 2023.
2. Zhang D. *Silica samurai: Aristocrat of energy and environmental catalysis* / D. Zhang [и др.] // *Chem Catalysis*. – 2022. – Vol. 2, № 8. – P. 1893-1918.



3. Katada N. *Advances in catalysis and catalytic materials for energy and environmental protection* / N. Katada [u ðp.] // *Catalysis Today*. – 2006. – Vol. 111, № 3-4. – P. 145-146.
4. Huang H. *Surface functionalization for heterogeneous catalysis* / H. Huang [u ðp.] // *Encyclopedia of Nanomaterials*. Elsevier. – 2023. – P. 407-419.
5. Zazhigalov S. *Copper-chromite glass fiber catalyst and its performance in the test reaction of deep oxidation of toluene in air* / S. Zazhigalov [u ðp.] // *Reac Kinet Mech Cat*. – 2017. – Vol. 120, № 1. – P. 247-260.
6. Ramírez-Ortiz J. *A catalytic application of Cu<sub>2</sub>O and CuO films deposited over fiberglass* / J. Ramírez-Ortiz [u ðp.] // *Applied Surface Science*. – 2001. – Vol. 174, № 3-4. – P. 177-184.
7. Lyubovsky M. *Complete and partial catalytic oxidation of methane over substrates with enhanced transport properties* / M. Lyubovsky [u ðp.] // *Catalysis Today*. – 2003. – Vol. 83, № 1-4. – P. 183–197.
8. Kiwi-Minsker L. *Glass fiber catalysts for total oxidation of CO and hydrocarbons in waste gases* / L. Kiwi-Minsker [u ðp.] // *Catalysis Today*. – 1999. – Vol. 54, № 1. – P. 39-46.
9. Paukshtis E.A. *Oxidative destruction of chlorinated hydrocarbons on Pt-containing fiber-glass catalysts* / E.A. Paukshtis [u ðp.] // *Chemosphere*. – 2010. – Vol. 79, № 2. – P. 199-204.
10. Minegishi N. *Effect of flame temperature on structure and CO oxidation properties of Pt/CeO<sub>2</sub> catalyst by flame-assisted spray pyrolysis* / N. Minegishi [u ðp.] // *Applications in Energy and Combustion Science*. – 2024. – Vol. 20. – P. 100303.
11. Mikhailov Ia.A. *Efficiency study of nickel-containing glass-fiber catalysts for CO<sub>2</sub> methanation* / Ia.A. Mikhailov [u ðp.] // *e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*. – 2024. – Vol. 10. – P. 100774.
12. Shamsutdinova A.N. *Composite TiO<sub>2</sub>/fiberglass catalyst: Synthesis and characterization* / A.N. Shamsutdinova [u ðp.] // *Catalysis Communications*. – 2017. – Vol. 89. – P. 64–68.

## **КАВИТАЦИОННЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

А.А. Гусев<sup>1</sup>, Р.Ф. Витковская<sup>1</sup>, Т.М. Нестерова<sup>1</sup>, Т.М. Портнова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** В статье рассмотрен метод кавитационной обработки промывных вод фильтровальных сооружений. Выбор технологии очистки промывных вод без применения химических реагентов при обеспечении показателей качества сопоставимых с требованиями к воде, используемой для промывки фильтровальных сооружений, позволяет повысить экологическую безопасность процесса очистки.

**Ключевые слова:** сбросы, промывные воды, очистка, кавитация, фильтрование.

Согласно требованиям статьи 60 п. 5 ФЗ № 74 при эксплуатации водохозяйственной системы на территории Российской Федерации запрещено осуществлять сброс в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах). Неочищенные промывные воды оказывают негативное влияние на состояние водоемов, в том числе в условиях ужесточения нормативов санитарного законодательства к качеству питьевой воды [1].

Наряду с известными методами очистки промывных вод представляет интерес метод кавитационного воздействия, так как является безреагентной ресурсосберегающей технологией, основанной на природном эффекте самоочистки воды в высоких водопадах.

Физический эффект кавитационной обработки водных растворов заключается в схлопывании кавитационных пузырьков при возникновении высокого давления (до 1000 атм.) и высокой температуры (1000-10000 °С), при этом образуются волны разрежения-сжатия.

При кавитационной обработке воды изменяются ее физико-химические свойства, увеличивается рН воды, происходит процесс активации. В результате такая вода локально превращается в активный растворитель даже труднорастворимых веществ без введения дополнительных химических добавок.

Вследствие столкновений молекул воды, обладающих значительной кинетической энергией, с другими молекулами происходит разложение молекул воды до  $\text{OH}^*$  и  $\text{H}^*$ . Реакция протекает по свободно-радикальному механизму с образованием на первой стадии гидроксильных радикалов  $\text{OH}^*$ , которые, в свою очередь, порождают разветвленную цепную реакцию [2].

При наличии в кавитационном пузырьке достаточного количества кислорода или водорода могут осуществляться реакции трансформации радикалов. Присутствие радикалов  $\text{H}^*$  и  $\text{OH}^*$  при сонолизе воды было доказано методом «спиновых ловушек». Каждый из этих ультрахимических процессов осуществляется за время между двумя столкновениями частиц порядка  $10^{-14}$  с. Также в кавитационной камере не исключается образование озона, являющегося сильным окислителем. Наличие озона и пероксида водорода в реакционной среде может приводить к деструкции и окислению органических загрязнителей [3].

В рамках проводимых исследований проводилась оценка возможности безреагентного метода кавитационной очистки промывных вод на объекте ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» Южной водопроводной станции (ЮВС).

Сооружения ЮВС обеспечивают очистку воды поверхностного источника – р. Невы. Двухступенчатая схема очистки невской воды, реализуемая на станции, предполагает последовательность процессов: озонирования воды в камерах распределения озона, коагулирования рабочим раствором коагулянта (сульфат алюминия), флокулирования в камерах флокуляции с вертикальными лопастными мешалками (используемый флокулянт – полиакриламид

катионный), осветление в полочных отстойниках с тонкослойными модулями, фильтрование на скорых гравитационных фильтрах с двухслойной загрузкой.

Таблица 1  
Показатели качества воды реки Невы

№, п/п	Показатель	Единица измерения	Среднее
1	Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	0,01-0,092
2	Аммиак и аммоний-ион (аммиак и ионы аммония)	мг/дм <sup>3</sup>	0,1-0,43
3	Жесткость (общая)	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,6-1,1
4	Запах при 20 °С	Баллы	0-2
5	Запах при 60 °С	Баллы	0-2
6	Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	0,52-7,6
7	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,008-0,03
8	Общий органический углерод	мг/дм <sup>3</sup>	7,7-13
9	Окисляемость перманганатная	мгО/дм <sup>3</sup>	8,1-11,3
10	рН	Единицы рН	7,2-7,9
11	Цветность	градусы	32-55
12	Щелочность общая	ммоль/дм <sup>3</sup>	0,47-0,7

Промывка фильтровальных сооружений производится очищенной фильтровальной водой. Эффективность данного процесса обусловлена тем, что промывка проводится в 2 ступени: воздушная промывка и промывка водой.

Кавитационная обработка промывных вод обеспечивалась за счет работы установки Аэромаг [4].

Таблица 2  
Показатели качества исходной и очищенной промывной воды

Показатель	Единица измерения	Исходная вода	Очищенная вода
Массовая концентрация алюминия/алюминий	мг/ дм <sup>3</sup>	9,7±1,9	0,017±0,006
Водородный показатель	ед. рН	6,2±0,2	6,8±0,2
ХПК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	350±50	< 5
Взвешенные вещества	мг/ дм <sup>3</sup>	84±10	1,2±0,2
Мутность	мг/ дм <sup>3</sup>	59,7±11	0,91±10

На основании полученных результатов в ходе проведения испытаний выявлено:

1. Осветление усредненных промывных вод сооружений ЮВС до требуемых параметров на аппарате Аэромаг без применения химических реагентов возможно.

2. В период проведения работ зарегистрированы параметры, оказавшие мешающее влияние на качество осветленной воды.

3. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности и необходимости проведения испытаний в разное время года.

### Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Водный кодекс. Федеральный закон № 74-ФЗ от 03.06.2006: текст с изменениями на 8 августа 2024 года : [принят Государственной думой 12 апреля 2006 года : одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 года ]. – Москва: Эксмо, 2024. – 64 с.

2. Рублевская О.Н. Теория и практика технологии обезжелезивания и деманганации: опыт Республики Беларусь и Российской Федерации (часть 2) / О.Н. Рублевская [и др.] – Текст: непосредственный // Водоснабжение и санитарная техника. – 2024. – № 3. – С. 10-17.

3. Курбатов А.Ю. Интенсификация процесса очистки воды от железа с применением волновых гидродинамических устройств: дисс. ... кандидата технических наук. – Москва., 2014. – 119 с.

4. Пат. 2769109, РФ. Способ гидродинамической очистки воды и устройство для гидродинамической очистки воды / Ю.О. Бобылев // Изобретения. Полезные модели. 2022. №10.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАНОЛА В МОРСКОМ СУДОХОДСТВЕ

Д.В. Алексеев  
МГУ им. адм. Г.И. Невельского,  
г. Владивосток

*Аннотация.* В данной статье проводится оценка эффективности использования метанола в качестве альтернативного вида топлива в морском судоходстве. Приводится обзор международных и национальных документов, регламентирующих использование метанола в судоходной отрасли. Основное внимание уделяется изучению технических, экологических и экономических аспектов применения метанола в сравнении с традиционными видами топлива, такими как мазут и дизельное топливо. Рассматриваются основные преимущества и недостатки использования метанола. На основе проведенного анализа делаются выводы о перспективах широкого внедрения метанола в судоходстве и предлагаются рекомендации по оптимизации его использования.

Согласно плану Организации Объединенных Наций, к 2050 году мировое судоходство, на которое приходится 3 % глобальных выбросов углекислого газа, должно стать углеродно-нейтральным [1]. Это подразумевает ежегодное сокращение выбросов примерно на 2 %. В поддержку этого плана, Международной морской организацией (ИМО) в 2023 году была принята

пересмотренная стратегия по снижению выбросов парниковых газов в международном судоходстве, которая направлена на сокращение выбросов парниковых газов в судоходной отрасли на 1 миллион тонн в год до нуля к 2050 году [2]. Реализованные инициативы способствовали активизации комплексного подхода судоходной отрасли к реагированию на климатические изменения и последовательное снижение выбросов парниковых газов в атмосферу. Так, в 2023 году с мировыми верфями были заключены контракты на постройку 298 судов на альтернативном виде топлива, что на 8 % больше, чем в 2022 году. Наиболее востребованным оказался метанол: было размещено заказов на 138 судов, работающих на этом топливе, за исключением танкеров для перевозки метанола.

С начала 2024 года в базу данных «Индекса альтернативного топлива для судоходства» (AFI) были включены 23 судна, работающие на метаноле [3]. Эти суда были заказаны на различных верфях по всему миру, что в очередной раз подчеркивает растущую популярность этого вида топлива в морской отрасли. Основными причинами, почему метанол был выбран перспективным топливом, являются возможность его широкого производства из различных источников, высокие энергетические характеристики и более низкие показатели выброса углекислого газа по сравнению с традиционными видами топлива.

Основным нормативным актом, регулирующим использование альтернативных видов топлива в международном судоходстве, является Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ). Этот документ устанавливает требования к выбросам серы, оксидов азота и твердых частиц, а также регулирует меры по предотвращению разливов нефтепродуктов. В частности, Приложение VI к МАРПОЛ содержит положения, касающиеся использования низкосернистых топлив, таких как метанол [4]. Кроме того, ИМО продолжает разрабатывать и внедрять стандарты, направленные на повышение энергоэффективности судов и снижения их углеродного следа. В настоящее время требования ИМО для судов, использующих метанол в качестве топлива, установлены Международным кодексом по безопасности для судов, использующих газы или иные виды топлива с низкой температурой вспышки (IGF Code).

На национальном уровне многие страны принимают собственные законы и подзаконные акты, регулирующие использование альтернативных видов топлива. Например, Российский морской регистр судоходства (РС) разработал требования к судам, оборудованным для использования метанола в качестве топлива. Они были опубликованы в циркулярном письме №312-09-1760ц к Правилам классификации и постройки морских судов. Требования распространяются на все ключевые конструкции и системы, определяют меры по защите экипажа и принципы обеспечения безопасного плавания судов с характеристикой LFLFS (Low Flashpoint Liquid Fuelled Ship, (Methanol) или (Ethanol)) [5]. В Европейском Союзе действует Директива 2014/94/EU о развертывании инфраструктуры для альтернативных видов топлива, которая обязывает государства-члены обеспечивать открытый и недискриминационный доступ всем пользователям к данным о географическом расположении заправок-

ных и зарядных пунктов для альтернативных видов топлива [6].

В таблице представлено, какие преимущества и недостатки имеет метанол по сравнению с такими традиционными видами топлива, как мазут и дизель.

Сравнительный анализ использования метанола по сравнению с дизельным топливом и мазутом.

Параметр	Мазут/Дизель	Метанол
Тип	Углеводородное	Спирт
Хим. состав	Зависит от компонентов	CH <sub>3</sub> OH
Плотность	Высокая	Низкая
Экологичность	Выбросы CO <sub>x</sub> , C, CH, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub>	Сниженные выбросы SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub>
Токсичность	Низкотоксичный (4 класс опасности)	Высокотоксичный (3 класс опасности)
Хранение и обращение	Стандартные методы	Особые меры предосторожности
Стоимость	Относительно низкая	Высокая, с тенденцией к снижению
Доступность	Доступно	Ограничено
Инфраструктура	Развита	Развивается
Применение	Универсальное	Требует адаптации двигателей и оборудования

Несмотря на очевидные положительные аспекты использования метанола, такие как сниженное количество выбросов и относительную безвредность при аварийном разливе, есть и много отрицательных. Попадание даже небольшого количества метанола в организм может привести к серьезным последствиям для здоровья, таким как слепота или даже смерть. Кроме того, метанол обладает высокой коррозионной активностью, что может вызывать повреждение материалов, используемых в конструкциях судов, особенно тех, которые контактируют непосредственно с топливом. Это увеличивает затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования. Еще одной проблемой является низкая удельная энергия метанола по сравнению с традиционными видами топлива. Это означает, что для получения эквивалентного количества энергии требуется большее количество метанола, что ведет к увеличению размеров топливных баков и, соответственно, уменьшению полезной грузоподъемности судна. Также стоит отметить, что инфраструктура для хранения и распределения метанола пока недостаточно развита, что ограничивает возможности его широкого применения в судоходстве. Наконец, производство метанола само по себе связано с определенными экологическими рисками, так как процесс синтеза метанола часто сопровождается выбросами углекислого газа и других загрязнителей. Хотя метанол считается более экологически чистым топливом по сравнению с нефтепродуктами, его производство и использование все же имеют определенные негативные последствия для окружающей среды.

Дальнейшее развитие использования метанола в качестве судового топлива и превращение его в топливо будущего возможно с учетом понимания отрицательных сторон его использования. Так, необходимо в первую очередь стремиться к производству «зеленого» метанола, для чего, помимо прочего, возможно использование дымового газа от тепловых электростанций и других

подобных сооружений. Такое производство, наравне с прочими экологичными, может привести к немедленному крупномасштабному сокращению выбросов углерода и обеспечению долгосрочной углеродной нейтральности. Помимо этого, необходимо обеспечить должный уровень безопасности экипажей морских судов. Для этого необходимо жесткое следование правилам, требованиям и стандартам, что возможно достичь лишь постоянными инструктажами и учениями. Но уже сейчас можно отметить, что метанол является перспективным топливом, относительно безвредным для окружающей среды как при использовании, так и при аварийном разливе в море.

### Список литературы

1. *Официальный сайт информационного агентства ТАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/obshchestvo/19521771> (дата обращения 23.12.2024).*
2. *Официальный сайт информационно-аналитического агентства PortNews [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portnews.ru/news/350072/?ysclid=m560lph8x5899536586> (дата обращения 23.12.2024).*
3. *Официальный сайт информационно-аналитического агентства PortNews [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portnews.ru/news/359612/?ysclid=m5612qgrfj456370397> (дата обращения 24.12.2024).*
4. *Информационно-правовая база ГАРАНТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2540818/?ysclid=m562l3pqvd404190599#friends/> (дата обращения 24.12.2024).*
5. *Официальный сайт информационно-аналитического агентства PortNews [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portnews.ru/news/329498/> (дата обращения 24.12.2024).*
6. *Официальный сайт Клуба ВИИЯ-ПИТЕР [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://gazpronin.ru/DIRECTIVE%202014\\_94\\_EU.pdf](https://gazpronin.ru/DIRECTIVE%202014_94_EU.pdf) (дата обращения 24.12.2024).*

## РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛИТИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МАРКЕТИНГА

Е.И. Носова, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены способы перехода бизнеса к экологическому маркетингу и приведены примеры успешной реализации данной стратегии в Российской Федерации и странах зарубежья.

Современный маркетинг в целом имеет исключительно экономические цели и стремится к балансу экономических интересов производителя и потребителя. Однако в последние годы озабоченность влиянием производственной сферы на состояние окружающей среды затронула не только

правительство и ученых, но и широкую общественность в лице потребителя. Именно последний сыграл решающую роль в появлении и становлении такого направления, как экологический маркетинг.

Переход к устойчивому развитию и экологической ответственности становится ключевым приоритетом для компаний по всему миру. Интеграция экологически чистых технологий и методов в маркетинговые стратегии не только способствует защите окружающей среды, но и открывает новые возможности для роста и развития бизнеса.

Разработанная Международной организацией по стандартизации (ISO) системы ISO 14000 содержит требования к системе экологического управления и включает в себя следующие положения:

1. Минимизировать негативное влияние процессов производства на окружающую среду.

2. Соблюдать действующие законы, нормативные акты и другие экологические требования.

3. Улучшать уже достигнутые результаты по вышеприведенным аспектам.

Многие современные крупные организации призывают к систематизации и объединению разных аспектов экологической политики в единую систему эко-маркетинга, представляющую собой современную бизнес-модель.

Ежегодно экологический маркетинг используют все больше компаний в разных сферах бизнеса [1]. Экологический маркетинг – ответ на ожидания потребителей, который способствует созданию положительного имиджа компании, повышает лояльность клиентов посредством создания новых экологических товаров и услуг и внедрения безотходных или более безопасных методов производства.

Формирование стратегий экологического маркетинга основывается на идентификации экологических проблем, тенденций рынка и состояния научных знаний. Научные исследования и опытно-конструкторские разработки становятся важным направлением экологической деятельности организации.

Существует несколько способов провести экологически направленные изменения производственного процесса:

– производство товаров, требующих меньше сырья и пригодных для вторичного использования;

– достижение максимально возможной функциональности упаковки и тары и изготовление их из материалов, причиняющих наименьший вред окружающей среде (например, введение в состав тары натуральных органических веществ, которые быстро разлагаются на безвредные компоненты естественным образом);

– обеспечение экологичного использования продаваемых товаров через службы сервиса и консультации (экологические сервисные пакеты, специальные семинары по экологии).

– развитие экологически ответственного поведения потребителей путем создания центров вторичного использования материалов и консультирования в торговле;

– приоритетный выбор экологичных транспортных средств, используемых



для материально-технического снабжения.

Крупнейший бренд одежды для альпинизма, скалолазания, горных лыж и трекинга Patagonia, активно использует в своей стратегии принципы устойчивого развития. Она не только производит одежду из переработанных материалов, но и активно поддерживает многочисленные экологические инициативы посредством грантов, пожертвований и партнерств. Это позволяет компании занимать лидирующие позиции на рынке и привлекать внимание осознанных потребителей. Однако стоит отметить, что такой подход требует значительных инвестиций в разработку экологически чистых технологий и материалов.

Не менее важным примером является деятельность компании Unilever, которая взяла обязательство перейти к производству полностью перерабатываемой, биоразлагаемой или пригодной для вторичного использования пластиковой упаковки к 2025 году. Это не только способствует снижению экологического воздействия, но и стимулирует развитие рынка переработанной упаковки. Также Unilever, как и многие другие крупнейшие мировые производители, является членом фонда EMF (Ellen MacArthur Foundation), главная цель которого - экономика замкнутого цикла, при которой пластик остаётся в экономике и не приносит вреда окружающей среде. Такой подход требует значительных усилий в изменении производственных процессов и может привести к увеличению себестоимости продукции, однако, в долгосрочной перспективе, способствует укреплению позиций компании на рынке за счет привлечения более осознанных потребителей.

Компания «Ксерокс» ежегодно выделяет 13 млн дол. на образовательные и некоммерческие инициативы в различных университетах и организациях, в том числе в целях создания более безвредных для окружающей среды продуктов и услуг, на исследования воздействия на окружающую среду по всему жизненному циклу продукта, от переработки сырья до использования и распоряжения товара клиентом [2]. В 2007 г. для поддержки научных исследований в Массачусетском технологическом университете корпорация «Ксерокс» предоставила трехлетний грант в 1 млн дол. на создание стипендиальной программы, сосредоточенной на трех направлениях исследований, одно из которых – «Зеленые Процессы и Технологии».

Корпорация «Ксерокс» придерживается комплексного подхода, создавая «безотходные продукты для безотходных рабочих мест», предлагая способы взаимодействия между работниками офиса, направленные на максимальное снижение экологического воздействия повседневных бизнес-процессов на окружающую среду. Среди них эффективное и вторичное использование офисной бумаги, применение сортов бумаги, изготовленных из вторсырья, экономия электроэнергии с помощью экономичных устройств категории ENERGY STAR, замена многофункциональных офисных устройств многофункциональными системами, отправка на переработку расходных материалов, использование оборудования, детали которого прошли процесс восстановления или изготовлены из вторсырья. С 1991 г. Корпорация «Ксерокс» утилизировала и восстановила для повторного использования детали, которых

хватило бы на изготовление более 2 млн. единиц техники.

В России природоохранная деятельность корпораций стоит на четвертом месте по актуальности (после поддержки образования, здравоохранения и помощи нуждающимся), что обязует крупных отечественных производителей внедрять основы экологического маркетинга в собственную деятельность.

BioMio, российская торговая марка экологической бытовой химии, которая принадлежит российской компании Splat, воспитывает культуру осознанного потребления. Продукция бренда прошла сертификацию по жизненному циклу по стандарту «Листок жизни», который развивает НП «Экологический союз». Помимо производства экологичной бытовой химии, вклад BioMio в сохранение окружающей среды состоит в снижении потребления пластика. Компания разработала рефил-станции, где покупатели могут наливать нужное количество продукта в многоразовые бутылки. Поклонники бренда не только помогают планете, но и экономят на упаковке. А компания получает больше лояльных осознанных клиентов. Рефил-станции BioMio находятся в Москве, Санкт-Петербурге, Самаре, Курске, Воронеже, Краснодаре и других крупных городах России.

Компания Splat, в свою очередь, вошла в пятёрку самых экологичных компаний России согласно рейтингу Forbes за 2021 г [3]. Биоразлагаемость продукции компании превышает 80 %, в ее состав не входят опасные для человека и окружающей среды вещества. Splat также поддерживает программу CO<sub>2</sub>-нейтральности – компания вместе с партнерами высадила 45,2 га деревьев. С 2011 по 2019 год компания сократила удельное потребление воды на 32 %, энергии – на 23 %.

В случае с новым строительством объектов жилой недвижимости набирает обороты «зелёное строительство» или, иначе говоря, экологически устойчивые объекты [4]. Одним из новых строительных стандартов является зеленая сертификация зданий, в том числе с использованием зарубежной методологии и стандартов – BREEAM, LEED и других. Это означает, что здание получает знак качества с точки зрения охраны окружающей среды.

Одним из проектов, соответствующим главным концепциям эко-маркетинга, является экоустойчивый поселок под Туапсе «Агой-Парк». Он наглядно демонстрирует то, что экоустойчивость совсем не обязательно означает запредельные затраты и сложно реализуемые решения. В поселке реализованы принципы «синей», устойчивой архитектуры. Данный проект не только сохраняет семь гектаров леса, но при этом предполагает на 20 % больше жилых и общественно-полезных площадей. Для создания здоровой и безопасной среды было решено создать поселок, ориентированный на людей, а не на автомобили, а это означает пешеходную среду и минимизацию углеродного следа.

ОАО «Геотерм» является генерирующей компанией, эксплуатирующей две геотермальные электростанции: Мутновскую ГеоЭС-1, Верхне-Мутновскую ГеоЭС. Экологическая политика ОАО «Геотерм» определяет принципы, цели, задачи и основные направления деятельности предприятия в области охраны окружающей среды и полностью соответствует концепции экологической политики ОАО «РусГидро». Особенностью производства электрической энергии

ОАО «Геотерм» является отсутствие в технологическом цикле потребности в органическом топливе. Энергоносителем в данном случае является геотермальный флюид, добываемый из скважин Мутновского месторождения парогидротерм с обратным циклом закачки отработанного энергоносителя [5].

Лесопромышленный холдинг ПАО «Сегежа Групп» своей главной целью в области устойчивого развития ставит применение наилучших доступных практик для защиты окружающей среды и снижение экологического следа. В 2018 году компания начала выпуск экологичного топлива и древесных гранул – пеллет, произведенных из опилок без примеси химических веществ [6]. Благодаря этому производству опилки преобразуются в новый экологичный продукт. Модель безотходного использования сырья, к которой стремится ПАО «Сегежа Групп», подразумевающая использование сырья и энергии в замкнутом цикле, значительно снижает нагрузку на окружающую среду.

Анализируя текущие тенденции, можно сделать вывод, что будущее экомаркетинга будет сосредоточено на разработке и внедрении передовых экологических стандартов и практик. Это включает в себя использование возобновляемых источников энергии, минимизацию отходов и углеродного следа, а также активное вовлечение потребителей в экологические инициативы. Это создает потребность в инновациях и улучшении экомаркетинговых практик.

Сотрудничество между компаниями, правительствами и неправительственными организациями будет играть ключевую роль в продвижении экологически устойчивых практик и стандартов. Таким образом, экомаркетинг не только способствует защите окружающей среды, но и открывает новые горизонты для инноваций и устойчивого развития бизнеса.

### Список литературы

1. Волосатова У.А. Разработка концепции экологического маркетинга на российских предприятиях / У.А. Волосатова // Волгоградский государственный технический университет, Волгоград. – 2013.

2. Галечьян Н. Эко-маркетинг. В чём выгода экологически благополучного имиджа компании / Н. Галечьян // Корпоративная имиджология. – 2008. – №.2.

3. Бородина В.А. 30 самых экологичных компаний России. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/biznes-photogallery/422011-30-samyh-ekologichnyh-kompaniy-rossii-reyting-forbes>.

4. Грахов В.П. Внедрение экологического маркетинга в объекты недвижимости / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, А.В. Колупаев // European student scientific journal. – 2014. – №. 2.

5. Полукарова М.О. Экологический маркетинг в формировании благоприятного имиджа компании / М.О. Полукарова, Н.Ф. Одинцова // Устойчивое развитие российских регионов: экономическая политика в условиях внешних и внутренних шоков. – Екатеринбург, 2015. – 2015.

6. SEGEZHA GROUP Годовой отчет 2018. [Электронный ресурс]. URL: [https://rspp.ru/upload/uf/ab7/segezha\\_ar18\\_rus\\_05\\_09.pdf](https://rspp.ru/upload/uf/ab7/segezha_ar18_rus_05_09.pdf).

# МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДАННЫХ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКЕ УПА (Г. ТУЛА)

А.И. Горелкина, Л.Н. Савинова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** Атомно-абсорбционным методом выполнены определения концентраций тяжелых металлов и мышьяка в воде реки Упа на территории города Тулы. Исследования проводились с 2015 по 2023 год. Данные систематизированы, представлены в виде таблиц, графиков, диаграмм. Практически по всем элементам выявлены кратные превышения нормативных значений.

Река Упа – река в Тульской области, правый приток Оки [1]. Название Упа произошло от балтского слова *ure* («река»). Берет начало на Воловском плато в трех километрах севернее поселка Волово, течет в пределах Среднерусской возвышенности, образуя большие петли. Высота истока – выше 220 м над уровнем моря. До Тулы преимущественное направление – на север, затем река поворачивает на запад. Впадает в Оку около села Кулешово (Рис. 1). Высота устья – 123,6 м над уровнем моря.

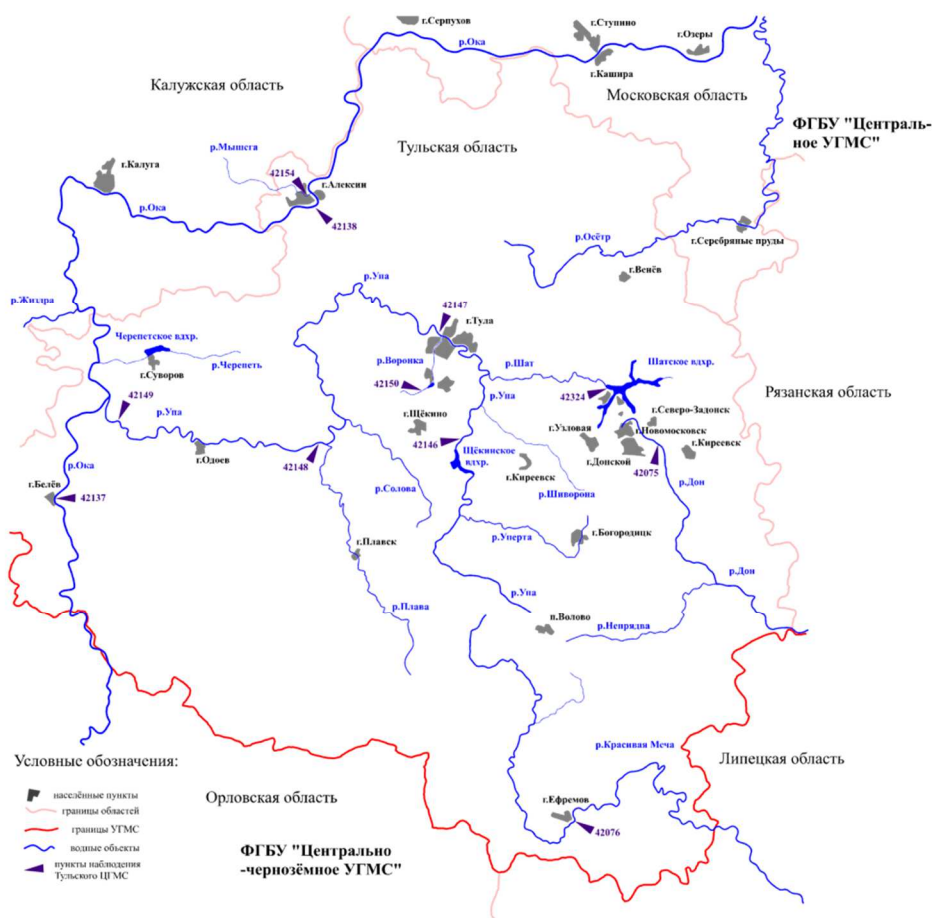


Рис. 1. Карта-схема расположения поверхностных вод на территории Тульской области. Река Упа

Длина реки составляет 345 км, площадь бассейна – 9 510 км<sup>2</sup>, а ширина колеблется в пределах 30-40 метров (Рис. 2).

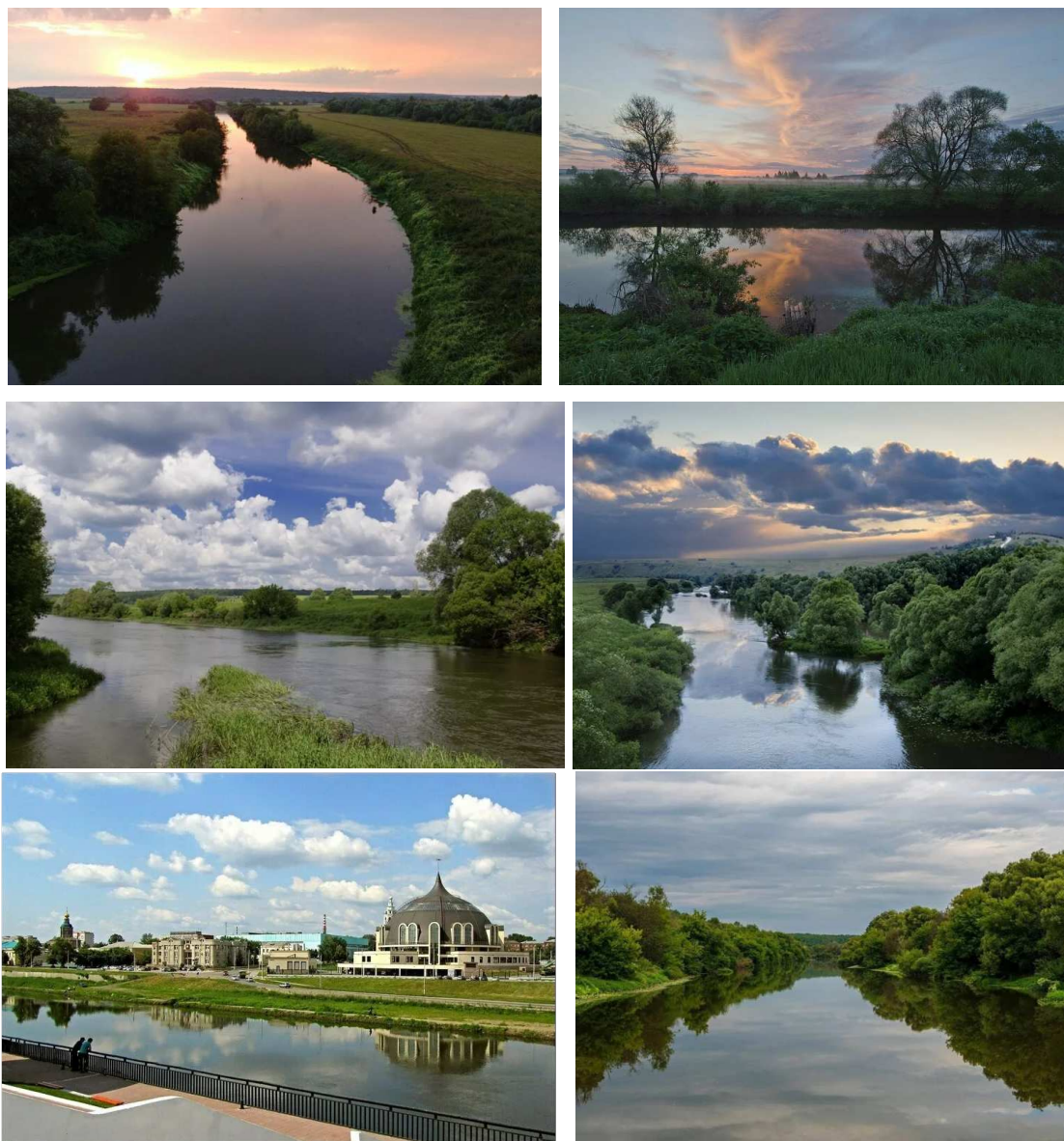


Рис. 2. Река Упа

Река Упа по своему гидрологическому строению и другим характеристикам является типичным представителем малых рек Среднерусской возвышенности и испытывает практически на всем своем протяжении, как и все другие реки Европейской части России, техногенное влияние предприятий промышленно развитого региона. В бассейне действует много промышленных объектов, отводящих сточные воды в русловую сеть [2].

Ухудшение экологического состояния реки выражается в заиливании русла реки и интенсивном загрязнении донных осадков тяжелыми металлами, связанными с выбросами отходов производства машиностроительных и металлургических предприятий. В Туле на берегах Упы находятся такие крупные предприятия, как Тульский машиностроительный завод, Тульский оружейный завод и Тулачермет (Рис. 3). В отложениях ила у берегов города

наблюдаются марганец, хром, никель, цинк, свинец, предельно допустимая концентрация которых в реке превышена в несколько раз [2].



Рис. 3. Источник поступления тяжелых металлов в р. Упа

В представленной работе выполнен анализ содержания тяжелых металлов в воде р. Упа на территории города Тула. Отбор проб воды проводили согласно ГОСТ 31861–2012 [3]. Определение содержания элементов в пробах воды выполняли методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией по ГОСТ Р 57162–2016 (ISO 15586:2003, NEQ) [4].

Результаты определения содержания свинца, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, серебра, хрома и цинка в реке Упа, выполненные методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией в динамике с 2015 по 2023 гг. приведены в таблице 1.

На рисунке 4 данные таблицы 1 представлены в виде диаграммы.

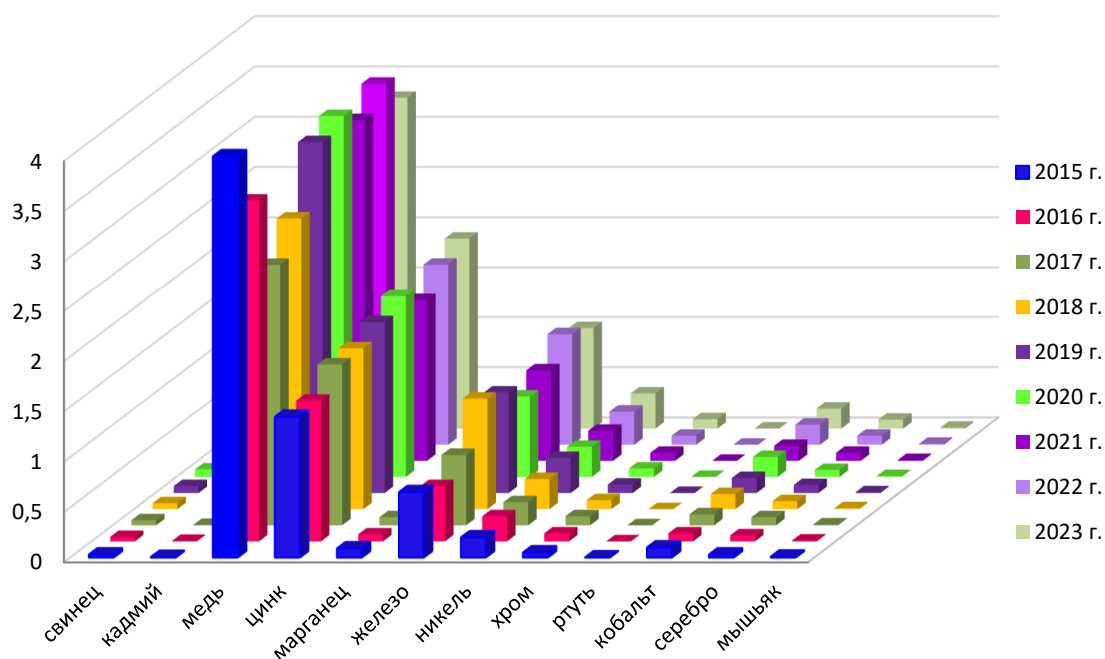
Таблица 1

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в реке Упа

№	Наименование вещества	Формула	Величина ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности	р. Упа (г. Тула) мг/дм <sup>3</sup>								
						2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	свинец	Pb	0,01	с.-т.	2	0,03	0,045	0,05	0,06	0,07	0,075	0,08	0,09	0,1
2	кадмий	Cd	0,001	с.-т.	2	0,005	0,006	0,0045	0,0055	0,005	0,0045	0,0055	0,006	0,0055

№	Наименование вещества	Формула	Величина ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности	р. Упа (г. Тула) мг/дм <sup>3</sup>								
						2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
3	медь	Cu	1	с.-т.	3	4,0	3,4	2,6	2,9	3,5	3,6	3,4	3,6	3,3
4	цинк	Zn	5 1*	с.-т. общ.	3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6	1,8	1,9
5	марганец	Mn	0,1	орг.окр.	3	0,09	0,07	0,08	0,085	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08
6	железо	Fe	0,3	орг.окр.	3	0,65	0,55	0,7	1,1	1,0	0,8	0,9	1,1	1,0
7	никель	Ni	0,02	с.-т.	2	0,2	0,25	0,23	0,3	0,35	0,3	0,3	0,33	0,35
8	хром	Cr	0,05	с.-т.	3	0,05	0,08	0,09	0,09	0,085	0,085	0,08	0,09	0,095
9	ртуть	Hg	0,0005	с.-т.	1	0,0007	0,0007	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009
10	кобальт	Co	0,1	с.-т.	2	0,1	0,08	0,11	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2
11	серебро	Ag	0,05	с.-т.	2	0,03	0,06	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09
12	мышьяк	As	0,01	с.-т.	1	0,009	0,009	0,008	0,01	0,008	0,009	0,009	0,01	0,009
СанПиН 1.2.3685-21 * ГН 2.1.5.1315-03														

*Содержание тяжелых металлов и мышьяка в р. Упа, г. Тула  
мг/дм<sup>3</sup>*



	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
свинец	0,03	0,045	0,05	0,06	0,07	0,075	0,08	0,09	0,1
кадмий	0,005	0,006	0,0045	0,0055	0,005	0,0045	0,0055	0,006	0,0055
медь	4	3,4	2,6	2,9	3,5	3,6	3,4	3,6	3,3
цинк	1,4	1,4	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6	1,8	1,9
марганец	0,09	0,07	0,08	0,085	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08
железо	0,65	0,55	0,7	1,1	1	0,8	0,9	1,1	1
никель	0,2	0,25	0,23	0,3	0,35	0,3	0,3	0,33	0,35
хром	0,05	0,08	0,09	0,09	0,085	0,085	0,08	0,09	0,095
ртуть	0,0007	0,0007	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009
кобальт	0,1	0,08	0,11	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2
серебро	0,03	0,06	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09
мышьяк	0,009	0,009	0,008	0,01	0,008	0,009	0,009	0,01	0,009

Рис. 4. Содержание токсичных тяжелых металлов и мышьяка в р. Упа

Результаты выполненных исследований (см. табл.1) свидетельствуют, что практически по всем элементам имеются кратные превышения нормативных значений [5,6]. Работы по определению содержания тяжелых металлов в реке Упа г. Тула должны проводиться в имманентном режиме.

### Список литературы

1. Государственный водный реестр России // Федеральное агентство водных ресурсов Российской Федерации (Росводресурсы). 6 сентября 2021.



2. Собепанек Д.В. Динамика изменения состояния реки Упа в период с 2015 по 2019 годы / Д.В. Собепанек // Современные проблемы экологии: доклады XXVI всерос. науч.-практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии. – 2021. – С. 68-70.

3. ГОСТ 31861 Вода. Общие требования к отбору проб.

4. ГОСТ Р 57162 – 2016 (ISO 15586:2003, NEQ). Вода. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

5. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года).

6. Санитарные правила и нормы 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30 декабря 2022 года).

## **ПРОГНОЗ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКЕ УПА (Г. ТУЛА)**

Л.Н. Савинова, В.А. Векшина, А.И. Горелкина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Атомно-абсорбционным методом выполнены определения концентраций тяжелых металлов и мышьяка в воде реки Упа на территории города Тулы. Экстраполяция результатов многолетних исследований (с 2015 по 2023гг.) позволила выполнить прогноз по ситуации с содержанием ряда металлов (свинец, кадмий, никель, хром, ртуть) в р. Упа до 2027 года. Результаты прогноза представлены графически и свидетельствуют о неблагоприятной экологической ситуации.

Предварительно методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией было определено содержание тяжелых металлов и мышьяка в пробах воды р. Упа на территории г. Тулы.

Результаты определения концентраций свинца, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, серебра, хрома и цинка за период с 2015 по 2023гг. приведены в таблице 1.

Результаты выполненных исследований (см. табл.1) свидетельствуют, что практически по всем элементам имеются кратные превышения нормативных значений [1,2].

Тяжелые металлы в процессах жизнедеятельности организмов могут играть роль и лимитирующих факторов, и токсикантов [3-7]. Интерес представлял прогноз ситуации с тяжелыми металлами в поверхностных водах Тульской области на ближайшие годы.

Таблица 1  
Содержание тяжелых металлов и мышьяка в реке Упа

№	Наименование вещества	Формула	Величина ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности	р. Упа (г. Тула) мг/дм <sup>3</sup>								
						2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	свинец	Pb	0,01	с.-т.	2	0,03	0,045	0,05	0,06	0,07	0,075	0,08	0,09	0,1
2	кадмий	Cd	0,001	с.-т.	2	0,005	0,006	0,0045	0,0055	0,005	0,0045	0,0055	0,006	0,0055
3	медь	Cu	1	с.-т.	3	4,0	3,4	2,6	2,9	3,5	3,6	3,4	3,6	3,3
4	цинк	Zn	5 1*	с.-т. общ.	3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6	1,8	1,9
5	марганец	Mn	0,1	орг.окр.	3	0,09	0,07	0,08	0,085	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08
6	железо	Fe	0,3	орг.окр.	3	0,65	0,55	0,7	1,1	1,0	0,8	0,9	1,1	1,0
7	никель	Ni	0,02	с.-т.	2	0,2	0,25	0,23	0,3	0,35	0,3	0,3	0,33	0,35
8	хром	Cr	0,05	с.-т.	3	0,05	0,08	0,09	0,09	0,085	0,085	0,08	0,09	0,095
9	ртуть	Hg	0,0005	с.-т.	1	0,0007	0,0007	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009
10	кобальт	Co	0,1	с.-т.	2	0,1	0,08	0,11	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2
11	серебро	Ag	0,05	с.-т.	2	0,03	0,06	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09
12	мышьяк	As	0,01	с.-т.	1	0,009	0,009	0,008	0,01	0,008	0,009	0,009	0,01	0,009

СанПиН 1.2.3685-21  
\* ГН 2.1.5.1315-03

*Свинец* оказывает гонадотоксическое и эмбриотоксическое действия, обладает канцерогенными эффектами. Выступает биологическим антагонистом между кобальтом, витамином В<sub>12</sub>, фолиевой кислотой.

ПДК свинца (суммарно) в водных объектах рыбохозяйственного значения – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552 [1], СанПиН 1.2.3685-21[2]).

Экстраполяция результатов определения концентраций свинца (Pb) за 2015-2023 г. (Табл. 1), позволяет получить статистический прогноз на 2024-2027 год (Рис.1).

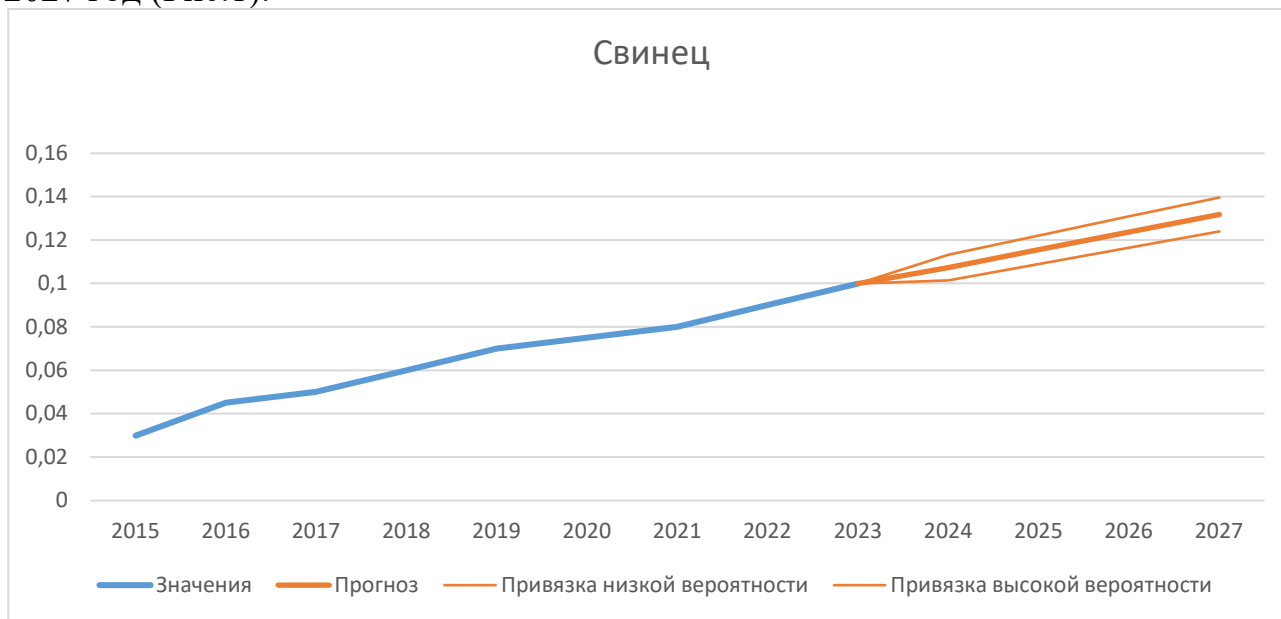


Рис. 1. Прогноз содержания свинца (Pb) в реке Упа (Тульская область)

Таблица 2  
Данные прогноза содержания свинца (Pb) в реке Упа

Временная шкала	Значения	Прогноз	Привязка низкой вероятности	Привязка высокой вероятности
2015	0,005			
2016	0,006			
2017	0,0045			
2018	0,0055			
2019	0,005			
2020	0,0045			
2021	0,0055			
2022	0,006			
2023	0,0055	0,0055	0,01	0,01
2024		0,0059737	0,01	0,01
2025		0,0062752	0,01	0,01
2026		0,0054867	0,00	0,01
2027		0,0062979	0,01	0,01

Согласно прогнозу (Табл. 2) содержание свинца (суммарно) в реке Упа к 2027 году будет варьироваться в диапазоне от 0,12 мг/дм<sup>3</sup> до 0,14 мг/дм<sup>3</sup>, что в 14 раз превысит ПДК в водных объектах рыбохозяйственного значения, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Соединения *кадмия* играют важную роль в процессе жизнедеятельности организмов. В повышенных концентрациях кадмий токсичен. Способен оказывать нефротоксическое, цитотоксическое и гепатотоксическое действия. Последнее связано с угнетением активности тиоловых ферментов, снижением скорости синтеза белка в печени. Механизм токсического действия – нарушение фосфорно-кальциевого обмена. Одно из следствий – поражение костной ткани, декальцификация костей. Кадмий способен замещать цинк в ферментных комплексах, тем самым инактивируя их. Кроме того, он обладает большим сродством к нуклеиновым кислотам и поэтому способен нарушать их метаболизм, в частности, ход репарации ДНК. Кадмий является канцерогеном и тератогеном [6].

ПДК кадмия (суммарно) в водах рыбохозяйственного значения – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 0,001 мг/дм<sup>3</sup> (приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552, СанПиН

Экстраполяция результатов исследования содержания кадмия (Cd) за 2015–2023 г. (Табл. 1), позволяет получить статистический прогноз на 2024–2027 год (Рис.2).

Согласно прогнозу содержание кадмия (суммарно) в реке Упа к 2027 году будет варьироваться в диапазоне от 0,0055 мг/дм<sup>3</sup> до 0,007 мг/дм<sup>3</sup> (Рис. 2, Табл. 3), что в 7 раз превысит ПДК в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, в 1,1 раза – ПДК в водных объектах рыбохозяйственного значения.



Рис. 2. Прогноз содержания кадмия (Cd) в реке Упа (Тульская область)

Таблица 3  
Данные прогноза содержания кадмия в реке Упа

Временная шкала	Значения	Прогноз	Привязка низкой вероятности	Привязка высокой вероятности
2015	0,003			
2016	0,002			
2017	0,004			
2018	0,007			
2019	0,007			
2020	0,006			
2021	0,007			
2022	0,007			
2023	0,008	0,008	0,01	0,01
2024		0,0090001	0,01	0,01
2025		0,0096668	0,01	0,01
2026		0,0103335	0,01	0,01
2027		0,0110002	0,01	0,01

При избыточном поступлении *никеля* в организм гидробионтов (длительно) отмечаются дистрофические изменения в паренхиматозных органах, нарушения со стороны сердечно-сосудистой, нервной и пищеварительной систем, изменения в кроветворении, углеводном и азотистом обменах, нарушения функции щитовидной железы и репродуктивной функции.

ПДК никеля (суммарно) в водах рыбохозяйственного значения – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 0,02 мг/дм<sup>3</sup> (приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552, СанПиН 1.2.3685-21); 1 мг/дм<sup>3</sup> (ГН 2.1.5.1315-03).

Экстраполяция результатов исследования содержания никеля (Ni) за 2015-2023 г. (Табл. 1), позволяет получить статистический прогноз на 2024-2027 год (Рис.3).



Рис. 3. Прогноз содержания никеля (Ni) в реке Упа (Тульская область)

Таблица 4  
Данные прогноза содержания никеля в реке Упа

Временная шкала	Значения	Прогноз	Привязка низкой вероятности	Привязка высокой вероятности
2015	0,2			
2016	0,25			
2017	0,23			
2018	0,3			
2019	0,35			
2020	0,3			
2021	0,3			
2022	0,33			
2023	0,35	0,35	0,35	0,35
2024		0,3680271	0,31	0,43
2025		0,384442	0,32	0,45
2026		0,4008569	0,34	0,47
2027		0,4172718	0,35	0,48

Согласно прогнозу содержание никеля (суммарно) в реке Упа к 2027 году будет варьироваться в диапазоне от 0,35 мг/дм<sup>3</sup> до 0,48 мг/дм<sup>3</sup> (Табл. 4), что в 24 раза превысит ПДК в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, в 48 раза – ПДК в водных объектах рыбохозяйственного значения.

Избыточное содержание *хрома* в организме гидробионтов приводит к изменению иммунологической реакции организма, снижению репаративных процессов в клетках, ингибированию ферментов, поражению печени, нарушению процессов биологического окисления, в частности, цикла трикарбоновых кислот.

ПДК хрома в водах рыбохозяйственного значения – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>(Cr<sup>6+</sup>), 0,07 мг/дм<sup>3</sup> (Cr<sup>3+</sup>), ПДК хрома (суммарно) в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552, СанПиН 1.2.3685-21).

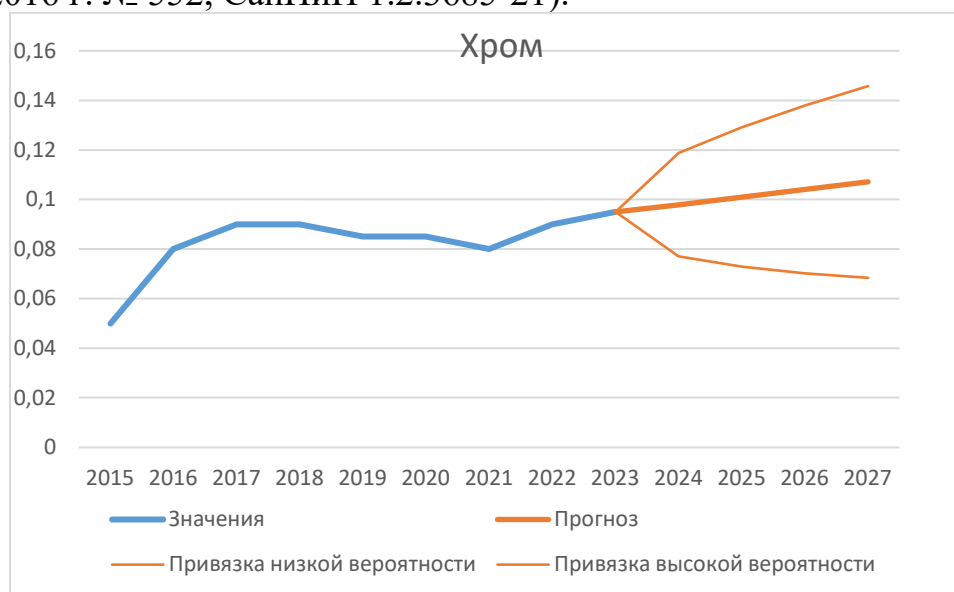


Рис. 4. Прогноз содержания хрома (Cr) в реке Упа (Тульская область)

Экстраполяция результатов исследования содержания хрома (Cr) за 2015-2023 г. (Табл. 1), позволяет получить статистический прогноз на 2024-2027 год (Рис.4).

Таблица 5  
Данные прогноза содержания хрома в реке Упа

Временная шкала	Значения	Прогноз	Привязка низкой вероятности	Привязка высокой вероятности
2015	0,05			
2016	0,08			
2017	0,09			
2018	0,09			
2019	0,085			
2020	0,085			
2021	0,08			
2022	0,09			
2023	0,095	0,095	0,10	0,10
2024		0,0978552	0,08	0,12
2025		0,1009607	0,07	0,13
2026		0,1040661	0,07	0,14
2027		0,1071716	0,07	0,15

Согласно прогнозу содержание хрома (суммарно) в реке Упа к 2027 году будет варьироваться в диапазоне от 0,07 мг/дм<sup>3</sup> до 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (Табл. 5), что в 3 раза превысит ПДК в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, в 7,5 раз – ПДК в водных объектах рыбохозяйственного значения.

*Ртуть.* Для рыб из естественных водоёмов значительную опасность представляют ртуть и её соединения, отличающиеся исключительной токсичностью и интенсивно накапливающиеся в некоторых компонентах водных экосистем. Металл поступает в организм рыб как в неорганической, так и в органической форме. Образование металлоорганических соединений ртути (Hg), таких как метилртуть (MeHg – CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup>) осуществляется микроорганизмами благодаря процессам метилирования. В естественных условиях более 90 % MeHg может попадать в организм рыб с пищей. При этом MeHg, благодаря высокому сродству к липидам, легко перемещается через клеточные мембраны и изменяет клеточный метаболизм, что делает её на порядок опаснее неорганических форм металла.

Ртуть и метилртуть негативно влияют на пищевое поведение рыб. Причиной этого может быть нарушение памяти и способности к обучению за счет снижения активности ацетилхолинэстеразы (АХЭ) в головном мозге.

Важно отметить, что многие объекты питания рыб способны аккумулировать металлы пропорционально их концентрации в воде и пище. Наибольший уровень MeHg наблюдается у хищных беспозвоночных и у рыб, находящихся в конце трофической цепи, причем в тканях пресноводных рыб в метилированной форме находится более 95 % ртути.

ПДК ртути в водах рыбохозяйственного значения – 0,00001 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК ртути (суммарно) в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> (приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552, СанПиН 1.2.3685-21).

Экстраполяция результатов исследования содержания ртути (Hg) за 2015-2023 г. (Табл. 1), позволяет получить статистический прогноз на 2024-2027 год (Рис.5).



Рис. 5. Прогноз содержания ртути (Hg) в реке Упа (Тульская область)

Таблица 6  
Данные прогноза содержания ртути в реке Упа

Временная шкала	Значения	Прогноз	Привязка низкой вероятности	Привязка высокой вероятности
2015	0,0007			
2016	0,0007			
2017	0,0008			
2018	0,0009			
2019	0,0008			
2020	0,0009			
2021	0,0008			
2022	0,0009			
2023	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
2024		0,0009281	0,000817321	0,001038903
2025		0,0009516	0,000840262	0,001062971
2026		0,0009751	0,000863194	0,001087047
2027		0,0009986	0,000886118	0,001111131

Согласно прогнозу содержание ртути в реке Упа к 2027 году будет варьироваться в диапазоне от 0,0009 мг/дм<sup>3</sup> до 0,0011 мг/дм<sup>3</sup> (Рис. 5, Табл. 6), что в 2 раза превысит ПДК в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, в 110 раз – ПДК в водных объектах рыбохозяйственного значения.



Таким образом, экстраполяция результатов многолетних исследований (с 2015 по 2023гг.) позволила выполнить прогноз по ситуации с содержанием ряда металлов (свинец, кадмий, хром, никель, ртуть) в р. Упа до 2027 года. Результаты прогноза представлены графически и свидетельствуют, что экологическая ситуация будет усугубляться.

Полученные результаты исследований и прогнозирования могут стать основой для разработки мероприятий по очистке и предупреждению загрязнения воды реки Упы на территории города Тулы.

### **Список литературы**

1. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года).

2. Санитарные правила и нормы 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30 декабря 2022 года).

3. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология. Теоретические и прикладные аспекты / Т.И. Моисеенко. – Наука, 2009. – 400 с.

4. Моисеенко Т.И. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология / Т.И. Моисеенко, Л.П. Кудрявцева, Н.А. Гашкина. – М.: Наука, 2006. – 261 с.

5. Давыдова О.А. Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах / О.А. Давыдова, Е.С. Климов, Е.С. Ваганова, А.С. Ваганов; под науч. ред. Е.С. Климова. – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – 167 с.

6. Афанасьева Л.С. Экологическая химия: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / Л.С. Афанасьева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 224 с.

7. Шилова Н.А. Влияние тяжелых металлов на представителей пресноводного фито- и зоопланктона в условиях засоления: автореф. дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / Н.А. Шилова. – Саратов, 2014. – 19 с.

## **ВОДНАЯ СИСТЕМА СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА. МАЛЫЕ РЕКИ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЧАСТЬ ПРИРОДНОЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА**

Ю.Н. Пушилина, Е.Р. Елина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается важность водной системы города с целью создания благоприятных условий для жизни современного общества. А также рассматривается важность малых рек как часть природноэкологического каркаса.

*Ключевые слова:* экология, водные ресурсы, малые реки, городская система, урбанизация, пресные воды.

За всю историю человечества города и поселения основывались на берегах рек. Водоемы являлись источниками пресной воды, которую использовали для питья, ведения бытового процесса и личной гигиены, а также средством полива посевов, что ранее было самым необходимым для существования каждого человека. Однако рост урбанизации, плотности населения и перехода из одного типа общества в другое негативно отражается на структуре водной системы мира. Несмотря на то, что постиндустриальное общество позволяет контролировать воздействие на природу, глобальность предполагает долгий процесс восстановления качества водных ресурсов.

Рассматривая водную систему современного города, необходимо понимать, что она основана на водных источниках и большей их частью являются малые реки. Малые реки располагаются в одной географической части, составляют 50 % речного стока.

Для начала необходимо рассмотреть основные понятия, которые затрагивают данную тему, к ним относятся:

Малые реки – это собирательный термин, который обозначает небольшие по размеру реки в отличие от крупных рек, образующих реки-гиганты. Малые реки имеют следующие характеристики – длина 100-150 метров, ширина от нескольких метров до нескольких десятков метров, небольшой водный бассейн, имеют непостоянный водный режим.

Водоснабжение современного города – это комплексная система, которая обеспечивает доступ к чистой и безопасной воде для населения, промышленности, сельскохозяйственной отрасли.

Роль малых рек в жизни и развитии общества имеют и на сегодняшний день большое значение. Малые реки активно применяются в орошении сельскохозяйственных полей. Для орошения полей используется значительная часть пресных водных ресурсов, при этом около трети используемых ресурсов при орошении безвозвратные. Если рассматривать возвратные воды, то есть подземные или надземные воды, которые после использования попадают в водные объекты для повторного использования, при этом такие воды сильно загрязнены различными пестицидами и хозяйственными отходами.

Помимо орошения малые реки активно применяют в коммунально-бытовом водоснабжении города, включающий в себя места общественного питания, обеспечение водопроводом жилые здания, обеспечения чистоты в городе. При этом качество такой воды имеет ряд строгих требований, которые должны государственные и муниципальные органы.

Для использования ресурса малых рек в бытовом использовании вода должна пройти очистку от всех примесей и микроорганизмов, фильтрацию и обеззараживание.

Воду малых рек используют в производственных и энергетических сферах общества. В промышленной сфере воду используют для мойки деталей, удалении отходов и охлаждению нагреваемых элементов и агрегатов. В энергетической сфере воды рек используют для получения энергии, развития

водного транспорта. Такое использование ресурса малых рек имеет наименьший показатель потери пресной воды, но при этом имеют высокий показатель загрязнения, поскольку имеет большое количество загрязняющих сточных вод.

Основным аспектом водной системы города является устойчивое управление водными ресурсами города.

На сегодняшний день перед управлением водными ресурсами стоит ряд проблем, которые необходимо решать. К таким проблемам относятся:

- Изменение климата – не постоянность осадков или их отсутствие, увеличение частоты засух и наводнений, изменение сезонных паводков.

- Постоянный рост населения – с увеличением населения и расширения городов увеличивается спрос на пресную воду.

- Экономическое развитие – создание и рост промышленных и сельскохозяйственных объектов, требующих большое количество пресной воды.

- Конфликты – постоянная потребность пресной воды приводит к конфликтам между различными сферами экономики, регионами, странами.

- Основными решениями по управлению водными ресурсами являются:

- Использование инновационных технологий – водосберегающие технологии, повторное использование воды, опреснение морской воды, усовершенствование систем орошения, что позволит минимизировать потребление пресной воды.

- Изменение потребительского поведения к воде – экономия воды в быту и оптимизация потребления воды в производстве.

- Улучшение международных отношений – разработка и внедрение совместных проектов по управлению трансграничными водными ресурсами, обмен опытом и наработками.

- Просвещение и информирование – повышение осведомленности населения о важности воды и рациональное её использование.

При проектировании и развитии архитектурного решения в городе стоит учитывать особенность расположения малых рек и подводных вод.

Водная система, а в особенности малые реки, имеют важную ландшафтную и экологическую составляющую города. При правильном ландшафтном и архитектурном решении малых рек, а в особенности набережных около них, что становится важной частью жителей города, при этом необходимо учитывать экологические особенности региона.

Перед архитектором при проектировании и благоустройстве водных пространств города необходимо рационально использовать данную для него территорию, при этом важно учитывать потребности жителей города в благоустройстве водной территории, чтобы каждый житель мог по полной насладиться этим пространством. При проектировании важно разделять территорию на зоны – зоны отдыха, прогулочные зоны, зоны для ведения активного образа жизни и занятий спортом, детские зоны. Важно учесть систему и способы освещения, дорожно-транспортную структуру, предусматривая пешеходные зоны, велодорожки, набережные, мосты, если они необходимы. Архитектор должен предусмотреть расположение кафе, санитарно-технические

зоны, а также возможность проезда технического и экстренного транспорта, что будет удобно для сотрудников кафе или иных заведений и не будут цеплять взгляд посетителей этой зоны. Не стоит забывать и про безопасность водной зоны, где архитектору необходимо учесть расположение ландшафта так, чтобы инженерные конструкции, используемые материалы и природная растительность были безопасны. Не должно быть острых углов и низких конструкций, растения не должны иметь шипы или колючки, ядовитые ягоды или листья, также растения должны быть гипоаллергенные, подходить по климатическим условиям района, очищать воздух и в целом вписываться в ландшафт водной зоны. При проектировании архитектору необходимо создать цельную композицию, расположив её по всей длине предоставленной территории, чтобы не проектировать только в одной зоне, оставив при этом другие части водной зоны без как такового оформления.

Архитектору важно учесть не только расположение дорожек и тротуарных зон, но и учитывать их ширину и протяжённость, правильно используя материалы для этих дорожек и озеленение около них.

При проектировании и разработке обустройства малых рек существует два варианта:

1. Природно-ландшафтный метод – данный метод предполагает благоустройство малых рек при помощи воссоздания или сохранения уже существующей природной среды около городских водоёмов или созданий условий, которые будут приближены к естественным. В основе такого метода лежит использование природных материалов, к которым относятся дерево или камень, которые повторяют природную фактуру с сохранением естественной береговой линии.

2. Урбанистический метод – такой метод предполагает благоустройство малых рек при помощи создания искусственной среды, которая будет выглядеть как продолжение городской архитектуры. Такой способ имеет ярко выраженную архитектуру, выраженной в характерных особенностях береговой линии, совмещённой с городом. Здесь используются стилистика и материалы данного района в городе, с учётом вертикальной планировки, малых архитектурных форм, систем и способах освещения.

При таком методе территории около малых рек или иных водоёмов имеют чётко выраженную геометрические линии. В таком методе могут использоваться природные элементы, но они не несут большой архитектурной значимости и совсем не значительны на общем фоне территории.

Основными принципами проектирования территорий малых рек с целью решения геоэкологических проблем являются:

1. Сохранение естественного русла и береговых линий. Это значит, что необходимо минимизировать искусственное вмешательство в русло и береговую линию, сохраняя естественность линии русла, береговую растительность, природный ландшафт.

2. Защита от затоплений. Проектирование средств инженерной защиты – систем дренажа, водосбросные сети и каналы, быстротоки и перепады, необходимые для предотвращения подтоплений в сезон паводков.

3. Интеграция реки в городскую среду. Правильно проектирование дорожек, рекреационных зон, парков, которые будут притягивать к себе граждан и гостей города.

4. Обеспечение экологической устойчивости. Создание природных буферных (нейтральных) пространств вдоль рек, ограничение застройки в набережной полосе, проведение рекультивации загрязнённых участков.

5. Восстановление утраченных экосистем. Восстановление популяции рыб, птиц, а также озеленение.

Малые реки очень важны, поскольку они:

1. Являются естественной средой обитания. Малые реки – дом для множества видов рыб, птиц, насекомых и растений. Они являются важным звеном в биологическом разнообразии и экологическом балансе города.

2. Регулирование водного баланса: Малые реки впитывают ливневые воды, снижая риск наводнений и предотвращая эрозию почвы.

3. Рекреационные зоны. Берега рек – прекрасное место для отдыха, прогулок, занятий спортом и общения с природой.

4. Эстетическое значение. Малые реки украшают город, создавая живописные пейзажи и приятную атмосферу.

5. Историко-культурное значение. Многие малые реки имеют богатую историю, хранящую в себе следы прошлого и свидетельствуя о развитии города.

На сегодняшний день человечество начинает осознавать, что не стоит забывать о природе, которая нас окружает. С каждым десятилетием происходит рост численности населения и рост производственных мощностей, на фоне чего происходит изменение климата, и разрастающаяся урбанизация «захватывает» всё новые территории, что напоминает человечеству о важности малых рек.

Удобно обустроенные жилые комплексы, центры городов и, несомненно, прибрежные территории малых рек должны играть важную роль в формировании комфортной жизни для людей. Они должны обеспечивать высокий уровень рекреационных, социальных и культурных услуг в непосредственной близости от жилых домов. Малые реки, в свою очередь, являются значимыми элементами городской идентичности, что придаёт окружающему строительству дополнительные эстетические и функциональные качества. Важно не только сохранять систему малых рек, но и восстанавливать их, чтобы обеспечить не только экологическую устойчивость, но и будущее процветание города.

### Список литературы

1. Бабурин В.Л. Малые реки – каркас цивилизации / В.Л. Бабурин // Малые реки России. – Институт Географии, РГО. – 1994.

2. Игошин Н.И. Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоемов. Гидроэкологические аспекты / Н.И. Игошин. – Харьков: БУРУН КНИГА, 2009.

3. Казнов С.Д. Благоустройство жилых зон городских территорий / С.Д. Казнов. – М.: АСВ, 2021. – 609 с.

4. Калининченко Н.П. Защита малых рек / Н.П. Калининченко. – М.: Экология, 1992.

5. Сидорова М.А. Ландшафтный дизайн / М.А. Сидорова. – М.: Ниола-Пр., 2008. – 128 с.

6. Сохранение природной экосистемы водоема в урбанизированном ландшафте. – М.: Наука, 2020. – 144 с.

7. Ткачев Б.П., Булатов В.И.. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы = *Small rivers: state-of-the act and ecological problems: Ана- лит. обзор / ГПНТБ СО РАН.* – Новосибирск, 2002. - 114 с., 2002

8. Трушина Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – М.: Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 384 с.

9. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже 3 тысячелетия. Материалы международной научной конференции 3-7 сентября 2000г. Асиновское полиграфическое объединение г. Асино. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 662с.

## **ОЗЕЛЕНЕНИЕ ЗДАНИЙ И УЛИЦ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНОЙ И ЗДОРОВОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Я.Ю. Варламова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной работе рассматривается озеленение зданий и улиц города. Важность, основные методы и перспективы, а также причины.

С ростом урбанизации и увеличением численности населения в городах проблема экологического благополучия становится всё более актуальной. Озеленение городских территорий – это не просто тренд, а необходимая мера для создания комфортной и здоровой городской среды. Оно играет жизненно важную роль в улучшении качества жизни горожан, помогает справляться с негативными последствиями человека в окружающей среде и вносит вклад в устойчивое развитие. В данной статье мы рассмотрим значение, различные методы и современные практики озеленения, а также его влияние на городскую жизнь.

*Значение озеленения городов.*

Экологическая устойчивость. Озеленение играет ключевую роль в борьбе с загрязнением воздуха, водой и почвой. Растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород в процессе фотосинтеза. Это особенно важно в городах, где выбросы промышленности и автомобильного транспорта значительно превышают допустимые нормы. Кроме того, зеленые насаждения помогают удерживать дождевую воду, предотвращая наводнения и эрозию почвы, что критично в условиях изменения климата.

Улучшение микроклимата. Зеленые зоны влияют на температурный режим города, снижая эффект «острова тепла». Деревья и растения обеспечивают тень в жаркие дни, уменьшая потребность в кондиционировании воздуха в зданиях. Это не только экономит электроэнергию, но и уменьшает выбросы парниковых

газов.

Социальное взаимодействие и улучшение здоровья. Озеленение способствует созданию общественных пространств, где жители могут встречаться, отдыхать и активно проводить время. Исследования показывают, что наличие зеленых зон напрямую связано с улучшением психического здоровья, снижением уровня стресса и повышением уровня физической активности. Садоводство и уход за растениями могут стать терапевтическим процессом, укрепляющим дух сообщества.

Биологическое разнообразие. Создание зеленых насаждений в городах помогает восстановить природные экосистемы и сохранить биоразнообразие. Зеленые зоны становятся местом обитания для различных видов птиц, насекомых и других животных, способствуя восстановлению цепочек питания и поддержанию экологического баланса.

#### *Методы озеленения.*

Озеленение крыш. Озеленение крыш становится всё более популярным, особенно в крупных городах с ограниченным пространством. Такие проекты позволяют использовать неиспользуемые поверхности для создания зеленых насаждений. Зеленые крыши служат не только для эстетики, но и для улучшения теплоизоляции зданий, снижения шума и задержки дождевой воды. Это помогает уменьшить нагрузку на дождевую канализацию и снижает риск потопов.

Вертикальные сады. Вертикальные сады – это инновационный способ озеленения, который позволяет использовать вертикальные поверхности зданий. Это полезно в условиях городской среды, где часто наблюдается нехватка земли. Такие конструкции не только украшают здания, но и способствуют улучшению качества воздуха, создают дополнительные изолирующие свойства и могут служить для выращивания овощей и трав.

Городские парки и скверы. Создание парков и скверов – это классический, но эффективный метод озеленения. Они служат местами отдыха, занятий спортом и общения для горожан. Разработка комплексных планов по созданию и поддержанию парковых зон является ключевым элементом в планировке городов. Участие граждан в создании таких пространств повышает уровень приверженности и заботы о них.

Городские леса. Городские леса – это обширные участки лесных насаждений, расположенные в пределах городской территории. Они не только в значительной степени способствуют улучшению качества воздуха и климата, но и предоставляют пространство для рекреации и взаимодействия с природой.

Уличные деревья. Посадка деревьев вдоль улиц – это относительно простой и доступный метод озеленения, который приносит громадные преимущества. Уличные деревья помогают уменьшить шум, фильтруют загрязнения и снижают температуру, создавая более комфортные условия для жителей.

Городские сады и огороды. Организация общественных садов и огородов позволяет жителям не только озеленять территорию, но и выращивать собственные овощи и фрукты. Этот процесс способствует укреплению

сообщества и повышению осведомленности о важности натурального происхождения продуктов питания.

*Примеры успешного озеленения.*

Сингапур: «Город-сад». Сингапур стал образцом для многих городов в области озеленения. Проект «Город-сад» включает в себя множество инициатив, направленных на интеграцию зеленых насаждений в городской ландшафт. Множество общественных парков, вертикальных садов и зеленых крыш делают Сингапур приятным местом для жизни и работы.



Рис.1. Сингапур: «Город-сад»

Мельбурн: Зеленый город. В Мельбурне реализуют программу «Зеленый город», которая включает в себя высадку миллионов деревьев и создание новых парковых зон. Этот проект направлен на улучшение климатических условий и повышение качества городской среды.



Рис. 2. Мельбурн: Зеленый город

Копенгаген: Зеленые крыши. Копенгаген стал пионером в области озеленения крыш. Здесь активно размещают зеленые насаждения на крышах общественных и частных зданий, что помогает улучшить беспокойство по поводу увеличения уровня осадков и обеспечить лучшую теплоизоляцию.





Рис.3. Копенгаген: Зеленые крыши

### *Проблемы и вызовы.*

Несмотря на множество преимуществ, озеленение городских территорий сталкивается с рядом проблем и вызовов:

1. Финансирование: Реализация проектов озеленения требует значительных вложений, что может быть сложно для городских бюджетов. Необходимы инвестиции как со стороны государства, так и частного сектора.

2. Устойчивость озеленённых зон: без соответствующего ухода и защитных мер созданные зеленые зоны могут быстро деградировать. Важно разработать стратегии по их поддержанию и защите.

3. Планирование: Многие города сталкиваются с проблемами в планировании и проектировании озелененных пространств. Необходимо учитывать использование пространства, его доступность, а также потребности местных жителей.

4. Образование и вовлеченность населения: Вовлечение горожан в проекты озеленения является важным аспектом. Необходимо проводить образовательные программы и мероприятия, направленные на повышение осведомленности о преимуществах озеленения.

### *Перспективы озеленения.*

Будущее озеленения городов несёт в себе многообещающие перспективы. Учитывая изменения климата и необходимость устойчивого развития, многие города уже начали адаптироваться и развивать концепции «умных» городов, где озеленение не является просто желаемым, а становится частью структуры городской экосистемы. Возможные перспективы включают:

1. Инновационные технологии: Использование новых технологий, таких как системы автоматического полива, дронов для мониторинга состояния зеленых насаждений и т.д., может значительно упростить процесс озеленения и ухода за растениями.

2. Партнёрство с частным сектором: Участие бизнеса в проектах озеленения может помочь улучшить финансовую поддержку и внести разнообразие в реальные инициативы. Спонсорство и сотрудничество могут привести к успешным результатам.

3. Участие местных жителей: Образование и вовлеченность местных жителей в проекты озеленения помогут создать чувство принадлежности и ответственности за состояние своей территории.

4. Глобальные инициативы: Задания, ставящие акцент на озеленение, уже задействованы на уровне международных организаций, таких как ООН. Городам рекомендуется разрабатывать устойчивые стратегии, соответствующие Целям устойчивого развития.

#### *Заключение*

Озеленение зданий и улиц города – это важная неотъемлемая часть создания комфортной и устойчивой городской среды. Оно способствует улучшению качества жизни, охране окружающей среды и укреплению общественных связей. Несмотря на различные вызовы и трудности, сталкивающиеся с процессом озеленения, успехи различных городов демонстрируют, что это возможно. Устойчивое развитие и интеграция природы в городской ландшафт – это путь к созданию будущего, в котором города могут гармонично сосуществовать с природой. Инвестирование в озеленение, поддержка местных инициатив и использование инновационных технологий станут ключевыми элементами в формировании здоровья и благополучия будущих городов.

#### **Список литературы**

1. Барбашова Н.В. *Экологическое право: учебник* / Н.В. Барбашова. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 538 с. – (Высшее образование: Специалитет). – DOI 10.12737/1081758. – ISBN 978-5-16-016098-6. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081758> (дата обращения: 15.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

2. Пушилина Ю.Н. *Озеленение территории современного города* / Ю.Н. Пушилина, А.М. Силенко // В сборнике: *Приоритетные направления развития науки и технологий. доклады XXXII международной научно-практической конференции. Под общ. ред. В.М. Панарина.* – 2023. – С. 44-46.

3. *Экологический блок [Электронный ресурс]* // <http://www.informblog.xyz/blog/17-ozelenenie-zdaniy-i-ulich-goroda> – статья в интернете.

## **ИСТОРИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИРОДНО-ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЫ ГОРОДА**

И.Д. Бессонова, Ю.Н. Пушилина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье поднимается тема постепенных преобразований природно-ландшафтных элементов в условиях городской среды, какие факторы имеют большое влияние на природную среду в процессе развития города и как страдает флора и фауна, гидрогеологическая, геологическая и атмосферные основы окружающей среды в процессе научно-технического процесса.

Природный ландшафт представляет из себя территориальный комплекс, в котором одновременно взаимодействуют такие составляющие как: климатические и гидрографические условия, рельеф, геологический фундамент и единый биоценоз. Эта пространственная среда разделяется на: лесную, степную и водную части. В процессе освоения территория ландшафтная среда дробится на такие составляющие как: земли общего пользования, площади, приспособленные для сельскохозяйственных угодий, водоемы и карьеры, что меняют составляющие рельефа земли. Так же меняется объемно-пространственная структура ландшафта за счет промышленных производств, жилых зон, линий электропередач, газоснабжения.

В течении длительного эволюционного процесса постепенно менялся характер взаимосвязи его планировочной структуры с элементами природного ландшафта. В начале, город отличался относительно малой плотностью населения, границы городской застройки были нечёткой конфигурации, а природное окружение входило в контур крупными массивами растительности, фрагментами пахотных и свободных земель. После, посадки входили за пределы закрепленных линий границы, снимая разграничение между городом и ландшафтной средой вокруг, а нежилые территории, сельскохозяйственного назначения, постепенно начали застраиваться.

Главным внешним фактором выступает воздействие человека на ландшафт, которое рассматривается как природный

На каждом историческом этапе развития города обнаруживалось динамичное взаимодействие быстро растущих потребностей населения и сложившейся планировочно-пространственной структурой города. Подземное пространство городов представляет собой нагромождение инженерно-технических и транспортных коммуникаций и сооружений. В процессе развития города деформируются природные ландшафты, приспособляясь к новым изменениям, но чрезмерное использование природных полезных ископаемых приводит к разрушению не только элементов природного ландшафта, но и районов. Изменение геологических и гидрогеологических условия проявляется в изменении рельефа, понижении уровня грунтовых вод, их истощении, приводящего к негодности и потере окончательно своё значение оборонных укреплений Малого земляного города образуется озеленённое пространство общественного назначения. Изменения городского ландшафта открытых пространств происходят по пути изменения их функций, назначения и атмосферы в зависимости от интенсивности развития прилегающих территорий. Постоянно развиваясь, город терял отдельные элементы природного ландшафта, приобретая взамен антропогенные черты. Он образуется в результате хозяйственной деятельности человека. К таким ландшафтам относится городская среда, особенностью которой является загрязнение окружающей среды в связи с превращением ландшафтов в искусственные под влиянием застройки, сокращение территорий, занятых растительностью, вредное воздействие промышленных производств на окружающую среду, изменение вертикальной планировки местности. Главной деятельностью человека в условиях сохранения природного ландшафта-является грамотная организация

деятельности человека в проектировании культурного ландшафта, но также важно преодолеть проблему сосуществования естественных ландшафтов и встроенных человеком сооружений, водохранилищ, шахт, карьеров, при изменениях в строении почвы, водных пространств.

Природно-антропогенные ландшафты представляют из себя постепенную и длительную эволюцию воздействия человека и природных явлений на окружающую среду.

Отличия между природными и природно-антропогенными ландшафтами заключается в изменении природного строения естественного ландшафта. Первоначально в них изменяется биота: высечка лесов, вспахивание земель, для последующего посева агрокультур, урожая, оазисы в пустынях и т.д. Изменяются почвообразующие горные породы вместе со структурой почвы: карьерные комплексы, горнорудные районы, городские и промышленные сооружения. Большая часть современных природно-антропогенных ландшафтов наполнено результатами человеческого труда (различные сооружения, приобретенные в ходе научно-технического прогресса). В настоящее время, ландшафты локально загрязняются отходами производств, состоящих из различных синтетических химических соединений, а также органическими остатками вулканизма, тем самым нарушая биогеохимические круговороты и изменяя биоту и структуру совокупностей современных ландшафтных элементами.

Первоначально человек осваивал ландшафтную среду, создавая сельскохозяйственную продукцию, населенные пункты и другие природно-антропогенные геоэкосистемы, тем самым обогащаясь культурными свойствами и хозяйственными элементами. В последние времена ведущий фактор ландшафтогенеза составляет хозяйственная деятельность. Таким образом, природно-антропогенный ландшафт-ландшафт, сглаживающие различия природы в среде, что приводит к упрощению структуры и унификации в биоте. Человеком начинают создаваться большие агроландшафты с обработанной почвой, где выращиваются зерновые культуры.

Изменения в ландшафтах заключаются в:

- изменение одного или нескольких компонентов;
- преобразование вертикальной и горизонтальной структуры, его организации;
- образование в структуре ландшафта веществ и структур технологического производства (синтетические вещества, здания и сооружения и пр.), участвующих в функционировании ландшафтов;
- минимизация разнообразия и площади, загруженной естественными природными структурными элементами.

В течении индустриализации городов природа вытесняется из городского ландшафта, тем самым нарушая баланс между деятельностью человеком и природными процессами. Тем самым начали создавать различные способы по для сохранения окружающей среды. Один из таких методов – рекультивация ландшафтов, т.е. система работ, направленных на восстановление, биомедицинской, общеэстетической и хозяйственной ценности нарушенных

технологической деятельностью ландшафтов. Существует два способа реализации. Техническая рекультивация основывается на благоустройстве территории, засыпание карьеров, покрытие плодородным слоем почвы. Биологическая рекультивация процесс использования естественной функции растительности в оптимизации наземных экосистем, направленных на разработку условий для обитания живых организмов и восстановление хозяйственной производственной мощи земель. Но также меры по градостроительным решениям могут не только ухудшать, но и улучшать климатические условия городской среды. Правильное использование природно-ландшафтных условий, формирование водно-зеленых систем в городах позволяет улучшить микроклимат городских территорий.

В течении исторических преобразований природно-ландшафтной основы влияние человека распространяется не только на земли города, но и на климат, гидрографию населенного пункта.

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из существенных экологических факторов, касающейся здоровья каждого человека в странах с разным уровнем дохода. Такой вид экологической проблемы в значительной мере вызывает глобальное потепление, разрушение озонового слоя, наличие кислотных дождей. В городах же выбросы технологического характера загрязняющих веществ из многочисленных техногенных сооружений приводит к «парниковому эффекту», появлению смогов. Из-за загрязненности воздушного бассейна трансформируется спектральный состав солнечной радиации, появляются температурные инверсии, изменяющие вертикальный воздухообмен, другие нежелательные явления.

Тепловое воздействие технологического производства, коммунально-бытовых, инженерно-технических объектов, транспорта приводит к местным изменениям средней температуры Земли в городах. В результате повышения температуры воздуха, почв, грунтов, подземных вод, усиливается процесс разрушения металлов, бетона, железобетона. Наибольшее тепловое влияние на окружающую среду оказывают за счет выброса в атмосферу тепловой энергии промышленных комплексов, которые требуют охлаждения агрегатов водой.

Нагретая вода сливается в водоемы, что приводит к увеличению в них температуры воды, последствием которых является изменение биологических параметров среды. Что является главной причиной нарушения элементов природой, не взаимодействующих в производственных процессах, таких как природного стока и интенсивного водопотребления, за счет чего достигается понижается уровень подземных вод, образуются депрессионные воронки, сокращается поверхность земли. Например, в Мехико ослабление поверхности города составило более 4 м, а его северо-восточной части – 9 м.

В настоящее время распространено подтопление и затопление близлежащих территорий – подъем уровня грунтовых вод к поверхности земли, что является следствием затопления подвальных и технических помещений, выходом из строя канализационных сооружений переувлажнению и разрушению грунтов. В результате подтопления снижается несущая способность грунтов, тем самым преждевременно нарушается несущая конструкция сооружений и

выходят из строя подземные коммуникации, происходят нарушения в биотической сфере.

В процессе развития городов страдает флора и фауна окружающей среды, уничтожается большое количество видов растений, вымирают животные и исчезают места их обитания, что является следствием обеднения биологического разнообразия. Тем самым, в городах формируются специфические экосистемы, отличные от природных.

Учитывая все результаты анализа и оценки ландшафтных и антропогенных условий и факторов появляются ландшафтно-экологические проектные решения – определение экологических последствий, которые базируются с учетом всех закономерностей функционирования экологических систем.

Ландшафтно-экологические решения направлены на усиление благоприятного воздействия и снижение негативного влияния среды и факторов производственной деятельности на жизнедеятельность людей. При этом для разных сооружений и территорий города оценка и испытания тех или иных условий и факторов проводятся с разной степенью детализации, тем самым разрабатывая для каждого участка благоприятные меры и способы развития.

### **Список литературы**

1. Пушилина Ю.Н. *Формирование внешнего облика зданий в условиях сложного рельефа* / Ю.Н. Пушилина, С.Г. Герасимов // В сборнике: *Дизайн XXI века. Материалы VII Всероссийской заочной научно-практической интернет-конференция с международным участием.* – Тула, 2023. – С. 26-30.

2. Пушилина Ю.Н. *Оценка состояния современных детских площадок. факторы при их проектировании: экологичность, эргономичность, инклюзивность* / Ю.Н. Пушилина, В.М. Королёва // В сборнике: *Современные проблемы экологии. XXVIII всероссийская научно-практическая конференция.* Под общ. ред. В.М. Панарина. 2022. – С. 72-76.

3. Пушилина Ю.Н. *Экологический каркас как основа современного города* / Ю.Н. Пушилина, Ю.А. Нагорная // В сборнике: *Инновационные наукоемкие технологии. Доклады VII международной научно-практической конференции.* Под общей редакцией В.М. Панарина. – 2020. – С. 91-95.

4. <https://tekhnosfera.com/preobrazovanie-landshafta-v-usloviyah-sohraneniya-istoricheskoy-sredy-goroda> (Дата обращения 21.10.2024г.)

## **ОЗЕЛЕНЕНИЕ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ. РОЛЬ САДОВ И ПАРКОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

Е.С. Байкина

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются исторические предпосылки возникновения садов, начиная с древнеегипетских и заканчивая культурными особенностями греческих и римских садов, а также восточных садов Китая и Японии, ориентированных на гармонию и

*медитацию. Так же в статье обращается внимание на важности реорганизации городских парков как ключевых элементов городской инфраструктуры, подчеркивая необходимость создания комфортной экологической среды для отдыха в современных условиях.*

### *Сады и парки в жизни людей*

Нельзя отрицать, что мы, люди, чувствуем сильную и глубокую связь с природными элементами. Почти неосознанно мы стремимся к взаимодействию, которое позволяет нам поддерживать внутреннюю связь с природой. Сады и парки – это выражение непрекращающегося стремления постоянно поддерживать связь с окружающей средой, перенося всю зелёную зону на ограниченные пространства с определёнными качествами в зависимости от культуры и географической области, в которой они созданы.

Хотя выращивание растений имеет долгую историю и имеет важное значение для нашего развития как вида, тот факт, что в какой-то момент истории люди использовали эти знания не только для удовлетворения базовых потребностей, таких как еда, является отправной точкой для понимания этого как выражения культурных и художественных особенностей.

### *Предпосылки и первые упоминания о садах*

Первые известные упоминания о садах относятся к египтянам, о которых стало известно благодаря тому факту, что они были изображены на картинах и гробницах. Следует отметить, что географическая область, где развивалась эта цивилизация, может показаться нетипичной для появления растительного массива, спланированного людьми.

Именно географическое положение и близость реки Нил, которая была единственным водоёмом, сформировали симбиотические отношения с ней и привели к появлению садов как вспомогательных элементов, которые обеспечивали прохладу и тень в чрезвычайно засушливой местности, где не было разнообразия деревьев и цветов, если они не росли вокруг реки.

Начиная с функционального характера садов, они развивались и включали в себя дополнительные архитектурные элементы, такие как большие и высокие стены, пруды, в которых обитали некоторые виды мелких рыб, а также виды растений из других регионов, которые считались экзотическими и составляли часть ландшафта величественных храмов и дворцов.

Другие культуры, такие как греки и римляне, создавали свои версии садов, где присутствие других видов определяло, что их морфология была более лиственной благодаря наличию крупных местных деревьев и где растительность преобладала над архитектурными формами.

В Азии сады Китая и Японии воссоздали масштабные природные ландшафты в замкнутой и контролируемой среде. Одним из отличительных элементов этих садов является то, что они ориентированы на расслабление, гармонию, спокойствие и медитацию, являясь местами, способствующими самоанализу, устанавливающими контакт с природой.

### *Проектирование современных парков и садов*

На современном этапе развития городской среды реорганизация старых парков культуры и отдыха является одним из приоритетных направлений

градостроительной деятельности многих городов России. Занимая одно из ключевых мест в общей планировочной структуре города и больших площадей, территории парковых зон обладают высоким потенциалом градостроительного развития.

Городская парковая зона должна соответствовать определённым требованиям. Прежде всего, это комфортная экологическая среда, благоприятные условия для отдыха, удобное расположение, наличие мест для питания, туалетов, мусорных контейнеров, скамеек и т.д. Каждый парк индивидуален и уникален.

Уровень озеленения в разных парках неодинаков, но чаще всего это 70-80 % зеленых насаждений от общей площади. Обычно здесь прокладывают специальные дорожки, которые часто выкладывают из щебня, кирпича или плит. Часть территории находится в зоне орошения. Для удобства отдыхающих парки оборудованы скамейками и наружным освещением.

Учитывая нынешние городские условия и высокую плотность населения, в ответ на эти условия появились проекты, которые в прошлом были бы немислимы, например, сады на крышах зданий.

Сегодня в крупных городах мира есть парки, которые служат ключевыми пространствами для развития жизни в обществе. Кроме того, садовый дизайн процветал во всех странах, благодаря тому, что со временем мы рассматриваем его не только как декоративный элемент, но и как ответ на конкретные проблемы сегодняшнего дня.

### Список литературы

1. *istina-kubinka.ru* (дата обращения 14.10.2024г.)
2. Пушилина Ю.Н. *Озеленение территории современного города* / Ю.Н. Пушилина, А.М. Силенко // В сборнике: *Приоритетные направления развития науки и технологий. доклады XXXII международной научно-практической конференции. Под общ. ред. В.М. Панарина.* – 2023. – С. 44-46.
3. GALEN CRANZ «*Urban Parks of the Past and Future*», 2008
4. Ванин С.И. *Сады и парки древнего Египта и Ассирио-Вавилонии. Природа* / С.И. Ванин. – 1938. – № 5.
5. Карпичечи А.К. *Египет. Искусство и история. 5000 лет цивилизации* – Italia: 17. Bonechi, 1998. – 192 с.

## ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПАРКОВ. ПОДБОР РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ И ПАРКОВ

О.Г. Акопян  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается история возникновения парков, а также принципы и подходы к подбору растений для озеленения городских территорий и парков. В статье будут представлены основные этапы развития парков, их социальное



*значение, а также рекомендации по созданию зеленых насаждений, отвечающих современным экологическим и эстетическим требованиям.*

Появление парков связано с историей развития садово-паркового искусства, которое зародилось еще в древние времена. Первые образцы садов и парков можно обнаружить в Древнем Египте, где они служили не только местом отдыха, но и культовыми пространствами. Особую известность приобрели висячие сады Семирамиды в Вавилоне – одно из семи чудес света, символ древнего ландшафтного искусства.

В Древней Греции и Риме сады и парки стали более утилитарными, они часто окружали виллы и служили местом уединения и размышлений. Садово-парковое искусство переживало расцвет в Европе эпохи Ренессанса, когда ландшафтные архитекторы начали создавать сложные композиции с элементами скульптуры, водоемами и декоративными растениями. Во Франции в XVII веке возникли так называемые регулярные парки, например, знаменитый парк Версальского дворца, спроектированный Андре Ленотром. Эти парки отличались симметрией, строгостью линий и использованием геометрически подстриженных кустарников.

В XIX веке в эпоху промышленной революции парки начали приобретать новый смысл. В городах, где плотность населения значительно увеличивалась, необходимость в общественных зелёных зонах становилась очевидной. Один из самых известных примеров этого периода – Центральный парк в Нью-Йорке, который был спроектирован в 1857 году Фредериком Лоу Олмстедом и Калвертом Воксом. Парк стал первым в мире проектом, специально разработанным для создания природного пространства в густонаселённом городе.

В XX веке парки приобрели новые формы и функции. Открытие современных парков связано с развитием экологической науки и ростом осознания необходимости сохранения природного окружения в условиях урбанизации. Современные парки стали не только местом отдыха, но и важными экологическими объектами, способствующими улучшению качества воздуха и сохранению биологического разнообразия.

Правильный подбор растений для озеленения городских территорий является важной задачей для создания комфортной и здоровой городской среды.

В условиях городской застройки растения должны быть адаптированы к агрессивным условиям, таким как загрязнение воздуха, ограниченное количество воды и повышенные температуры.

Климатические факторы играют решающую роль в выборе растений. Для каждого региона необходимо подбирать такие виды деревьев, кустарников и трав, которые будут устойчивы к местным климатическим условиям. Например, для северных регионов с холодными зимами выбираются морозостойкие виды, такие как ель, сосна и рябина. В южных регионах, где преобладает жаркий климат, актуальны засухоустойчивые растения, такие как кипарис, можжевельник, лаванда.

Одним из ключевых факторов при выборе растений для парков и улиц является их устойчивость к загрязнению воздуха и почвы. В городской среде деревья часто подвергаются воздействию выхлопных газов и солей, используемых зимой для борьбы с гололедом. В таких условиях особенно хорошо себя чувствуют тополя, липы, акации, платаны, которые способны выдерживать подобные нагрузки.

При проектировании парка важно учитывать не только практические, но и эстетические аспекты. Выбор цветущих растений, таких как кустарники и многолетники, может создать красочные композиции, которые будут радовать глаз в течение всего вегетационного периода. Хорошим примером могут служить комбинации таких растений, как лаванда, шалфей и ромашка.

При создании парка также целесообразно разделить его на функциональные зоны: прогулочные аллеи, игровые площадки, зоны для пикников, искусственные пруды и т.д. Для каждой зоны подбираются соответствующие растения, учитывающие специфику использования пространства. Например, в зоне активного отдыха могут быть высажены устойчивые к повреждениям газонные травы, тогда как в тихих зонах, предназначенных для медитации или чтения, можно использовать более декоративные кустарники.

История парков и садов, начиная с древних времён и до современности, является отражением изменений в обществе и его отношении к природе. Парки играют важную роль в жизни городов, предоставляя жителям необходимые зеленые пространства для отдыха, общения и восстановления. Правильный выбор растений для озеленения городских территорий и парков не только создает эстетические и функциональные пространства, но и способствует улучшению экологической ситуации в городах. Важно помнить, что парки должны быть созданы с учетом особенностей местного климата, экосистемы и культурных традиций, что позволит сделать их настоящим оазисом для городских жителей.

### **Список литературы**

1. Баранова Н.В. *Городское озеленение: История, современные тенденции и перспективы* / Н.В. Баранова. – М.: Стройиздат, 2012.
2. Олмстед Ф.Л. *Ландшафтный дизайн в городах: теория и практика* / Ф.Л. Олмстед. – Санкт-Петербург: Питер, 2015.
3. Борисов А.М. *История парков и садов: от древности до современности* / А.М. Борисов. – М.: Эксмо, 2017.
4. Иванова Т.А. *Подбор растений для городских условий: руководство для ландшафтных архитекторов* / Т.А. Иванова. – Екатеринбург: У-Фактория, 2020.
5. Садовникова Е.К. *Экология города и озеленение: как природа меняет города* / Е.К. Садовникова. – Новосибирск: Сибирское издательство, 2019.

## ОЗЕЛЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА. СРЕДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ

А.К. Агапова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается важность озеленения города с целью создания благоприятных условий для жизни современного общества. А также рассматриваются средства экологической компенсации.

*Ключевые слова:* экология, озеленение, локальные методы, территориально-компенсационные методы, компенсация.

С начала XX века человечество начало активно осваивать тяжелую промышленность. Были построены сотни заводов по добыче и переработке полезных ископаемых, где основными являлись чёрные и цветные металлы, каменный уголь, нефть и газ. Индустриальное общество активно развивалось и развивало производственную мощь. Вокруг заводов начали образовываться поселения, а за ними города, природные пейзажи из лесов и полей превратились в «бетонные джунгли». Люди променяли природные красоты на мрачные и серые дома из бетона.

К концу XX века к людям пришло осознание, что эпоха индустриализации, активно захватившая умы общества, принесла не только развитие новых технологий, а особенно в сфере энергетики и металлургии, но и нанесла непоправимый вред природе.

Также не стоит забывать резкий подъем в транспортной области. В начале XX века началось массовое производство автомобилей, нацеленное на доступность и удобство для каждого человека.

Бетонные многоэтажки и автомагистрали поглотили наше общество, и не удивительно, что сейчас многие стараются хотя бы на выходных выехать за город, в деревню или в лес, где можно отвлечься от городской тоски, созданной «бетонными джунглями» и автомобильными пробками, и вдохнуть полной грудью чистым воздухом.

На сегодняшний день озеленение городов это не декоративный изыск для красоты, а жизненная необходимость. Люди нуждаются в деревьях, ведь они перерабатывают углекислый газ в кислород, необходимый нам для жизни.

В настоящее время вопрос озеленения городской среды активно поднимается во властных структурах городов и всё больше притягивает к себе внимание. Процесс урбанизации «поедает природу» и поэтому озеленение городов, а точнее создание уютных парков и скверов, в которых можно вдохнуть полной грудью чистым воздухом, а не выхлопами автомобилей и дымом заводов, должно активно развиваться.

В настоящее время существует три вида средств экологической компенсации: озеленение, локальные методы, территориально-планировочные методы. Рассмотрим каждый из них более подробно.

В большинстве словарей слово «озеленить» означает – покрасить в зелёный, украсить зеленью. Поэтому озеленение означает не только посадить

деревья в городе, но и украсить мрачные «бетонные джунгли» в яркий зелёный цвет.

Процесс озеленения на первый взгляд может показаться довольно понятным – просто посадить повсюду деревья и всё, но это далеко не так. При озеленении необходимо учитывать специфику инфраструктуры города, а точнее план застройки, автомобильные и другие транспортные дороги и пути, климатические особенности каждого города. Также стоит сказать, что в городской среде растения испытывают большую нагрузку, так как в городе концентрация вредных веществ и тяжёлых металлов в воздухе, которые выбрасывают миллионы автомобилей и заводов, имеет зашкаливающее значение.

Озеленение имеет ряд преимуществ, и вот основные из них:

1) Улучшение качества воздуха. Растения очищают воздух от вредных примесей и перерабатывают углекислый газ.

2) Снижение температуры. Это заметно в летнее время года, когда растения своей кроной создают тень.

3) Создание комфортной среды. Большинство людей предпочитают прогулки и отдых в скверах, в парках, в зелёных зонах города, ведь растения создают не только эстетическое наслаждение, но и дают спокойствие и уют.

4) Защита от городского шума. Города насыщены различными шумами, это может быть всё, что угодно – автомобили, различные предприятия, строительная техника и прочее. Деревья способны поглощать этот шум, делая городскую жизнь немного тише.

На сегодняшний день существует несколько способов озеленения:

1. Самый простой и популярный способ – цветочная или травяная клумба, которые можно встретить в любом городе. Клумбы отличаются по стилю, форме, высоте, виду материала ограждения. Клумбы бывают регулярные, нерегулярные и вертикальные.

Регулярные клумбы высаживаются по определенному плану специально подобранными цветами, которые должны зацвести в одно время и иметь чёткие границы между собой.

Нерегулярные клумбы имеют более естественный вид, по отношению к регулярным. Они не имеют определенного плана по посадке цветов и цветы имеют разные сроки цветения, что придаёт им большей естественности.

Вертикальные клумбы представляют собой цветущую стену или фигуру. Они очень сложны в исполнении, но являются произведением искусства. Чаще всего такие клумбы можно встретить рядом с ресторанами или гостиницами.

2. Следующим способом озеленения являются газоны. Газоны подразделяются на специальные, спортивные, декоративные.

Специальные газоны используются для сбора и задержки промышленной или автомобильной пыли, укрепления отскоков автомобильных и ж/д дорог.

Спортивные газоны используются на стадионах и спортивных площадках.

Декоративные газоны располагают в парках, садах, скверах, в дворах жилых зон.

3. Аллейные посадки основной способ озеленения вдоль автомобильных дорог внутри города и садово-парковых зонах.

4. Сегодня набирает популярность вертикальное озеленение. в данном случае для озеленения используют вьющиеся растения – лианы, виноградные лозы. Для создания такого способа озеленения на фасадах сооружений размещают решётки, арки, перголы (решётчатые крыши).

5. В последнее время набирает популярность озеленение крыш. Если во дворах находятся малоэтажные дома, то озеленение их крыш производят высадкой на краях «плакучие» растения, у которых ветки тянутся вниз. Такой способ помогает снизить влияние температур на крышу, а точнее снизить нагрев в теплое время года или снизить охлаждение в холодное время года.

Локальные методы экологической компенсации – это набор мер, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду в конкретном месте, где оно возникло. Они отличаются от традиционных компенсационных мер тем, что не предполагают перемещение воздействия в другое место, а стремятся к его нейтрализации непосредственно в месте возникновения.

Основные принципы:

1. Минимизация: Прежде всего, следует стремиться минимизировать вредное воздействие на окружающую среду, используя наименее вредные технологии и методы.

2. Восстановление: Если вредное воздействие уже произошло, основная цель - восстановление нарушенной экосистемы до первоначального состояния или максимально приближенного к нему.

3. Компенсация: В случаях, когда полное восстановление невозможно, необходимо компенсировать вредное воздействие путем реализации природоохранных мероприятий на той же территории или в ее непосредственной близости.

Примерами локальных методов являются:

- Рекультивация земель – восстановление нарушенных земель, например, после добычи полезных ископаемых или строительства.

- Создание искусственных экосистем – создание новых водоемов, лесных массивов, лугов для компенсации утраченной природной среды.

- Биологическая рекультивация – использование биологических методов для восстановления почвы, например, посадка растений, высадка деревьев, введение микроорганизмов.

- Установка очистных сооружений – очистка сточных вод и промышленных выбросов непосредственно на месте их образования.

- Создание зеленых зон: Создание парков, скверов, садов для улучшения микроклимата и рекреационных возможностей.

К основным преимуществам можно отнести:

- Сокращение вредного воздействия: локальные методы непосредственно воздействуют на источник проблемы, минимизируя его негативное влияние.

- Сохранение биоразнообразия: фокусировка на конкретной территории позволяет сохранить природные ресурсы и уникальные экосистемы.

- Увеличение экологической устойчивости: восстановление нарушенных экосистем повышает устойчивость территории к внешним воздействиям.

- Повышение качества жизни: создание зеленых зон и улучшение микроклимата повышает комфортность жизни людей.

Но не стоит забывать про недостатки, к которым относятся:

- Высокая стоимость: Реализация локальных методов может требовать значительных финансовых затрат.

- Сложность: Восстановление нарушенных экосистем – длительный и сложный процесс.

- Не всегда эффективны: В некоторых случаях полное восстановление невозможно.

Локальные методы экологической компенсации играют ключевую роль в защите окружающей среды. Они позволяют минимизировать вредное воздействие на локальном уровне и способствовать сохранению биоразнообразия. Однако, важно помнить, что эти методы не всегда эффективны и требуют значительных финансовых вложений.

Территориально-компенсационные методы экологической компенсации – это комплекс мер, направленный на восстановление или создание новых природных объектов для компенсации негативного воздействия на окружающую среду, возникшего в результате хозяйственной деятельности.

К основным принципам территориально-компенсационных мер относят:

1. Принцип эквивалентности – компенсация должна быть соизмерима с нанесенным ущербом по биологическому разнообразию, ценности экосистем и др.

2. Принцип территориальной близости – объекты компенсации должны располагаться как можно ближе к объекту воздействия.

3. Принцип долгосрочности – эффекты от компенсационных мер должны быть долгосрочными и обеспечивать устойчивое функционирование восстановленных или созданных экосистем.

К методам территориально-компенсационных мер относятся:

1. Создание новых природных объектов (создание новых лесных насаждений).

2. Восстановление заболоченных территорий.

3. Создание новых водоемов и искусственных рифов, а также очистка имеющихся водоёмов.

4. Реабилитация деградированных экосистем (восстановление нарушенных почв и ландшафтов) и рекультивация земель.

5. Приобретение и сохранение участков природных территорий (покупка земель для создания новых заповедников, национальных парков, заказников, создание охранных зон вокруг существующих особо охраняемых природных территорий).

Такие методы имеют преимущества:

- Восстановление биологического разнообразия.

- Улучшение состояния окружающей среды.

- Создание новых мест обитания для животных и растений.
- Повышение устойчивости экосистем к негативным факторам.

К недостаткам таких методов относятся:

Высокая стоимость.

- Сложности с реализацией: необходимы длительные сроки для восстановления экосистем.

- Не всегда возможно найти подходящие территории для компенсации.

Стоит отметить, что территориально-компенсационные методы не всегда являются универсальным решением. В некоторых случаях может быть более эффективно использовать другие методы экологической компенсации, например, финансовую компенсацию или компенсацию в виде инвестиций в экологические проекты.

В заключение: Территориально-компенсационные методы экологической компенсации являются важным инструментом для минимизации негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. Применение этих методов требует комплексного подхода, учитывающего конкретные особенности экосистемы и хозяйственной деятельности.

Озеленение города представляет важную роль в сохранении природы в городской среде. Государственные и муниципальные службы должны контролировать озеленение на правовом и административном уровнях, а муниципальные службы, городские застройщики и обычные жители города не должны забывать о важности озеленения и принять активное участие в нём.

### Список й литературы

1. Ивахова Л.И. Современный ландшафтный дизайн / Л.И. Ивахова. – М.: Аделант, 2009. – 384 с.

2. Казнов С. Д. Благоустройство жилых зон городских территорий / С.Д. Казнов. – М.: АСВ, 2021. – 609 с.

3. Карпов А.А. Вертикальное озеленение в саду, во дворе, на балконе / А.А. Карпов. – М.: Феникс, 2020. – 410с.

4. Маврищев В.В. Основы экологии / В.В. Маврищев. – Высшая школа, 2019. – 447 с.

5. Попова О. С. Древесные растения в ландшафтном проектировании и инженерном благоустройстве территории / О.С. Попова, В.П. Попов. – М.: Лань, 2019. – 342 с.

6. Попова О.С. Древесные растения в ландшафтном проектировании и инженерном благоустройстве территории: учебное пособие. Гриф Министерства сельского хозяйства / О.С. Попова. – М.: Лань, 2019. – 832с.

7. Сидорова М.А. Ландшафтный дизайн / М.А. Сидорова. – М.: Ниола-Пр., 2008. – 128 с.

8. Сохранение природной экосистемы водоема в урбанизированном ландшафте. – М.: Наука, 2020. – 144 с.

9. Трушина Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – М.: Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 384 с.

## УЛУЧШЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН В ГОРОДАХ. ТРУДНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

В.Ю. Тимофеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам качественных улучшений зеленых зон в современных городах. Выявляются трудности и способы их преодоления.

Современные статистические данные свидетельствуют о том, что около 50 % всех людей мира живут в городских условиях. В Российской Федерации доля городского населения достигает 74,1 % [1]. Основная часть жизни горожан протекает в рамках городской инфраструктуры, что подчеркивает необходимость обеспечения удобств для жизни, труда и отдыха в городской среде. Одним из ключевых аспектов улучшения городской жизни является развитие и уход за парками, скверами и озеленением территорий.

Сегодня различают три ключевые категории озелененных территорий [2].

Первая группа включает в себя зеленые зоны, доступные для всех жителей города или определенного района, где люди могут отдохнуть и провести время на свежем воздухе.

Вторая группа охватывает зеленые участки с ограниченным доступом. Это территории, расположенные в районах жилых домов, общественных, промышленных зданий, медицинских и образовательных учреждений, предназначенные для использования определенными сегментами населения.

Кроме того, существуют зеленые зоны с конкретным назначением. К ним относятся зоны санитарной защиты, водоохранные полосы, зоны защиты от наводнений, кладбища, посадки вдоль дорог, питомники, цветочные и оранжерейные хозяйства, а также территории, находящиеся под охраной в соответствии с Федеральным законом о особо охраняемых территориях. В данной статье мы будем уделять основное внимание зеленым зонам общего пользования.

Растительность играет множество ролей в городской среде. В первую очередь, она является естественным фильтром, помогающим очищать воздух от загрязняющих его токсинов, которые становятся всё более многочисленными из-за увеличения количества автомобилей. Кроме того, растения производят уникальные органические вещества, известные как фитонциды, которые уничтожают или замедляют рост патогенных микробов. Это особенно важно в городской среде, где воздух насыщен микробами и вирусами. Деревья и кустарники, посаженные вокруг жилых домов и по краям дорог, также способствуют снижению уровня шума, который, если он сильный, может негативно сказаться на психическом и физическом здоровье людей, уменьшая их работоспособность и умственные способности.

Кроме того, зеленые зоны выполняют рекреационную и декоративную функции. Они предоставляют возможность людям отдыхать на свежем воздухе



прямо в пределах города, а также украшают улицы благодаря своей красоте, создавая приятные скверы и клумбы по краям тротуаров.

Озеленение городских пространств играет ключевую роль в создании экологически безопасной среды для жизни горожан. Поэтому развитие этого направления в городском благоустройстве стоит на переднем крае. Однако, несмотря на значимость зеленых зон, в крупных городах, включая российские, существуют серьезные сложности в их организации.

Ключевым препятствием является нехватка зеленых насаждений. В городах с высокой плотностью застройки часто не остается места для создания даже маленьких парков, которые могли бы значительно улучшить экологическую обстановку. Кроме того, распределение зеленых зон может быть неравномерным: большинство парков сосредоточено в центральных районах, в то время как на периферии наблюдается их дефицит. Такое неравномерное распределение зеленых насаждений не позволяет растениям эффективно очищать воздух, что усиливает негативные экологические воздействия на человека и его окружение.

Одна из ключевых проблем, связанных с озеленением городской среды, заключается в не всегда осознанном подходе жителей к содержанию зеленых зон. Аттрактивные и хорошо поддерживаемые парки неизменно привлекают множество посетителей, что иногда приводит к случаям повреждений: сломанным ветвям, вырванным цветам или загрязненному газону. Такое отношение к зелени негативно сказывается как на ее здоровье, так и на внешнем виде, уменьшая привлекательность растений по сравнению с другими элементами природы в этой зоне. Однако, несмотря на ряд проблем в сфере городского озеленения, существуют различные подходы и методы для их решения.

Один из способов решения этой проблемы заключается в организации садов на кровлях зданий. Подобные зеленые насаждения уже давно популярны в странах Европы. В России же сады на крышах только начинают появляться в различных регионах.

Для решения проблемы нехватки места в городах сейчас активно используется метод сноса устаревших зданий, которые утратили свою актуальность. В этих местах создаются зеленые зоны для отдыха и развлечений горожан.

Важным шагом в решении проблемы озеленения территорий является учет ландшафта при строительстве современных жилых комплексов. Зеленые насаждения формируются так, чтобы стать основой для развития экосистемы комплекса и всего города. Особое внимание уделяется озеленению внутренних дворов и прилегающих территорий, где создаются парковые зоны для отдыха, прогулок и занятий спортом для всех жителей города.

Помимо строительных аспектов, существуют и морально-этические вопросы, которые требуют внимания. Населению необходимо внушать идею особо бережного отношения ко всем природным объектам. Даже взрослые часто забывают о простейших правилах, необходимых для соблюдения в естественной среде, к которой относятся, в том числе, и зеленые зоны города.

Резюмируя, можно заключить, что озеленение городских территорий играет важную роль в развитии города. Поэтому важно развивать все сферы общества, которые могут влиять на создание, развитие и сохранение зеленых зон, способствующих улучшению условий проживания горожан.

### Список литературы

1. Беспалько Н.Е. «Зелёные» технологии как фактор обеспечения экологической и санитарной безопасности человека: учебное пособие / Н.Е. Беспалько, А.В. Козачек. «Зелёные» технологии как фактор обеспечения экологической и санитарной безопасности человека, 2027-10-18. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. – 148 с. ISBN 978-5-8265-2410-7.

2. Горохов В.А. Зеленая природа города: учеб. пособие для вузов / В.А. Горохов. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Архитектура-С, 2005. – 528 с.: ил. (Специальность «Архитектура»). ISBN 5-9647-0054-3 (в пер.): 275,00.

3. Климанова О.А. Зеленая инфраструктура города: оценка состояния и проектирование развития / О.А. Климанова, Е.Ю. Колбовский, О.А. Илларионова; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 328 с., [20] л. цв. вкл: ил., цв. ил., табл., карты, граф. ISBN 978-5-907372-29-0 (в пер.).

4. Зайкова Е.Ю. Стратегии развития городских территорий. Ландшафтное планирование: учебно-методическое пособие / Е.Ю. Зайкова. Стратегии развития городских территорий. Ландшафтное планирование, Весь срок охраны авторского права. – М.: Российский университет дружбы народов, 2017. – 72 с. ISBN 978-5-209-08398-6.

## ОТКРЫТЫЕ ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВА ПРИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСАХ, ТРАНЗИТНЫХ УЗЛАХ. ПРИНЦИП ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОМФОРТА

Ю.Н. Пушилина, Е.П. Елисеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статые анализируются открытые общественные пространства при многофункциональных и жилых комплексах, транзитных узлах. Учитывается принцип экологического комфорта.

Изменения социально-экономических условий способствовали переосмыслению использования открытых общественных пространств в городах России. Крупные города в последние годы, вслед за столицами также пополняются объектами, которые активно участвуют в формировании нового облика города. Необходимо уточнить термины: многофункциональный

комплекс – это сооружение или группа сооружений, совмещающих в себе внутренние и открытые пространства двух и более функционально-эксплуатационных назначений. Как правило, это территории для торговли, офисные площади, пространства развлекательного характера, в которых вместе komponуются коммерческие, жилые, спортивные и прочие функции. В настоящее время как в мегаполисах, так и в крупных городах Российской Федерации, в том числе и в областных центрах, остро стоит вопрос дефицита земельных участков, отводимых под застройку объектами различного функционального назначения. Высокоактивный и одновременно хаотичный режим жизни горожан, недостатки в организации транспортной инфраструктуры, нехватка, а в большинстве случаев – банальное отсутствие парковочного пространства и многие другие сложности жизни как городов с населением более миллиона жителей, так и крупных городов России, побуждают к поиску новых и нетиповых решений проблемы выхода из складывающихся неблагоприятных ситуаций в повседневном функционировании городского организма [1]. Обратным же результатом являются многочисленные примеры переуплотненных комплексов по всей территории страны.

Система открытых пространств имеет свои характерные черты. Открытые пространства многообразны – отличаются размерами, конфигурацией, соотношением природных и искусственных компонентов, видом рекреационной функции, микроклиматической и санитарно-гигиенической ролью, ролью в формировании архитектурно-художественного облика города. В современных условиях большое значение приобретает проблема формирования таких открытых пространств, в которых сохранена природная основа ландшафта или присутствуют лишь отдельные включения антропогенных элементов. Они имеют наибольшую ценность с точки зрения связей «город-природа», так как являются аккумуляторами экологического равновесия и представляют собой собственно природное окружение. Система открытых пространств как правило строится на сбалансированном учете всего комплекса функциональных факторов, из которых важнейшие – оздоровление воздушного бассейна города, обеспечение оптимальной среды для массового отдыха горожан, включение элементов природного ландшафта в архитектурную композицию города [2].

Если рассматривать транспортный узел как многофункциональный объект городской среды с транспортной специализацией, работающий на внутригородские и внешние связи (такой узел включает в себя терминалы ж/д станций (пригородных и поездов дальнего и местного следования), автовокзалы, парк такси, парковки личного автотранспорта, метро), то его роль определяется сугубо местом в структуре города, то есть узел играет роль городского, регионального и федерального значения одновременно. Таким образом, отличие транспортных узлов в том, что они универсальны. Говоря об организации пространства вокруг узла, надо сказать, что чаще всего именно транспортная функция становится преобладающей над социальной, и общественные нужды зачастую решаются столь же утилитарно и сугубо технологично. Социальные пространства в большинстве случаев занимают минимальные отведенные по нормам площади и минимальное необходимое количество в транспортном

объекте. Но ведь именно общественные пространства отвечают потребностям человека, его жизнедеятельности: комфорту, отдыху, спокойствию и безопасности. Поэтому стоит рассматривать экологические принципы организации среды транспортных объектов как приемлемую и необходимую норму организации в современном обществе.

В заключении, представляется необходимым отметить, что проектирование и строительство многофункциональных комплексов сегодня – это уже необходимость, имеющая разные векторы развития. С одной стороны, решаются вопросы развития инфраструктуры как мегаполисов, так и вслед за ними, пространственной структуры крупных городов России. С другой стороны – размещение инвестиционных средств позволяет обеспечить выполнение функции создания удобного многофункционального городского пространства с последующим получением прибыли. Тем самым, многофункциональная архитектура выступает катализатором формирования и развития узловых пространственных структур крупных городов страны и в итоге создает, новую эстетику, функционально демонстрирующую доминантную соподчиненность и формирующую новые силуэты крупных городов России новыми вертикалями.

### Список литературы

1. Вишневецкая Е.В. *Методология дизайн-проектирования как основа комплексной организации открытых пространств урбанистической среды* / Е.В. Вишневецкая, Н.И. Барсукова // *Вестник ОГУ*. – 2015. – №5 (180).

2. Николаев А.Л. *К вопросу проектирования общественных многофункциональных комплексов* / А.Л. Николаев, Ф.Д. Мубаракшина // *Инновации и инвестиции*. – 2018. – №11.

3. Пушилина Ю.Н., Украинская А.Д. *Современный город – территория нерешенных экологических проблем* / Ю.Н. Пушилина, А.Д. Украинская // *В сборнике: Приоритетные направления развития науки и технологий. Сборник XXXIV Международной научно-практической конференции*. – Тула, 2024. – С. 60-64.

## ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ И КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ В ЭКОСИСТЕМЕ

В.А. Костырко  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются живые организмы и круговорот веществ в экосистеме, их взаимодействие, структура и классификация.

«Экосистема» – это термин, который впервые был применен одним из первых экологов Артуром Тенсли в 1935 году. Данный термин дорабатывался русским экологом Василием Докучаевым. Тема экосистемы и живых организмов в ней особенно актуальная в наше время. Из-за промышленного прогресса и развития технологий экосистема подвергается разным опасностям. Следует

разобраться в определении и осознать на сколько эта тема важна на сегодняшний день.

«Экосистема» – это система, объединяющая в себе все живые организмы, их взаимодействие с природой и между собой. Она может охватывать разные территории: от небольшого дерева до целой пустыни. Развитие организмов в экосистемах напрямую зависит от «составов», окружающих их. Цитируя журнал «Экосистемы: экология и динамика» можно привести такое определение: «Большинство экологов согласно с тем, что экосистема – это любое функциональное единство (самого разного объема и ранга), включающее все организмы (т.е. биоценоз) на данном участке (биотопе) и взаимодействующее с абиотической средой таким образом, что поток энергии создаст четкую трофическую структуру и круговорот веществ (т.е. обмен между биотой экосистемы и абиотической средой) внутри системы.»



Рис. 1. Примеры экосистем

Из этого можно сделать вывод, что экосистема – это в первую очередь связь живых организмов и их мест обитания, веществ (Рис. 1).

Говоря об экосистемах, стоит упомянуть о их разновидностях. Выше упоминалось, что они не имеют четких границ. Для большего удобства существует классификация по масштабности:

1. Биомы – это совокупности экосистем одной природно-климатической зоны. Это большая совокупность растений и животных, проживающих на определенной территории.

2. Микросистема – экосистема малого размера.

3. Мезоэкосистема – такие экосистемы обычно называют «биогеоценозом».

Как пример можно привести участок леса, поле, река, озеро.

Так как экосистемы не имеют четких границ, в составе одной может находиться другая.

Так же экосистемы принято разделять по типу возникновения:

1. Искусственная – созданная человеком.

2. Естественная – сформированная под влиянием различных природных факторов.

Равновесие в экосистеме создается с помощью круговорота веществ, для поддержания которого необходимо наличие неорганических веществ и трех функционально различных экологических групп организмов:

1. Продуценты
2. Редуценты
3. Консументы

Данное разделение предложил американский ученый Раймонд Линдеман в 1942 году.

При нарушении баланса возникают серьезные риски:

1. Риск исчезновения редуцентов приводит к чрезмерному накоплению неразложившихся органических остатков и в результате засорению экосистемы.

2. Вспышка численности консументов может подвергнуть популяцию растений-продуцентов исчезновению. Это приведет к лишению экосистемы первичных источников органических веществ.

3. Массовая гибель продуцентов приведет к вымиранию многих видов.

Необходимо понимать, что ответственность за сохранение экосистемы, сохранение видов животных и растений несёт человек. Действия человека как вида на планете приводят к необратимым последствиям, таким как исчезновение растений, животных, загрязнению атмосферного воздуха, вод, почв, приводящие к ухудшению качества жизни.

Чрезмерная эксплуатация человеком природных ресурсов – самый главный риск, который может необратимо нарушить круговорот веществ и тем самым уничтожить экосистему (Рис. 2). Это осознание должно быть выработано человечеством и стать вектором действия в отношении бережного отношения к окружающей нас природной среде и всего живого в целом.



Рис. 2. «Экосистема» как система, объединяющая в себе все живые организмы, их взаимодействие с природой и между собой

Таким образом, экосистема – сложная система, которая функционирует с помощью многих факторов. Человек, как часть этой системы, должен осознать

свою ответственность за сохранение биоразнообразия и устойчивое использование природных ресурсов. Рациональное природопользование, снижение антропогенного воздействия на окружающую среду, а также активная поддержка и восстановление экосистем – это ключевые задачи для сохранения нашей планеты и ее биологического богатства.

### Список литературы

1. Алексеев Виктор Ростиславович. Первая публикация: Большая российская энциклопедия, 2005.

2. Экосистемы: экология и динамика, 2017, том 1, № 1, с. 5-9; Экосистема- одно из важнейших фундаментальных понятий современной науки (с) 2017 г. В.И. Данилов-Данильян.

3. Основы экологии и рационального природопользования. Авторы: Гурова Татьяна, Назаренко Людмила.

## ИСКУССТВЕННЫЕ ДОРОЖНЫЕ НЕРОВНОСТИ. ЭКОЛОГИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ. ЭКОНОМИКА

Н.Е. Елисеева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье проводится анализ положительного и отрицательного воздействия искусственных дорожных неровностей на дорожную инфраструктуру в населённых пунктах. В статье проведен анализ искусственных дорожных неровностей, влияние на скорость транспортного потока, воздействие на экологию и общее сравнение стоимости. Результаты исследования показали, что искусственные дорожные неровности имеют больше негативных последствий, чем позитивных.

*Ключевые слова:* искусственная дорожная неровность, светофор, транспортный поток, пропускная способность, правила дорожного движения.

В настоящее время искусственные дорожные неровности широко используются как элементы, предназначенные для принудительного ограничения скорости транспортного потока на улицах и дорогах с целью повышения безопасности дорожного движения. Эти неровности устанавливаются преимущественно в местах, где существует вероятность возникновения аварийных ситуаций, таких как пешеходные переходы, школы, детские сады, больницы, магазины, рынки, торговые центры, а также во дворах и жилых зонах.

Их использование на дорожной сети населённых пунктов приводит к увеличению выбросов отработанных газов, содержащих токсичные вещества, более интенсивному износу шин и тормозных накладок транспортных средств, а также к длительному нахождению продуктов износа во взвешенном состоянии. Кроме того, искусственные дорожные неровности сокращают срок службы многих деталей и узлов автомобиля. Альтернативными решениями могут служить камеры с видеофиксацией, светофоры с кнопкой вызова, а также подземные и надземные пешеходные переходы.

В настоящее время в России действуют государственные стандарты, которые устанавливают формы обозначения, геометрические параметры и места установки искусственных дорожных неровностей (ИДН) и сопутствующих дорожных знаков.

Принцип работы ИДН заключается в том, что при проезде через них с высокой скоростью происходит сильное сотрясение подвески автомобиля. Чтобы избежать преждевременного ремонта, водители вынуждены соблюдать установленные скоростные ограничения.

Такое поведение водителей положительно сказывается на безопасности движения, но у этого метода организации дорожного движения есть и недостатки. Сотрясения при наезде на неровность приводят к постепенному выходу из строя различных узлов автомобиля, таких как стойки, шаровые шарниры, ступичные подшипники, наконечники рулевых тяг и другие.

Кроме того, при резком замедлении после проезда через ИДН происходит истирание протектора шины, что влияет на способность автомобиля безопасно остановиться в случае возникновения опасной ситуации.

В настоящее время искусственные неровности (ИДН) устанавливаются в жилых зонах, вблизи пешеходных переходов и в местах, где наблюдается большое скопление людей (школы, детские сады, больницы, магазины, рынки, торговые центры и т.д.).

Однако установка ИДН в указанных местах может негативно повлиять на пропускную способность автомобильного потока, что, учитывая текущее количество автомобилей в крупных городах Российской Федерации, может отразиться на экологии города.

Ранее ИДН изготавливались из бетона или асфальта, в настоящее же время их производят из использованных шин и пластиковых несущих конструкций, что способствует развитию направления по переработке пластика и шин.

В зимнее время рекомендуется демонтировать искусственные дорожные неровности (ИДН) для обеспечения эффективной работы снегоуборочной техники.

Установка ИДН имеет ряд преимуществ и недостатков. Их часто устанавливают до и после пешеходного перехода для обеспечения безопасности в обоих направлениях, но это значительно увеличивает общие затраты. Также ИДН могут устанавливать совместно со светофорами, что повышает безопасность дорожного движения, но при этом значительно снижается скорость транспортного потока. Снижение скорости транспортного потока негативно сказывается на экологии города, поскольку наибольшее количество выбросов автомобиль производит при интенсивном разгоне и торможении.

Несмотря на выполнение своей основной функции, ИДН имеют ряд серьёзных недостатков. Можно выделить несколько положительных и отрицательных сторон их применения:

1. Плюсы:

- принудительное ограничение скорости движения автомобиля в пределах 8-20 км/ч;
- обеспечение повышенной безопасности для пешеходов.



## 2. Минусы:

- снижение скорости транспортного потока;
- дискомфорт при передвижении на общественном и личном транспорте;
- повышенная загазованность и запылённость в местах установки;
- возможность потери части сыпучего груза (грузовой транспорт);
- снижение ресурса подвески автомобилей;
- повышенный износ и повреждения шин автомобилей;
- уменьшение срока службы дорожного полотна, на котором установлена неровность;
  - затруднённая уборка дорожного полотна, особенно в зимнее время года;
  - объезд из-за отсутствия сегментов.

Наиболее распространённой проблемой в области организации дорожного движения (ОДД) является снижение скорости транспортного потока, независимо от того, переходят пешеходы дорогу или нет. На одном участке может находиться от двух и более искусственных неровностей, что негативно сказывается на психологическом состоянии водителя, повышая его раздражительность.

Стиль вождения водителя напрямую влияет на скорость транспортного потока, безопасность движения и выбросы вредных веществ в атмосферу. Часть водителей имеет активный стиль вождения, они интенсивно тормозят перед ИДН и также интенсивно набирают скорость после его прохождения. Обычно это сопровождается повышенным нагревом и износом тормозных колодок, более высоким выделением в окружающую среду вредных выбросов и более интенсивным износом шин автомобиля.

Эффективность торможения зависит напрямую от надёжности и исправности тормозной системы в целом. Основную нагрузку на себя берут тормозные колодки и диски автомобиля. При интенсивном торможении срок их возможной службы снижается почти в два раза, что приводит к аварийным ситуациям на дороге.

Тормозная колодка состоит из двух частей: каркаса и фрикционной накладки. При частом торможении происходит их интенсивный износ, что приводит к образованию пыли, крупные частицы которой оседают на дороге, а более мелкие могут долго оставаться во взвешенном состоянии.

То же самое происходит и с шинами автомобиля. При резком торможении между колесом и асфальтом создаётся высокое трение, что способствует замедлению автомобиля. Частицы от износа тормозных накладок и шин могут также оседать на дороге и с порывом ветра подниматься на высоту уровня головы человека, что не исключает возможность попадания вредных веществ в организм.

## Список литературы

1. Коржова А.В. Применение искусственных неровностей на городских улицах / А.В. Коржова // Проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2016. – № 1. – С. 154-158.

2. Капский Д.В. Метод прогнозирования дорожно-транспортной аварийности по потенциальной опасности / Д.В. Капский. – М.: Новое знание, 2015. – 327с.

3. Медрес Е.Е. Факторы, влияющие на равномерность движения автомобильного транспорта в условиях насыщенных транспортных потоков / Е.Е. Медрес, Е.В. Голов, Т.И. Бабенко // Транспортное дело России. – 2017. – № 2. – С. 89-90.

## **УСТОЙЧИВОЕ ГРАДОСТРОЕНИЕ: ИНТЕГРАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ В РАЗВИТИЕ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Д.С. Комиссарова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Устойчивое развитие предполагает рост экономики, развитие цивилизации, современных технологий и качества жизни человека в целом, и, тем не менее, оно должно происходить в гармонии с природной средой и не допускать истощения ее ресурсов.*

***Ключевые слова:** экологические принципы, городская среда, туризм.*

Устойчивое градостроение основывается на принципах, направленных на создание сбалансированных, экологически чистых и социальных обоснованных городских пространств. Туризм, как один из крупнейших секторов экономики, значительно влияет на формирование городской среды и требует особого подхода к проектированию инфраструктуры. Основная цель данной статьи – исследовать методы интеграции экологических принципов в развитие туристической инфраструктуры.

Понятие устойчивого градостроения определяется как подход к планированию и проектированию городских пространств, который учитывает экологические, экономические и социальные аспекты. Это значит, что развитие городов должно происходить с минимальным воздействием на природу, обеспечивая при этом высокое качество жизни для жителей. Важнейшими аспектами устойчивого градостроения являются: энергосбережение, использование возобновляемых ресурсов, управление отходами и сохранение биологического разнообразия.

Туризм оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на городскую инфраструктуру. С одной стороны, развитие туристической инфраструктуры способствует экономическому росту. С другой стороны, Исследовательский Центр Глобального Развития (The Global Development Research Center) отмечает, что негативные эффекты наступают, когда туристический поток превышает пределы, допустимые регионом. Негативные факторы влияния делятся на три основные группы:

1. Истощение натуральных ресурсов. К ним относятся водные, земельные и локальные ресурсы;

2. Загрязнение. Среди прочих, Центр выделяет загрязнение воздуха, земли, шумовое загрязнение и эстетическое;

3. Физическое воздействие. В данную категорию входят строительные работы, связанные с улучшением инфраструктуры под нужды туристской отрасли, вырубка лесов, разработка дорожных систем.

Поэтому основное внимание должно быть уделено разработке стратегий, которые предпочитают защиту окружающей среды в процессе туристического развития.

Для интеграции экологических принципов в туристическую инфраструктуру необходимо учесть следующие экологические принципы:

- Устойчивое водопользование. В условиях роста спроса на водные ресурсы необходимо внедрение систем сбора дождевой воды и очистки сточных вод. Использование технологий, позволяющих минимизировать потребление воды и поддерживать её качество. Данный принцип играет ключевую роль.

- Управление отходами. Внедрение системы отдельного сбора и переработки отходов в туристических комплексах будет способствовать уменьшению загрязнения. Просвещение туристов и работников инфраструктуры по вопросам устойчивого потребления и эффективности, а также возможности вторичной переработки, с указанием на полезный эффект для окружающей среды способен минимизировать уровень антропогенного загрязнения.

- Энергетическая эффективность. При проектировании туристических объектов важно учитывать системы энергоснабжения, использующие возобновляемые источники энергии. Это может включать солнечные панели, ветровые турбины и быть важной частью образовательной программы.

- Биоразнообразие и сохранение естественной среды. Устойчивые туристические проекты должны учитывать сохранение и восстановление экосистем. Сохранение природных зон, использование местных материалов при строительстве и планирование территории с учетом природных ландшафтов помогает сохранить биологическое разнообразие и обеспечить гармонию с окружающей средой.

Несколько городов уже внедрили концепции устойчивого градостроения в развитие своей туристической инфраструктуры. Например, Копенгаген выделяется своей системой «зеленых кровель», которая интегрируется с общественными пространствами и способна улучшать качество воздуха и создавать условия для отдыха. В Аспене, штат Колорадо, используется система возобновляемого энергетического снабжения и поощряется использование общественного транспорта среди туристов и местных жителей.

Интеграция экологических принципов в развитие туристической инфраструктуры – это не только необходимость, но и возможность для создания новой парадигмы устойчивого градостроения. Учитывая быстро меняющийся климат и растущие потребности населения, необходимо разработать инновационные подходы, которые сочетают экономическую эффективность с защитой окружающей среды. Будущее устойчивого туризма заключается в нашем умении находить баланс между развитием и охраной природных ресурсов, что в свою очередь приведет к созданию привлекательной и безопасной городской среды для будущих поколений.

## Список литературы

1. Тимошенко М.С. Эколого-экономические аспекты управления факторами экологического риска в условиях городской застройки / М.С. Тимошенко // электронный журнал «Инженерный вестник Дона», 2012. №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1161> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Шеина С.Г. Совершенствование технологического проектирования при реконструкции городской застройки с учетом экологических факторов [Электронный ресурс] / С.Г. Шеина, Л.В. Гуля // «Инженерный вестник Дона», 2011, №4. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/703> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Бобылева С.Н. Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты) / С.Н. Бобылева, П.А. Макеенко. – М.: ЦПРП, 2021 – 220 с.
4. Кекушев В.П. Основы менеджмента эко-логического туризма [Электронный ресурс] / В.П. Кекушев, В.П. Сергеев, В.Б. Степаницкий // Все о туризме: URL: [http://tour-lib.net/books\\_green/kekushev2.htm](http://tour-lib.net/books_green/kekushev2.htm) (дата обращения 16.10.2024)
5. Sheina S. Ecological aspects of energy conservation programmes / S. Sheina, P. Fedyayeva, E. Chulkova, T. Pavlukova, O. Belousova // Internationaler Kongress & Fachmesse EURO-ECO: Program Abstracts. – Hannover, 2010. – P. 111-112.

## ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА: ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

М.А. Мелихова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье приводится исторический обзор и современное состояние экологии городов. Выявляются проблемы современных городов с точки зрения экологической нагрузки.

Экология городов – это важная и актуальная тема, которая затрагивает множество аспектов жизни современного общества. Городская экология включает в себя изучение взаимодействия человека с окружающей средой в условиях урбанизации. С каждым годом города становятся все более густонаселенными, и проблема экологии приобретает все большую значимость.

История городской экологии начинается с первых цивилизаций. Древние города, такие как Месопотамия, Египет и Индия, сталкивались с экологическими вызовами, связанными с управлением водными ресурсами, санитарией и отходами. В античные времена греческие и римские города уже осознавали важность чистоты воды и воздуха, что привело к строительству акведуков и систем канализации.

С развитием промышленной революции в XIX веке ситуация изменилась кардинально. Массовая миграция людей в города для работы на фабриках привела к резкому увеличению населения и, как следствие, к ухудшению экологической ситуации. Загрязнение воздуха от фабричных выбросов, неэффективная утилизация отходов и отсутствие санитарных норм стали характерными чертами этого периода. Проблемы экологии начали привлекать внимание ученых и общественности, что стало основой для первых экологических движений.

В XX веке, особенно после Второй мировой войны, вопросы экологии стали актуальными на глобальном уровне. Появление таких организаций, как Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Экологическая программа ООН (ЮНЕП), способствовало развитию экологического сознания. В это время начали формироваться первые законы по охране окружающей среды.

Сегодня экология городов сталкивается с новыми вызовами. Увеличение численности населения, изменение климата, загрязнение воздуха и воды, а также потеря биоразнообразия – все это требует комплексного подхода к решению проблем.

1. Загрязнение воздуха: По данным Всемирной организации здравоохранения, более 90 % городского населения мира дышит загрязненным воздухом. Основными источниками загрязнения являются автомобили, промышленные выбросы и бытовые отходы. Многие города внедряют программы по снижению выбросов, переходят на экологически чистый транспорт и развивают зеленые зоны.

2. Управление отходами: Проблема утилизации отходов остается одной из самых острых. В крупных городах часто наблюдается нехватка мест для захоронения мусора, что приводит к его несанкционированным свалкам. Современные подходы включают переработку отходов и создание замкнутых циклов потребления.

3. Изменение климата: Глобальное потепление влияет на городскую инфраструктуру. Увеличение числа экстремальных погодных явлений требует от городских властей адаптации инфраструктуры – от укрепления зданий до создания систем дренажа для предотвращения наводнений.

4. Зеленая инфраструктура: В последние годы наблюдается рост интереса к зеленой инфраструктуре – созданию парков, садов на крышах и вертикальных садов, которые помогают улучшить качество воздуха, снизить температуру в городе и повысить общее качество жизни.

5. Участие граждан: Современные экологические инициативы часто включают участие граждан. Группы активистов и некоммерческие организации играют важную роль в продвижении экологических идей и реализации проектов по улучшению городской среды.

Экология города – это сложная и многогранная проблема, требующая комплексного подхода и сотрудничества всех заинтересованных сторон: государственных органов, бизнеса и гражданского общества. Исторический опыт показывает, что без активных действий по охране окружающей среды устойчивое развитие городов невозможно. Современные вызовы требуют

инновационных решений и готовности к изменениям, чтобы обеспечить здоровую и безопасную среду для будущих поколений.

### Список литературы

6. Пушилина Ю.Н. Разнообразие городской архитектурной среды / Ю.Н. Пушилина, А.А. Керопян, А.С. Доля, К.И. Комиссарова // В сборнике: Дизайн XXI века. Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием. – Тула, 2024. – С. 38-46.

7. Пушилина Ю.Н. Пространственное разнообразие и элементы ландшафта / Ю.Н. Пушилина, О.С. Прошина // В сборнике: Современные проблемы экологии. XXXI всероссийская научно-практическая конференция. – Тула, 2024. – С. 63-66.

8. Черепанов К.А. Учет влияния природных и антропогенных свойств территории при формировании и развитии городской среды / К.А. Черепанов. – Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск. – 5 с.

9. Большаков А.Г. Экологические предпосылки градостроительного проектирования / А.Г. Большаков. – ИрГТУ, 2003 – 148 с.

## ГАРМОНИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АРХИТЕКТУРЫ С ПРИРОДНЫМИ СТИХИЯМИ И ЭЛЕМЕНТАМИ

Ю.Н. Пушилина, Ю.Н. Кукина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье проводится анализ гармонического взаимодействия архитектуры с природными стихиями и различными элементами экосистемы.

Архитектура всегда находилась в тесной связи с природой. С древнейших времён здания служили не только укрытием, но и отражали гармонию с окружающей средой. В современном мире, где экологические проблемы становятся всё более актуальными, важность гармоничного взаимодействия архитектуры с природными стихиями возрастает.

В этой статье мы рассмотрим, как архитектурные решения могут учитывать природные элементы – воздух, воду, землю и огонь – для создания устойчивых и комфортных пространств.

*Природа - как источник вдохновения.*

Архитектура, начиная с древних времён, черпала вдохновение из природы. Формы, цвета и текстуры, встречающиеся в естественной среде, вдохновляют архитекторов на создание уникальных и красивых сооружений.

Органическая архитектура: Этот стиль, вдохновлённый природными формами, стремится интегрировать здания в окружающий ландшафт. Архитекторы создают проекты, которые плавно вписываются в местность и используют натуральные материалы.

Постмодернизм: В этом стиле часто используются элементы природы для создания необычных и ярких конструкций, которые подчеркивают уникальность каждого места.

Экологические аспекты архитектуры. С учётом современных экологических вызовов архитекторы всё больше внимания уделяют устойчивым практикам. Это включает:

Снижение углеродного следа: Использование экологически чистых материалов, альтернативных источников энергии и эффективных технологий помогает минимизировать негативное влияние на окружающую среду.

Зелёные технологии: Внедрение солнечных панелей, систем сбора дождевой воды и экологически чистых технологий для отопления и охлаждения зданий стало важным шагом к созданию устойчивой архитектуры.

*Взаимодействие с природными стихиями.*

Архитектура должна учитывать природные стихии – воздух, воду, землю и огонь. Это означает:

Планирование микроклимата: Правильная ориентация зданий, использование естественной вентиляции и освещения позволяет создать комфортные условия для жизни и работы.

Ландшафтный дизайн: Архитекторы работают над тем, чтобы гармонично интегрировать здания в окружающий ландшафт, учитывая его рельеф, растительность и водные элементы.

*Воздух: дыхание архитектуры.*

Воздух – это важнейший элемент, влияющий на климат и микроклимат зданий. Использование естественной вентиляции и солнечного света позволяет не только снизить энергозатраты, но и создать комфортные условия для жизни.

Вентиляция и освещение: Архитекторы могут использовать естественные способы вентиляции и освещения. Например, большие окна, ориентированные на юг, позволяют максимизировать солнечное тепло и свет, в то время как окна на севере обеспечат мягкий рассеянный свет.

Зелёные крыши и стены: Использование растений на крышах и стенах зданий помогает улучшить качество воздуха и создать дополнительную изоляцию, что способствует снижению энергозатрат.

Как говорит архитектор Бьярке Ингельс: «Наша задача – создать здания, которые дышат, а не просто стоят». Применение концепции «умной вентиляции», где архитекторы учитывают направление ветра и размещение окон, помогает обеспечить естественное освещение и комфортный микроклимат.

*Вода: жизненная сила архитектуры.*

Вода – это не только ресурс, но и элемент, который может обогащать архитектурные решения. Правильное управление водными потоками и создание водных элементов, таких как пруды и фонтаны, позволяют интегрировать природу в архитектуру.

Устойчивое водопользование: Архитекторы должны учитывать системы сбора дождевой воды и её повторного использования, что позволяет значительно снизить потребление пресной воды.

Как утверждает известный ландшафтный архитектор Патрик Бланк:

«Природа – это наш самый важный союзник. Она не только источник вдохновения, но и необходимый элемент для создания устойчивых решений». Интеграция водных систем в ландшафтный дизайн способствует улучшению экосистемы и созданию комфортной среды для обитателей.

*Земля: основа архитектуры.*

Земля, как основа любого здания, играет ключевую роль в его проектировании. Учет геологических и климатических условий региона позволяет архитекторам создавать устойчивые и долговечные конструкции.

Архитектор Тадао Андо отмечает: «Здание должно быть частью земли, на которой оно стоит». Использование местных материалов и адаптация к особенностям ландшафта помогают сохранить природное окружение и минимизировать воздействие на экосистему.

*Огонь: энергия и безопасность.*

Огонь – это стихия, которую необходимо учитывать в контексте энергоснабжения и безопасности. Устойчивые архитектурные решения включают использование возобновляемых источников энергии и эффективных систем отопления.

Как говорит архитектор Норман Фостер: «В будущем здания должны быть не просто сооружениями, но и источниками энергии». Внедрение солнечных панелей и систем управления энергией помогает создать комфортные и безопасные пространства для жизни.

Взаимодействие архитектуры с природными стихиями является основой для создания устойчивых и комфортных пространств. Учитывая влияние воздуха, воды, земли и огня, архитекторы могут разрабатывать проекты, которые не только отвечают современным требованиям, но и способствуют гармонии с природой. Таким образом, архитектура становится не просто строением, а частью экосистемы, что важно для будущих поколений.

### **Список литературы**

1. *Проблемы архитектуры, строительства и инженерной экологии Дальнего Востока. Машиностроение / Дальневосточный гос. техн. ун-т; Редкол.: Г.П. Турмов [и др.]. – Владивосток, 1998. – 114с.: ил. (Труды Дальневосточного гос. техн. ун-та. Вып. 120; Серии 1,6).*

2. *Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учебное пособие / Ю.Н. Пушилина; ТулГУ. – Тула: Аквариус, 2015. – 300 с.: ил. ISBN 978-5-8125-2143-1 (в пер.).*

3. *Пушилина Ю.Н. Экология и экологическая безопасность в градостроительстве (на примере Тульской области): монография / Ю.Н. Пушилина; Тульский государственный университет. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – 318 с.: ил., табл. ISBN 978-5-7679-4765-2.*

4. *Ресурсосбережение и обеспечение экологической безопасности в строительстве [Электрон.ресурс]. – М.: ООО «Студия Компас», 2008. – 1 опт.диск. (CD ROM). (Архитектура и строительство).*

5. *Сухинина Е.А. История возникновения и практика применения экологических стандартов в архитектуре и строительстве: монография /*



*Е.А. Сухинина // История возникновения и практика применения экологических стандартов в архитектуре и строительстве, 2032-07-07. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2022. – 244 с. ISBN 978-5-7433-3489-6.*

## **ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА**

С.М. Михайлова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены причины, экологические и социальные аспекты освоения подземного пространства, в том числе в крупных городах, преимущества подземного строительства по сравнению с наземным. Приведены примеры объектов подземного строительства. Сделан акцент на возможное негативное воздействие подземных объектов на окружающую среду. Дана оценка перспектив развития использования подземного пространства.

В настоящее время в связи с урбанизацией, ростом населения в городах, особенно в крупных городах, важную роль в качественном функционировании инфраструктур играет освоение и рациональное использование подземного пространства.

Необходимость освоения подземного пространства рассматривают в своих работах многие ученые, архитекторы, экономисты. Данной проблеме посвящено учебное пособие Конюхова Д.С., монография Лысикова Б.А., Каплюхина А.А. [1,2].

Развитие данного направления в градостроительстве положительно влияет на социальную, природоохранную сферы, здравоохранение и безопасность, приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды, снижению уровня шумовых помех. Кроме того, освоение подземного пространства решает транспортные проблемы, нехватку территорий для нужд различных сфер деятельности. Ведь именно нехватка свободного пространства на поверхности заставляет людей использовать пространство под землей.

Возведение архитектурных объектов под землей дает возможность творчески, неординарно подойти к строительству, вложить новый смысл, идею, разместить новые объекты в месте специализированной застройки при отсутствии возможности их размещения на поверхности. К таким объектам можно отнести Лувр в Париже, Охотный ряд в Москве.

Самое распространенное и востребованное использование подземного пространства связано со строительством тоннелей. Назначение тоннелей самое разнообразное: это и подвод чистой воды в населенные пункты, и, соответственно, вывод сточных вод из населенных пунктов, то есть обеспечение коммунальной сферы жизнедеятельности. Также тоннели решают транспортную проблему, делают передвижение людей безопасным, скоростным, экологичным (загрязненный воздух в тоннелях собирается в коллекторы внутри подземных

сооружений, концентрируется и проходит частичную очистку перед выбросом в атмосферу).

Строительство тоннелей позволяет проложить дороги в гористой местности, решает вопросы передвижения населения в городах с плотной застройкой, а также делает транспортную сеть малозаметной в городской среде. Наиболее ярким примером в России является Московский метрополитен, который помимо выполнения транспортной функции, является культурным и историческим объектом.

В холмистой или горной местности благодаря тоннелям улучшаются или становятся возможными различные транспортные решения, такие как автомагистрали, высокоскоростные магистрали, для которых требуются малые значения крутизны и радиуса, железнодорожные пути, каналы и т.д. Тоннели также являются немаловажным решением при необходимости пересечения рек, проливов и бухт, а в случаях сильного течения, большой глубины, интенсивного судоходства становятся единственной возможной альтернативой пересечения водного пространства.

Прокладка тоннелей в городе может считаться способом сохранения городского пейзажа, а также может стать благоприятным фактором для создания зеленых зон в рамках улучшения характеристик окружающей среды.

Использование тоннелей решает экологические проблемы, так как сокращается уровень шума и загрязнения воздуха, не нарушаются существующие на конкретной территории экосистемы.

Строительство подземных объектов возможно и рационально также и в связи с характеристиками грунта, такими как плотность и светонепроницаемость. Благодаря этому возможно возведение объектов, обладающих высокой степенью изоляции, что важно с точки зрения безопасности, обеспечения сохранности и защиты (например, от природных, техногенных аварий, военных действий и т.д.). Необходимо развивать использование подземных сооружений как складских помещений, так как умеренный и постоянный тепловой режим под землей и возможность поддержания герметичности улучшают условия хранения продуктов питания. Примерами являются: Всемирное семеновохранилище Свальбард (Норвегия).

Также грунт обладает прекрасными шумопоглощающими свойствами, дает защиту от взрывов, поглощая удары и энергию колебаний.

Тоннели используются для проведения научных исследований, во-первых, с целью обеспечения безопасности для окружающих, во-вторых, для обеспечения секретности проводимых исследований, в-третьих, при необходимости возведения масштабных, имеющих большую протяженность объектов. Например, Протонный суперсинхротрон (SPS) (установлен в тоннеле с длиной окружности в семь километров), Большой электрон-позитронный коллайдер (LEP) с длиной окружности 27 км, Большой Адронный Коллайдер.

Также подземные сооружения могут использоваться как хранилища веществ, опасных для окружающей среды, например, радиоактивных отходов, срок распада которых очень велик, и осуществлять их складирование или захоронение на поверхности земли является опасным и нерациональным. Таким

образом, размещение специализированных объектов под землей обеспечивает высокий уровень безопасности, такие места ограничены к доступу посторонних ввиду наличия возможности организации хорошей охраны.

Несмотря на все вышесказанное, необходимо при проектировании подземных сооружений учитывать и отрицательное их воздействие на окружающую среду. Так, при обеспечении посредством тоннелей возможности освоения ранее недоступных отдаленных территорий надо понимать риски воздействия человеческой деятельности на флору и фауну. Другим отрицательным побочным эффектом может быть нарушение гидрогеологического равновесия: неправильно спроектированные подземные сооружения могут сыграть роль гигантского дренажного канала в грунте или скальной породе, понижая, таким образом, уровень грунтовых вод.

### Список литературы

1. Конюхов Д.С. *Использование подземного пространства: Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tehne.com/library/konyuhov-d-s-ispolzovanie-podzemnogo-prostranstva-moskva-2004>.*

2. Лысиков Б.А., Каплюхин А.А. *Использование подземного пространства. Монография. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://urbex.ru/files/mat-a55.pdf>.*

3. Кудрявцева С.П., Макаренко М.В. *Архитектурная среда зданий с использованием подземных пространств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitekturnaya-sreda-zdaniy-s-ispolzovaniem-podzemnyh-prostranstv>.*

## ЭКОСИСТЕМЫ ПЛАНЕТЫ И ПРОБЛЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ. ПРИБРЕЖНЫЕ, ЛЕСНЫЕ, ПРЕСНОВОДНЫЕ, ТРАВЯНИСТЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ. ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДЫ

Ю.Н. Пушилина, С.С. Пронькина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья посвящена изучению влияния глобальных экологических изменений на различные типы экосистем Земли: прибрежные, лесные, пресноводные и травянистые. Рассматриваются особенности каждой из них, их значение для поддержания биоразнообразия и функционирования природных циклов.

Экосистема – это комплекс живых организмов и их среда обитания, взаимодействующих между собой и окружающей средой для поддержания баланса. На Земле существует множество различных типов экосистем, каждая из которых играет важную роль в поддержании жизни на планете. Однако в последние десятилетия человечество сталкивается с серьезными проблемами, вызванными изменением климата и другими антропогенными факторами, что оказывает значительное влияние на состояние экосистем.

В данной статье рассмотрены прибрежные, лесные, пресноводные и травянистые экосистемы, а также влияние глобальных экологических изменений на эти системы.

#### *Основные типы экосистем*

*Прибрежная экосистема.* Прибрежные экосистемы включают зоны взаимодействия суши и моря, такие как пляжи, мангровые заросли, эстуарии и коралловые рифы. Эти места обладают высокой биологической продуктивностью благодаря наличию большого количества питательных веществ, поступающих из рек и океанов. Они служат важными местами размножения и питания многих видов рыб, морских млекопитающих и птиц.

Однако прибрежные экосистемы подвержены значительным угрозам со стороны человеческой деятельности, включая загрязнение воды, чрезмерный вылов рыбы и разрушение мест обитания. Глобальное потепление также приводит к повышению уровня моря, что угрожает существованию низменных прибрежных зон.

*Лесная экосистема.* Лесные экосистемы являются одними из самых разнообразных и важных на планете. Леса обеспечивают среду обитания для множества видов растений и животных, играют ключевую роль в регулировании климата за счет поглощения углекислого газа и выделения кислорода, а также предотвращают эрозию почвы и наводнения.

Тем не менее, леса находятся под угрозой уничтожения из-за вырубki деревьев, изменения землепользования и пожаров. Уничтожение лесов ведет к потере биоразнообразия, усилению парникового эффекта и ухудшению качества воздуха и воды.

*Пресноводная экосистема.* Пресноводные экосистемы охватывают реки, озера, пруды и болота. Они поддерживают большое разнообразие водных и околоводных видов, обеспечивая важные услуги, такие как фильтрация воды и регулирование стока.

Загрязнение вод, изменение русел рек и строительство плотин оказывают негативное воздействие на пресноводную флору и фауну. Кроме того, изменение климата может привести к изменению режима осадков и температуры воды, что повлияет на распределение и состав видов в этих экосистемах.

*Травянистая экосистема.* Травянистые экосистемы встречаются в степях, саваннах и прериях. Они характеризуются преобладанием трав и кустарников, играющих важную роль в круговороте углерода и азота, а также служащие источником пищи для многих травоядных животных.

Эти экосистемы особенно уязвимы перед изменениями климата, такими как засухи и пожары, которые могут привести к деградации почв и снижению биологического разнообразия.

Изменение климата является одним из главных факторов, влияющих на все виды экосистем.

Кроме того, загрязнение атмосферы и воды, утрата биоразнообразия и нарушение естественных процессов, связанных с деятельностью человека, усугубляют последствия климатических изменений.

Экосистемы Земли представляют собой сложные и взаимосвязанные

системы, обеспечивающие жизнь на нашей планете. Каждая из рассмотренных экосистем – прибрежная, лесная, пресноводная и травянистая – выполняет уникальные функции и поддерживает огромное количество видов флоры и фауны. Однако человеческая деятельность, включая загрязнение, вырубку лесов, изменение климата и утрату биоразнообразия, ставит под угрозу устойчивость этих систем.

Глобальные климатические изменения усиливают давление на экосистемы, приводя к смещению ареалов обитания, нарушению миграции и увеличению частоты природных катастроф. Для сохранения и восстановления природных экосистем необходимо принимать срочные меры на международном уровне, направленные на сокращение выбросов парниковых газов, защиту и восстановление природных территорий, а также внедрение устойчивых методов хозяйствования.

Защита и сохранение экосистем имеют решающее значение для обеспечения благополучия будущих поколений и стабильности всей планеты.

### **Список литературы**

1. Алексеев В.Р. *Первая публикация: Большая российская энциклопедия, 2005.*
2. *Экосистемы: экология и динамика, 2017, том 1, № 1, с. 5-9; Экосистема – одно из важнейших фундаментальных понятий современной науки (с) 2017 г. В.И. Данилов - Данильян.*
3. *Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учебное пособие / Ю.Н. Пушилина; ТулГУ. – Тула: Аквариус, 2015. – 300 с. : ил. ISBN 978-5-8125-2143-1 (в пер.) .*

## **ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ**

Ю.Н. Пушилина, Е.А. Рыбина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются ключевые аспекты экологии и охраны природы как важнейших факторов устойчивого развития современного общества. Обсуждаются взаимосвязи между живыми организмами и их средой обитания, а также роль экологии как науки, изучающей эти отношения. Основное внимание уделяется задачам охраны природы, включая сохранение биоразнообразия, создание заповедников и контроль загрязнений.

Тема экологии занимает центральное место в современном мире, поскольку она напрямую связана с сохранением биологического разнообразия и устойчивым развитием. Увеличение населения и стремительная индустриализация приводят к разрушению экосистем, изменению климата и загрязнению окружающей среды. Понимание взаимосвязей между живыми организмами и их средой обитания позволяет разработать эффективные

стратегии охраны природы и минимизации негативного влияния человеческой деятельности. Это важно не только для сохранения природы, но и для здоровья и благополучия будущих поколений.

Экология – наука, изучающая взаимоотношения организмов с окружающей средой. Она делится на несколько разделов, среди которых: аутэкология – исследует отношения отдельных организмов с окружающей средой; демэкология – изучает популяции и их динамику; синэкология – фокусируется на взаимодействиях между сообществами и экосистемами. Экология тесно связана с другими науками, такими как биология, география, химия и физика, изучая структуру и функционирование экосистем, а также влияние антропогенных факторов на них.

Охрана природы – это комплекс мероприятий, направленных на защиту природных ресурсов и экосистем, предотвращение их деградации и восстановление нарушенных экосистем. К основным задачам охраны природы можно отнести: сохранение биоразнообразия – защита различных видов растений и животных; создание заповедников и национальных парков – обеспечение охраняемых территорий для сохранения экосистем; восстановление экосистем – реабилитация деградированных природных объектов; контроль загрязнений – мониторинг и снижение уровня загрязнения; образование и просвещение – повышение осведомлённости населения о важности сохранения природы; стимулирование устойчивого развития – поощрение экологически устойчивых практик в экономике.

Государственное управление в сфере охраны окружающей среды направлено на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование ресурсов и предотвращение негативного воздействия хозяйственной деятельности. Концепция устойчивого развития становится альтернативой потребительскому отношению к природе и её ресурсам. Важными аспектами государственного управления являются: 1. упорядочение и координация общественных отношений в сфере взаимодействия общества и природы; 2. распространение управления на все значимые объекты и процессы; 3. защита природных ресурсов, таких как земля, вода и леса; 4. разработка правовой основы для устойчивого развития и совершенствование природоохранного законодательства.

Экология и охрана природы взаимосвязаны: экология предоставляет научные основы, а охрана природы реализует эти знания на практике. В Конституции РФ закреплены права граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о её состоянии. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» определяет основные принципы и механизмы охраны. Таким образом, для достижения устойчивого развития необходимо сочетание научных знаний и практических мер, направленных на защиту окружающей среды и сохранение её богатства для будущих поколений.

Авторы статьи проанализировали информацию и выражают согласие с тем, что экология и охрана природы являются крайне важными аспектами нашего времени. Проблемы, связанные с разрушением экосистем и загрязнением окружающей среды, требуют не только научного подхода, но и

активных действий со стороны государства и общества. Устойчивое развитие должно стать приоритетом для всех стран, поскольку именно от этого зависит будущее нашего мира. Согласен также с тем, что необходимо развивать экологическую культуру и повышать осведомленность населения. Без вовлечения каждого человека в процесс охраны окружающей среды невозможно добиться значительных результатов. Только совместными усилиями можно сохранить биологическое разнообразие и обеспечить благоприятные условия для жизни будущих поколений.

### Список литературы

1. Розенберг Г.С. *Еще раз к вопросу о том, что такое «Экология»?* [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esche-raz-k-voprosu-o-tom-chto-takoe-ekologiya>

2. Пушилина Ю.Н. *Экология и экологическая безопасность в градостроительстве (на примере Тульской области): монография / Ю.Н. Пушилина; Тульский государственный университет. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – 318 с.: ил., табл. ISBN 978-5-7679-4765-2.*

3. Бучакова М.А. *Охрана окружающей среды как объект государственного управления* [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esche-raz-k-voprosu-o-tom-chto-takoe-ekologiya>

4. Рижинашвили А.Л. *Что думают экологи об экологии?* [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chto-dumayut-ekologi-ob-ekologii>

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Ю.Н. Пушилина, Д.Р. Салдо  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Оценка экологического риска для здоровья населения представляет собой процесс, который включает в себя и анализ воздействия различных экологических факторов на человеческий организм. В рамках данной статьи мы рассмотрим, как составление риск – оценки помогает выявить потенциальные угрозы и минимизировать их последствия.

Прежде всего, необходимо определить, какие именно экосистемные и антропогенные факторы могут влиять на здоровье. К ним относятся загрязнение воздуха, воды, почвы, а также изменения климата и потеря биоразнообразия. Каждый из этих факторов может привести к развитию различных заболеваний, начиная от респираторных патологий и заканчивая онкологическими заболеваниями.

Далее следует этап количественной и качественной оценки рисков, где используются как статистические данные, так и эпидемиологические исследования. Это позволяет сформировать представление о вероятности возникновения негативных последствий для здоровья населения.

Регион, обладающий высокими уровнями загрязнения, требует тщательного мониторинга и анализа данных. Необходимо оценить влияние этих

факторов на здоровье населения, особенно уязвимых групп, таких как дети и пожилые люди.

Важным этапом оценки является взаимодействие с населением, информирование его о потенциальных рисках и мерах профилактики. Рекомендуется также создание междисциплинарной команды специалистов – экологов, медиков и социологов – для разработки комплексных стратегий управления экологическими рисками.

Таким образом, целью оценки экологического риска является не только выявление проблем, но и выработка практических решений для улучшения здоровья населения и сохранения экосистемы региона.

Загрязнение атмосферного воздуха в Московской области связано с выбросами промышленных предприятий, транспорта и других источников. Например, в 2020 году выбросы от автотранспорта составили около 90 % всех выбросов в атмосферу.

Загрязнение водных ресурсов происходит из-за сброса сточных вод промышленными предприятиями и сельскохозяйственными угодьями. В 2020 году объём сброшенных сточных вод составил около 1,5 млрд м<sup>3</sup>.

Загрязнение почвы связано с накоплением вредных веществ в результате деятельности промышленных предприятий и сельского хозяйства. В Московской области площадь загрязнённых почв составляет около 1 млн. га.

Климатические изменения и природные катастрофы также оказывают негативное воздействие на экологическую ситуацию в регионе. Например, в 2020 году в Московской области произошло более 100 лесных пожаров, которые нанесли ущерб лесному фонду на сумму около 1 млрд. рублей.

Для оценки экологического риска в Московской области используются различные методы и инструменты, такие как математическое моделирование, статистический анализ данных и экспертные оценки. Результаты оценки позволяют выявить наиболее уязвимые группы населения, определить приоритетные проблемы и разработать стратегии для снижения экологического риска и улучшения здоровья населения региона.

Завершая, не следует забывать о необходимости активного вовлечения общества в процессы мониторинга и управления экологическими рисками, так как именно совместные усилия могут привести к более устойчивому и безопасному будущему для всех.

### **Список литературы**

1. Пушилина Ю.Н. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье современного человека / Ю.Н. Пушилина // В сборнике: *Современные проблемы экологии. XXIV международная научно-практическая конференция.* – 2020. – С. 90-95.

2. <https://scienceforum.ru/2014/article/2014000110> (Дата обращения: 10.11.2024г.)

3. [https://professia-uc.ru/f/105\\_ekologicheskij\\_risk\\_ekologicheskij\\_audit.pdf](https://professia-uc.ru/f/105_ekologicheskij_risk_ekologicheskij_audit.pdf) (Дата обращения: 10.11.2024г.)

4. <https://www.dissercat.com/content/otsenka-ekologicheskikh-riskov-malykh-gorodov-moskovskoi-oblasti-na-primere-g-dubny> (Дата обращения: 10.11.2024г.)



# ЭКОЛОГИЯ ТРАНСПОРТА

Ю.Н. Пушилина, В.Ю. Тимофеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматривается роль транспорта с точки зрения удовлетворения потребностей человека, а также с точки зрения пагубного влияния на окружающую природную среду.

В современном мире транспорт играет ключевую роль в нашей жизни, но его влияние на экологию становится все более очевидным. Загрязнение воздуха, изменение климата и истощение ресурсов – это лишь некоторые из проблем, с которыми мы сталкиваемся.

По мере того, как города становятся всё более густонаселёнными и взаимосвязанными, стремление к экологичности привело к разработке креативных альтернативных видов транспорта, выходящих за рамки традиционных транспортных средств, таких как автомобили, поезда или автобусы. Многие новые виды транспортных средств позиционируются как экологичные, но насколько они «зелёные» на самом деле?

## *1. Поездка по вызову*

Такси по вызову, приложения для заказа такси, такие как Uber, Яндекс и т.д., и даже традиционное совместное использование автомобилей избавляют пассажиров от необходимости пользоваться собственными машинами. На дорогах становится меньше машин и меньше пробок – по крайней мере, в теории.

Реальность такова, что эти приложения сделали поездки настолько удобными, простыми, что люди предпочитают их общественному транспорту. Спрос на эти услуги настолько высок, что это привело к увеличению заторов в городских районах, где и так не хватает места. Даже если автомобили полностью электрические, увеличение трафика не идёт на пользу окружающей среде.

## *2. Совместное использование велосипедов*

Поговорка «не жалея, это же прокат» определённо применима и к общим велосипедам. При езде на велосипеде выделяется 0 г CO<sub>2</sub>, но это не учитывает воздействие на окружающую среду при производстве велосипеда и его транспортировке к месту назначения.

Но вандализм в отношении велосипедов – это, пожалуй, наименее экологичное, что в них есть. Отсутствие личной ответственности, похоже, пробуждает в людях худшие качества, заставляя их разрушать, использовать не по назначению и выбрасывать велосипеды где попало. Похоже, людям нужно иметь право собственности на транспортные средства, чтобы не вести себя как настоящие хулиганы.

## *3. Автобус*

Общественный транспорт в целом считается одним из лучших вариантов для снижения негативного воздействия городской мобильности на окружающую среду.

Поездка на автобусе, даже если он работает на дизельном топливе, как

большинство автобусов, в разы лучше, чем поездка на электромобиле или такси. Проблема в том, что типичный пассажир редко выбирает этот вид транспорта – никому не нравится врезаться в потную подмышку незнакомца по дороге на работу, когда переполненный автобус резко поворачивает

#### *4. Ходьба пешком*

Ходьба, бег, трусца, прогулка – что бы вы ни предпочитали, это объективно оказывает наименьшее воздействие на окружающую среду. Это полезно для вашего здоровья и не вредит окружающей среде как таковой.

#### *5. Общий электронный скутер*

По сравнению с выбросами парниковых газов обычного мотоцикла (в среднем 107 г CO<sub>2</sub>/км) двухколёсный электромобиль – лучший выбор. Они также легче и потребляют меньше энергии, чем электромобили, и имеют в 30 раз большую ёмкость аккумулятора\*.

С электровелосипедами, не имеющими док-станции, возникают те же проблемы, что и с обычными велосипедами, – люди будут ими злоупотреблять. Из-за этого срок службы электровелосипеда значительно сокращается по сравнению с обычным велосипедом, поэтому его приходится чаще заменять, что оказывает большее воздействие на окружающую среду.

#### *6. Самокат*

В некоторых городах электрические самокаты разных компаний, стремящихся первыми выйти на рынок, обрушились на ничего не подозревающих горожан.

Это происходит очень быстро. Сначала вы начинаете видеть их повсюду. Затем вы замечаете, что их оставляют в местах, где их быть не должно, – в мусоре, сердито нагромождают друг на друга и даже бросают в реку. Через неделю компания сокращает убытки и закрывает производство в этом городе.

Пока не совсем устойчиво – ни как форма мобильности, ни как бизнес-модель. Несмотря на то, что десятки компаний пытаются это сделать, никто ещё не придумал модель микромобильности без док-станции.

#### *7. Электромобиль*

По сравнению с автомобилями с двигателями внутреннего сгорания, которые потребляют много топлива, электромобили являются лидерами в области экологичной мобильности. Но насколько это общественное мнение соответствует действительности, а насколько это «зелёный камуфляж»?

Процесс добычи лития для производства аккумуляторов электромобилей быстро превращается в необратимую экологическую катастрофу, что заставляет задуматься: может ли газ быть более экологичным с другой стороны?

#### *8. Поезд*

Поезда, трамваи, метро, подземка, фуникулёр – между этими видами транспорта есть много различий, таких как вместимость, скорость, энергоэффективность, тип двигателя и т.д., которые могут влиять на их воздействие на окружающую среду, поэтому приведённые выше цифры отражают только более широкую категорию железнодорожного транспорта.

Если рассматривать мобильность в более широком смысле, то можно согласиться с тем, что передвижение на общественном транспорте, работающем

на железнодорожном ходу, позволяет убрать автомобили с дорог, снижает выбросы и обходится дешевле, чем личный транспорт. Не говоря уже о том, что большинство поездов в Европе уже работают на возобновляемых источниках энергии.

Согласно нашей собственной системе оценки, самым экологичным видом транспорта, безусловно, является пеший туризм, а другие виды общественного транспорта занимают второе и третье места. Но на самом деле всё не так просто.

У каждого человека на Земле есть индивидуальная и мультимодальная цепочка путешествий.

Иногда вам нужно перелететь через Атлантику.

Иногда ехать на поезде в другой город в течение 6 часов абсурдно дорого, поэтому вы выбираете быстрый вариант.

Иногда идёт дождь, холодно и тебе лень.

Иногда вы спешите. Иногда это небезопасно.

И во многих случаях расстояния до работы слишком велики, а общественный транспорт недоступен или неудобен.

Даже если мы будем рассматривать только людей, живущих в городах, не все смогут каждый день ходить пешком на работу и обратно. Не каждый город удобен для пеших прогулок или хотя бы умеренно удобен для пешеходов, и не каждый человек физически способен пройти «последнюю милю» от остановки общественного транспорта до конечного пункта назначения.

И даже если в городе лучшая в мире инфраструктура общественного транспорта и его обслуживание, удобство сервисов такси, таких как Uber, слишком заманчиво, чтобы от него отказываться. Мы всего лишь люди.

Что касается электромобилей, то мы только начинаем изучать ущерб, наносимый окружающей среде добычей лития, поэтому вопрос о том, являются ли они в конечном счёте «более экологичными», чем автомобили с бензиновыми двигателями, на протяжении всего их жизненного цикла остаётся спорным.

В сфере совместного использования отсутствие частной собственности, по-видимому, делает приемлемым для людей отношение к автомобилям как к железке. Постоянное плохое обращение с автомобилями, находящимися в совместном использовании, приводит к более частому техническому обслуживанию, более частому ремонту, более высоким затратам и более короткому сроку службы по сравнению с личными автомобилями, что, возможно, оказывает более негативное воздействие на окружающую среду, чем если бы люди владели, пользовались и ухаживали за своими собственными автомобилями.

Беспилотные сервисы «последней мили», такие как электросамокаты и велосипеды, проносятся по городам, выкрикивая модные словечки вроде «устойчивый», «экологичный» и «без выбросов», оставляя после себя тонны мусора. Чем больше осведомлённости и тревоги по поводу катастрофических последствий изменения климата, тем больше «зелёного камуфляжа» нам нужно остерегаться.

Конечно, я не призываю людей отказываться от электромобилей и/или совместного использования транспортных средств и возвращаться к езде на

бензиновых внедорожниках для быстрой поездки в продуктовый магазин. Я не говорю, что аэрокосмическим компаниям бессмысленно вкладывать значительные ресурсы в исследования и разработку «более экологичных» концепций самолётов. С точки зрения экологичности, идеального транспортного средства или способа передвижения просто не существует, если говорить реалистично.

Существует множество ложных «экологичных» рекламных объявлений, и не всё так экологично, как кажется. Тем не менее, людям, компаниям и правительствам стоит приложить все усилия в этом направлении.

У нас, как у потребителей, есть много возможностей. Хотя экологическая политика и нормативные акты могут влиять на экологические решения в более широком масштабе, наш индивидуальный выбор имеет гораздо большее значение, чем вы думаете. Наше коллективное поведение задаёт тон стратегиям компаний и приводит к созданию более качественных продуктов и услуг.

Итак, как обеспокоенные граждане и сторонники экологичной мобильности, мы можем многое сделать, чтобы сдвинуть дело с мёртвой точки.

*Даже одно небольшое изменение в нашем распорядке дня может уменьшить углеродный след нашей индивидуальной туристической цепочки.*

Во-первых, мы можем ходить пешком, когда у нас есть такая возможность.

Хорошее практическое правило: чем больше людей перевозится в одном транспортном средстве за один раз, тем лучше для окружающей среды.

Воздействие мобильности на окружающую среду – это не «алая буква», определяемая показателями выбросов CO<sub>2</sub> каждым отдельным транспортным средством. Это совокупность небольших решений, которые мы принимаем в повседневной жизни, связанных с транспортом, и которые приводят к снижению негативного воздействия на окружающую среду в наших городах, странах и во всём мире. Уже нанесённый ущерб не исправить, но попытаться – наш коллективный глобальный долг.

Мы должны рассматривать экологичность в сфере транспорта как ключевую ценность, определяющую наше поведение в сфере мобильности – и автомобильную и транспортную отрасли в целом – на пути к лучшему, более экологичному будущему.

Воздействие транспорта на окружающую среду – это сумма решений, принятых каждым человеком на протяжении всей цепочки передвижения. Каждое незначительное решение имеет значение.

### **Список литературы**

1. Евгенийев И.Е. *Защита природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог.* – М.: Транспорт, 1989. – 239с.

2. Иванов В.Н. *Экология и автомобилизация / В.Н. Иванов, В.К. Сторчевус.* 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивэльнык, 1990. – 129 с.: ил. (Охрана окружающей среды). ISBN 5-7705-0302-5.

3. Сарбаев В.И. *Экологические требования к предприятиям автосервиса и автомобильного транспорта: учебное пособие / В.И. Сарбаев; Моск. гос. индустриальный ун-т.* – М.: МГИУ, 2003. – 55с. ISBN 5-276-00424-2: 90.00.

4. Болбас М.М. *Транспорт и окружающая среда: учебник для вузов / М.М. Болбас [и др.]; под общ. ред. М.М. Болбаса. 2-е изд., стер. – Минск: Технопринт, 2004. – 262с.: ил. ISBN 985-464-680-7 : 92.57.*

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ И БЛАГОУСТРОЙСТВУ СРЕДЫ, ОКРУЖАЮЩЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Ю.Н. Пушилина, П.О. Шульгина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья описывает комплексный подход к созданию и благоустройству среды, окружающей человека в современных условиях.

Современный мир ставит перед человеком множество вызовов, связанных с качеством окружающей среды. Урбанизация, загрязнение, деградация природных ресурсов – всё это требует комплексного и ответственного подхода к созданию и благоустройству среды, в которой мы живём. Данный реферат посвящен актуальной проблеме – комплексному подходу к созданию и благоустройству среды, окружающей человека. В работе будут рассмотрены основные аспекты этой темы, включая:

- Анализ воздействия человеческой деятельности на природу и ее влияние на качество жизни.

- Изучение взаимосвязей между различными элементами окружающей среды и разработка стратегий для их гармоничного сосуществования.

- Рассмотрение различных технологий и подходов, направленных на улучшение экологической обстановки и повышения качества жизни.

- Анализ существующих проектов и инициатив, демонстрирующих эффективность комплексного подхода.

Изучение данной темы позволит получить более глубокое понимание роли человека в формировании окружающей среды, а также выявить пути достижения устойчивого развития и создания благоприятных условий для жизни будущих поколений.

*Роль человека в формировании окружающей среды.*

Человек, как биологический вид, неразрывно связан с окружающей средой. На протяжении своей истории он активно взаимодействовал с ней, используя ее ресурсы для выживания и развития. Однако с развитием цивилизации, влияние человека на природу стало носить всё более масштабный и, зачастую, разрушительный характер. «Мы не унаследовали Землю от наших предков, мы взяли ее в долг у наших потомков» – нечто подобное написал в 1971 году поэт, новеллист и экологический активист Уэнделл Берри в книге «Непредвиденная дикая природа: эссе о реке Ред-Ривер, притоке Кентукки». Цитата подчеркивает ответственность человека за сохранение природы для будущих поколений. Однако современные реалии показывают, что человек зачастую забывает об этой ответственности.

Ключевые аспекты роли человека в формировании окружающей среды:

- Человек создает искусственную среду обитания – города, инфраструктуру, сельскохозяйственные угодья.

- В погоне за прогрессом, человек загрязняет воздух, воду и почву, вырубает леса, истощает природные ресурсы, уничтожает биоразнообразие.

- Деятельность человека приводит к изменению природных экосистем.

- Человек оказывает значительное влияние на биоразнообразие планеты. Вырубка лесов, загрязнение, охота и рыбалка приводят к сокращению численности и вымиранию многих видов животных и растений.

#### *Принципы комплексного подхода*

Комплексный подход к созданию и благоустройству среды, окружающей человека, предполагает учет всех взаимосвязанных факторов и элементов, влияющих на качество жизни и благополучие человека. Он предполагает отказ от узкого, секторного подхода и использование интегрированного подхода, который охватывает:

- Социально-экономический аспект: Доступность благоустроенной среды для всех слоев населения, создание благоприятного инвестиционного климата, развитие экологически чистых производств, поддержка малого и среднего бизнеса, способствующих развитию.

- Экологический аспект: Защита природных экосистем, создание заповедников и национальных парков, сохранение видового разнообразия. Уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу, воду и почву. Эффективное управление водными ресурсами, рациональное использование лесных ресурсов, бережное отношение к почве.

- Планировочный аспект: Рациональное планирование городов, создание комфортной среды для проживания. Создание гармоничных ландшафтных решений, использование местных растений, создание парков и рекреационных зон.

Немаловажный аспект – участие общественности: вовлечение граждан в акции по очистке территорий, созданию зеленых зон, пропаганда экологического просвещения. Обеспечение доступа к информации о проектах по благоустройству среды, участие общественности в обсуждениях и принятии решений.

Реализация комплексного подхода позволит создать благоприятную среду для жизни человека, обеспечить устойчивое развитие и сохранить природу для будущих поколений.

Экономические инструменты: Предоставление льгот и субсидий для инвестирования в экологически чистые технологии, реализация «зеленых» кредитов стимулируют развитие устойчивого бизнеса и способствуют внедрению инновационных решений. Введение платы за загрязнение, установление экологических стандартов для продукции, создание «зеленых» бирж – способствуют стимулированию и принуждению предприятий к соблюдению экологических норм. (Научный журнал «Инженерный вестник дома», сетевое издание, статья «Дорожная карта как инструмент развития регионального рынка экологических товаров и услуг».

Привлечение инвестиций, технологий и опыта из других стран позволяет развивать и реализовывать проекты по созданию и благоустройству среды, используя лучшие практики и инновационные решения.

Проведение экологических кампаний, увеличение внимания к экологическим вопросам в образовательной системе, формирует у людей экологическое сознание и способствует правильному формированию ответственного отношения к природе.

#### *Примеры успешной практики.*

Эффективность комплексного подхода к созданию и благоустройству среды подтверждается множеством проектов и инициатив по всему миру. Например, город Копенгаген в Дании: Город известен своей «зеленой» политикой. Комплексный подход включает развитие общественного транспорта, пешеходных и велосипедных дорожек, создание парков и зеленых зон, а также использование возобновляемых источников энергии.

Сингапур: Этот город-государство продемонстрировал впечатляющие результаты по борьбе с загрязнением воздуха и озеленению. Интегрированная система управления городскими ресурсами, использование умных технологий и строгие экологические стандарты позволили превратить Сингапур в «город-сад». Также в этом городе-государстве существует проект по озеленению «Облачный лес» – этот амбициозный проект направлен на создание вертикальных лесов в городских условиях (рисунок).



«Облачный лес» в Сингапуре

Вертикальные сады не только украшают город, но и снижают температуру воздуха, очищают его от загрязнения, а также обеспечивают местообитания для дикой природы.

Также город, известный своей велосипедной инфраструктурой и удобством для пешеходов – Амстердам. Комплексный подход включает создание выделенных велосипедных дорожек, пешеходных зон, развитие общественного транспорта, а также внедрение «умных» систем управления дорожным движением.

#### *Заключение*

Комплексный подход к созданию и благоустройству среды, окружающей человека, является единственным верным путем к устойчивому развитию. Сочетание технологических инноваций, продуманного планирования, экономической целесообразности и активного участия общества позволит

создать среду, отвечающую потребностям нынешних и будущих поколений, обеспечивая гармонию между человеком и природой.

### Список литературы

1. Андреева Н.Д. Теория и методика обучения экологии: учебник для СПО / Н.Д. Андреева, В.П. Соломин, Т.В. Васильева; под ред. Н.Д. Андреевой. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 190 с.

2. Колесников Е.Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Е.Ю. Колесников, Т.М. Колесникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 469 с.

3. Ларионов Н.М. Промышленная экология: учебник и практикум для СПО / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 382 с.

4. Сазонов Э.В. Экология городской среды: учеб. пособие для СПО / Э.В. Сазонов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 275 с.

## ВИДЕОЭКОЛОГИЯ: ВИДИМАЯ СРЕДА В ГОРОДЕ

А.И. Сенновская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной работе рассматриваются понятие видеозэкологии, основная её задача и влияние визуальной среды на общество. Примеры использования видеозэкологии.

В современном мире, где технологии проникают в каждую сферу жизни, концепция видеозэкологии становится всё более актуальной. Она включает в себя использование видео и других визуальных средств для анализа, представления и сохранения городской среды. В данной статье рассмотрим, как видеозэкология помогает формировать видимую среду в городе.

Видеозэкология изучает взаимодействие человека с окружающей средой через визуальные технологии. Это может включать в себя видеонаблюдение, документальные фильмы, арт-проекты и интерактивные инсталляции. Основная задача видеозэкологии – создание осознанного и устойчивого отношения к городской среде.

### *Визуальная среда и её влияние на общество*

Городская среда формируется не только архитектурными решениями, но и визуальным контентом. Видеозэкология помогает выявить проблемы городской инфраструктуры, например, недостаток зелёных насаждений, заброшенные здания или загрязнения. Использование видео позволяет привлекать внимание общества к данным вопросам, способствуя обсуждениям и, в конечном итоге, изменениям.

С точки зрения позитивного влияния, визуальная среда может быть использована для повышения осведомленности о социальных и экологических



проблемах, стимулирования изменений в поведении и улучшения качества жизни. Однако необходимо быть внимательными к потенциальным негативным последствиям, таким как информационная перегрузка и упрощение сложных тем.

*Примеры использования видеоэкологии.*

1. *Документальные проекты:* фильмы, посвященные изменениям в городских ландшафтах, могут повысить общественное осознание проблем экологии и социальной справедливости. Они становятся инструментом для изменений и активизма.

2. *Интерактивные инсталляции:* современные художники создают инсталляции, которые используют видео для передачи информации о состоянии городской среды. Например, проекции на фасадах зданий могут показать последствия загрязнения или потери природных ресурсов.

3. *Образовательные программы:* видеоэкология может использоваться в образовательных проектах, направленных на обучение горожан и детей о важности сохранения окружающей среды. Видеоматериалы могут иллюстрировать успешные практики устойчивого развития.

Таким образом, видеоэкология – это мощный инструмент для формирования видимой среды в городах. Она не только помогает выявлять проблемы и повышать осведомленность, но и вдохновляет на действия. Использование визуальных технологий в городских исследованиях и активизма становится важным шагом к созданию более устойчивых и комфортных городских пространств. В будущем важно продолжать развивать эту область, чтобы улучшить качество жизни в городах и сохранить нашу планету для будущих поколений.

### **Список литературы**

4. *Всемирная проблема видеоэкологии [Электронный ресурс] – [https://studbooks.net/1253465/ekologiya/vsemirnaya\\_problema\\_videoekolo](https://studbooks.net/1253465/ekologiya/vsemirnaya_problema_videoekolo) - статья в интернете (Дата обращения: 01.10.2024г.).*

5. *Видеоэкология в городской среде [Электронный ресурс] [https://bstudy.net/824955/bzhd/videoekologiya\\_gorodskoy\\_srede](https://bstudy.net/824955/bzhd/videoekologiya_gorodskoy_srede) – статья в интернете (Дата обращения: 01.10.2024г.).*

## **СОВРЕМЕННЫЙ ГОРОД – ТЕРРИТОРИЯ НЕРЕШЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ**

А.С. Хохлова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Экологические проблемы были реальностью в течение длительного времени, и все указывает на их тенденцию в ближайшие годы по мере усиления экономического и социального развития нашей планеты. В связи с высокой плотностью населения в городской современной среде имеется ряд нерешенных экологических проблем, которые рассмотрим в этой статье.

### *Обращение с твердыми отходами.*

В густонаселённых городских районах потребляется большое количество материалов и одновременно образуется много твёрдых отходов. К твёрдым отходам относятся бытовые отходы, промышленные отходы, опасные отходы и т.д. Количество твёрдых отходов увеличивается с ростом населения. Если твёрдые отходы хранятся в течение длительного времени, они начинают издавать неприятный запах и выделять ядовитые газы, а также становятся рассадниками различных болезней.

Выделяемые газы приводят к загрязнению воздуха, поверхностные стоки от отходов приводят к загрязнению воды, а переносчики болезней вызывают различные заболевания. Чтобы избежать вышеперечисленных экологических проблем, необходимо использовать подходящие методы для научной утилизации отходов, их переработки или разделения на органические, неорганические и пригодные для вторичной переработки отходы.

### *Чрезмерная эксплуатация природных ресурсов.*

Из-за высокой плотности населения и дороговизны жизни в городских районах очень высок уровень потребления природных ресурсов (например, воды, энергии, ископаемого топлива, лесных продуктов и т.д.). Кроме того, природные ресурсы используются не по назначению, и их немедленная компенсация становится затруднительной. К числу острых проблем городских районов относятся нехватка питьевой воды, особенно грунтовых вод, нехватка лесных продуктов, перебои с электричеством из-за чрезмерного потребления электроэнергии и т. д.

### *Отсутствие открытого пространства.*

Из-за незапланированной урбанизации и высокой плотности населения городские районы сильно перегружены, в них нет открытых пространств для парков, игровых площадок и центров отдыха. Это приводит к отсутствию свободного и чистого воздуха, а также пространства для игр и отдыха.

### *Загрязнение воздуха.*

Воздух городских районов загрязняется из-за интенсивной антропогенной деятельности, полетов большого количества автомобилей, промышленных предприятий и т.д. В результате этой деятельности выделяются загрязняющие вещества, такие как монооксид углерода, двуокись углерода, оксиды азота, оксиды серы, углеводороды, пары органических соединений, твердые частицы, токсичные металлы и т.д. которые способны создавать ряд опасностей для здоровья.

### *Шумовое загрязнение.*

Шум, производимый автомобилями, транспортными средствами, общественными мероприятиями, промышленными предприятиями и т.д., вызывает шумовое загрязнение в городских районах, которое вызывает психологические и физические недомогания.

### *Нарушение правил градостроительства.*

Незапланированная урбанизация приводит к нарушению правил, установленных для создания идеальных городских поселений, где можно вести здоровую и комфортную жизнь. Построенные здания не соответствуют

предписанному показателю жилой площади или соотношению площадей этажей.

*Дорожное движение и перемещающееся население.*

Массовая миграция сельского населения в поисках работы в городские районы приводит к серьёзным проблемам с дорожным движением и загрязнением окружающей среды.

*Необычное повышение температуры.*

Непродуманные конструкции больших зданий в городских районах поглощают солнечное излучение, а во второй половине дня выделяют тепловое излучение, повышая температуру воздуха.

### Список литературы

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура: Пер. с англ. под науч. ред. О.И. Шкаратана. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с.
2. Гидденс Э. Современность и самоидентичность / Э. Гидденс – Изд-во Стэнфордского университета, Стэнфорд, Калифорния, 1990. – 358 с.
3. Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
4. Экология города: учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.

## МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АЛГОРИТМЕ ПРОГНОЗА ЭПИДЕМИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ СПОСОБА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А.А. Хадарцев, А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В рамках тенденции возрастания эпидемических рисков, являющихся вызовами и угрозами современному миру, отмечены электрические свойства вирусов, определяющие характер их взаимодействия с организмами-хозяевами, роль доменов белков короны вирусов в этих процессах. Проведены параллели между электрическими свойствами вирусов вне живых объектов и заряженными аэрозолями. Сформулирована гипотеза о связи «признаков сезонности» в течении эпидемических процессов с флуктуациями параметров окружающей среды, определяемыми активностью Солнца и вариациями геомагнитного поля Земли. Представлен прогноз динамики эпидемической ситуации на среднесрочную перспективу. Предложены логические инструменты, позволяющие оценивать параметры экстремальных фаз динамических процессов, а также указана специфика их применения для формулировки оценочных суждений о вероятных масштабах эпидемических вспышек.

**Ключевые слова:** эпидемические ситуации и риски, коронавирус, электрические свойства вирусов, вирулентность, климатические факторы эволюции вирусов, солнечная активность,

*градиенты изменения поля, анализ и прогноз динамических процессов, оценка амплитуды и продолжительности экстремальных фаз процессов.*

По заявлению главы Роспотребнадзора доктора медицинских наук А.Ю. Поповой, в 2024 году ведомство продолжало «выстраивать... работу по профилактике инфекционных болезней, с учетом возрастающих эпидемических рисков в мире. Этот тренд, к сожалению, неуклонен. В мире сохраняется сложная эпидемиологическая обстановка, в том числе по болезням, которые могут вызвать чрезвычайную ситуацию в здравоохранении» ([https:// www.interfax.ru/russia/953096](https://www.interfax.ru/russia/953096); [https:// iz.ru/ 1675000/2024-04-01/v-singapore-zafiksirovan-vsplesk-likhoradki-denge](https://iz.ru/1675000/2024-04-01/v-singapore-zafiksirovan-vsplesk-likhoradki-denge)).

Действительно, эпидемическая ситуация первой четверти XXI века отмечена распространением в обществе ряда биологических агентов, включая так называемые коронавирусы (лат. *coronaviridae*) – семейство +РНК-вирусов, поражающих млекопитающих, в том числе человека, птиц и земноводных. Название семейства связано со строением вируса, шиповидные отростки которого напоминают солнечную корону. В частности, одноцепочечной +РНК представлен геном *SARS-CoV-2*. Капсид окружён белковой мембраной и липидосодержащей внешней оболочкой, от которой отходят булавовидные шиповидные отростки. Вирус использует S-белок короны для прикрепления к основному рецептору клетки – ангиотензинпревращающему ферменту (*ACE2*). Полифункциональность S-белка, а также «белков N, M и E коронавируса *SARS-CoV-2* позволяет ему быстро отвечать на флуктуации условий существования посредством использования *альтернативных механизмов* реализации патогенетического потенциала» [1].

В декабре 2024 года комитет палаты представителей Конгресса США, изучавший аспекты пандемии *COVID-19* и её последствия, опубликовал заключительный доклад, в котором утверждается, что «скорее всего, коронавирус появился в лаборатории в китайском городе Ухань», а его распространение связано с лабораторным инцидентом; эту версию поддерживают многие высокопоставленные сотрудники разведки, политики, редакторы научных изданий и учёные. В частности, «у правительства США есть основания полагать, что осенью 2019 года... у нескольких исследователей Уханьского института вирусологии появились симптомы, характерные как для *COVID-19*, так и для обычного сезонного заболевания». При этом институт проводил исследования «по повышению вирулентности <природных вирусов> и созданию химерных вирусов» ([https:// inosmi.ru/ 20241204/ pandemiya-271011451.html](https://inosmi.ru/20241204/pandemiya-271011451.html); [https:// inosmi.ru/20241203/pandemiya-271003793.html](https://inosmi.ru/20241203/pandemiya-271003793.html)).

По мнению доктора биологических наук, профессора школы системной биологии Университета Джорджа Мейсона (США), выпускницы биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова Анчи Барановой, «этот доклад не содержит никаких окончательных биологических или <иных> доказательств... Причём гипотеза <лабораторного происхождения вируса> неоднократно обсуждалась. Всё, что на эту тему говорится в докладе, подготовленном комиссией Конгресса, – обобщение уже имеющихся по этому вопросу материалов и исследований» ([https:// lenta. ru/news/2024/12/06/virus/](https://lenta.ru/news/2024/12/06/virus/)).

Ряд российских экспертов также допускает, что версия Конгресса США о том, что коронавирус распространился в результате утечки из лаборатории в Ухане, является вероятной, но всё ещё не имеет прямых, неопровержимых доказательств (<https://lenta.ru/news/2024/12/06/virus/>).

В начале 2020-х годов в научной среде актуальность приобрела проблематика *электрических свойств вирусов*. Специалисты полагали, что геномы вирусных нуклеиновых кислот заключены в белки, которые могут иметь нейтральный, отрицательный или положительный заряд. Поэтому суммарный заряд вируса зависит от совокупных зарядов генетического материала и белка (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4213776/#!po=1.19048>).

Аспекты кристаллизующейся ныне проблематики электрических свойств вирусов, именуемой «молекулярной электровирусологией», изложены в [2]. Авторы публикации коннотируют (от лат. *con* – вместе и *noto* – отмечаю, обозначаю) вирус, как электрически заряженную наночастицу, в случае размера вириона около 100 нм, или даже как заряженную микродисперсную частицу, в случае вириона около 300 нм.

По мнению российского микробиолога полковника медицинской службы М.В. Супотницкого, в современном мире многие военные вызовы и угрозы связаны именно с природными и искусственно созданными нанообъектами. При этом в качестве верхней границы диапазона подобных частиц специалист указывает 100 нм [3].

В рамках данного тезиса, подобно другим аэрозольным объектам, строение и свойства вирусных частиц сложны, но могут быть приближены рядом структурных моделей, вызывающих ассоциации с моделями строения атомов химических элементов. Примечательно, что снижение анизотропии комплекса вирусных частиц, как и анизотропии отдельной частицы, то есть *степени упорядоченности*, закономерности их пространственной организации, видимо, вызывает уменьшение электрического отклика объекта на внешние воздействия – на изменение условий окружающей среды [4].

Обладая распределённым электрическим зарядом, вирусные частицы взаимодействуют с другими заряженными частицами и компонентами атмосферы и вовлекаются в процессы рассеивания и осаждения, то есть депонирования в природных средах. Видимо, это действительно возможно, поскольку вирусная частица не является собственно живой, вне другого биологического объекта: без взаимодействия с клетками живого организма их специфические биологические свойства не проявляются [2].

На этом основании мы допускаем, что проблематика движения и депонирования тонкодисперсных аэрозолей, включая влияние на эти процессы баланса механизмов загрязнения и самоочищения атмосферного воздуха, «преломляется» на предметное поле общественной гигиены, гигиены труда и безопасности жизнедеятельности человека и общества. Количественные суждения о состоянии баланса процессов загрязнения и самоочищения воздуха могут базироваться на анализе временных рядов величин потенциала *рассеивания* атмосферы (индекс ПРА) и потенциала *загрязнения* атмосферы (индекс ПЗА).

Согласно одной из моделей, рассмотренных в [2], особенности электро-

статического взаимодействия доменов вирусной короны со специальными рецепторами клеток определяются текущей картиной распределения зарядов на участках их сопряжения. В свою очередь, распределение зарядов обуславливается структурой белков – результатами их конформации, вызываемой различного рода внешними воздействиями.

Как следствие, видимо, имеет место *обратимый механизм*: конформации белка влияют на его электрические свойства, а изменение условий внешней среды, включая вариации приземного электромагнитного поля, сказываются на конформациях белков и целом ряде их параметров, включая контагиозность (от лат. *contagiosus* – заразный) и вирулентность. Действительно, по крайней мере, некоторые вирусы – бактериофаги – демонстрируют способность к генерации пьезо- и пирогенерации электричества: при соответствующих воздействиях на комплекс фагов, меняется его электрический потенциал [4].

В окружающей среде многие процессы проявляют сезонную динамику, что связывают с закономерностями поступления в системы биосферы Земли преимущественно солнечной энергии в виде электромагнитного излучения и корпускулярных потоков; последний факт закреплён понятиями «космической погоды» и «космического климата». Именно излучения Солнца признаются первопричиной сложной динамики климатической системы Земли, на что накладываются эффекты влияния на погоду и климат так называемых внутренних источников энергии геопроцессов. Поэтому воздействие вирусных агентов на биологические системы не может не демонстрировать «признаки сезонности». Точнее говоря, сезонные закономерности в динамике контагиозности и вирулентности вирусных агентов *предопределены закономерностями внутригодового и многолетнего варьирования* факторов окружающей среды, опосредующих динамику активности Солнца и известных геологических процессов. Подобное понимание не противоречит ключевым идеям и практическим приложениям концепции солнечно-земных связей А. Л. Чижевского и его последователей [5]. Скорее, оно подчёркивает всю широту и глубину научного предвидения учёных и естествоиспытателей первой трети XX века.

Итак, теоретические и прикладные аспекты развития общественной гигиены и вирусологии первой четверти XXI века, в том числе связанные с исследованиями электрических свойств вирусов; механизмов формирования и перераспределения зарядов доменов вирусных белков во внешних полях; сопряжённых с картиной зарядов вариантов конформации белков, а также с изменениями степени контагиозности и вирулентности самих вирусов и с определяемыми ими эпидемическими ситуациями, актуальны и практически значимы.

В русле одного из направлений анализа, оценки и прогноза динамики эпидемических рисков, осложняющих развитие общества, особое внимание специалисты уделяют механизмам влияния на свойства биологических агентов естественной изменчивости окружающей среды.

Например, согласно информации издания *New-Science.ru*, со ссылкой на публикацию журнала *Nature Geoscience*, в периоды потепления разнообразие вирусных популяций биосферы значительно возрастает, что отражает тесную взаимосвязь между эволюцией микробных сообществ и масштабными измене-

ниями климата.

Образцы для исследования учёными получены с ледника Гулия, расположенного на крайнем северо-западе Тибетского нагорья. Из ледяных кернов выделены геномы 1 705 видов вирусов, древнейшие из которых датируются возрастом 41 000 лет, а современные – 160 лет. По мнению авторов публикации, «среди этих <видов...> есть вирусы, которые, видимо, играли ключевую экологическую роль в прошлом».

Исследование показало, что состав вирусных популяций различался, в зависимости от климатических условий, фиксируемых каждым диапазоном глубин ледника. В частности, в периоды потепления разнообразие вирусных сообществ значительно возрастало, а в холодные климатические фазы сообщества возвращались к более ограниченному и стабильному составу. Наиболее разнообразный комплекс вирусов датируется периодом около 11 500 лет назад, совпадающим с фазой выраженного перехода от обстановок оледенения к условиям голоцена. Поэтому допускается, что резкие климатические изменения существенно влияют на эволюцию вирусов ([https:// new-science.ru/ bole-1700-drevnih-virusnyh-genomov-obnaruzheno-v-lednike-chto-svidetelstvuet-ob-ih-klimaticheskoy-evoljucii/](https://new-science.ru/bole-1700-drevnih-virusnyh-genomov-obnaruzheno-v-lednike-chto-svidetelstvuet-ob-ih-klimaticheskoy-evoljucii/); [https:// www.meteo vesti.ru/news/ 1732271157454-izmenenie-klimata-vliyaet-na-evolyuciyu-virusov-i-bakteriy](https://www.meteo vesti.ru/news/1732271157454-izmenenie-klimata-vliyaet-na-evolyuciyu-virusov-i-bakteriy)).

Одним из акторов подобного механизма выступает *солнечная активность*, представленная динамикой волновых и корпускулярных излучений. Она, видимо, способна увеличить вирулентность агентов (за счёт активизации процессов его обмена, воспроизводства, сопровождающихся мутациями – как «бесполезными», так и повышающими возможность агента инкорпорироваться в организм, его клетки, закрепляться на поверхности клеточных мембран, избегать фаговых частиц иммунного ответа организма). Кроме того, согласно представлениям А.Л. Чижевского – теории фаз историометрического цикла (I...IV), солнечная активности определяет повышение нестабильности всех природных процессов: геологических, географических, биологических, социальных [5]. В свою очередь, это является мощным фактором, дестабилизирующим окружающую среду и человека. В условиях *стресса* комплексного генезиса эффективность механизмов иммунного ответа человека снижается (на фоне противодействия новому, более вирулентному варианту биологического агента). Поэтому в фазы максимальных градиентов солнечной активности и собственно максимума абсолютных величин параметров активности вероятность возникновения и развития патологий резко возрастает ([http:// www.vnmt.ru/ abstract/ e24a5.pdf](http://www.vnmt.ru/abstract/e24a5.pdf); [https:// cyberleninka.ru/article/n/ prognoz-epidemicheskoy-obstanovki-v-rossii-v-faze-maksimumov-solnechnogo-tsikla-i-temperaturnogo-fona-formirovanie-gipotezy](https://cyberleninka.ru/article/n/prognoz-epidemicheskoy-obstanovki-v-rossii-v-faze-maksimumov-solnechnogo-tsikla-i-temperaturnogo-fona-formirovanie-gipotezy); таблица).

Подчеркнём, что отсрочка максимума эпидемии, предположительно, в 1,5-2 года (продолжительность фаз приблизительно 11-летнего цикла активности составляет 2-3 года; поэтому 1,5 года – это середина второй и четвёртой *фаз* цикла, то есть областей локализации максимумов абсолютных величин градиентов активности) от фазы максимума активности формально соответствует 2-3 циклам продолжительностью 0,7 года, а последний ритм связывается с

феноменом «долгого ковида». Другими словами, если речь идёт о вирусной респираторной эпидемии, она действительно может начаться после завершения фазы максимума, по прошествии 2-3 интервалов «долгого ковида», но также может быть локализована и по завершении предыдущего цикла – в фазе нового быстрого роста активности Солнца (см. таблицу).

Типы коронавирусов, определявшие эпидемическую ситуацию первой четверти XXI века

Индекс	Обнаружен, год	Фаза цикла	Распространение	Фаза цикла
<i>HCoV-HKU-1</i>	01.2004	IV, спад	Глобальное	IV, спад
<i>SARS-CoV-1</i>	2002	IV, спад начало	02.2003 – 29 стран; 03.2003 – оповещение ВОЗ	IV, спад
<i>MERS-CoV</i>	Осень 2012	III, максимум начало	Лето 2015 – 23 страны	IV, спад начало
<i>SARS-CoV-2</i>	Декабрь 2019	I, минимум	2020-2022	II, подъём

Эти соображения иллюстрирует прогноз динамики одного из параметров солнечной активности – радиоизлучения Солнца на длине волны 10,7 см ( $F_{10.7}$ ; (тип данных  $F_{adj}$ ; *National Research Council of Canada*; [https:// www.spaceweather.gc.ca/](https://www.spaceweather.gc.ca/); ряд до 04.2018 года) и его градиента, то есть скорости изменения параметра (рис. 1).

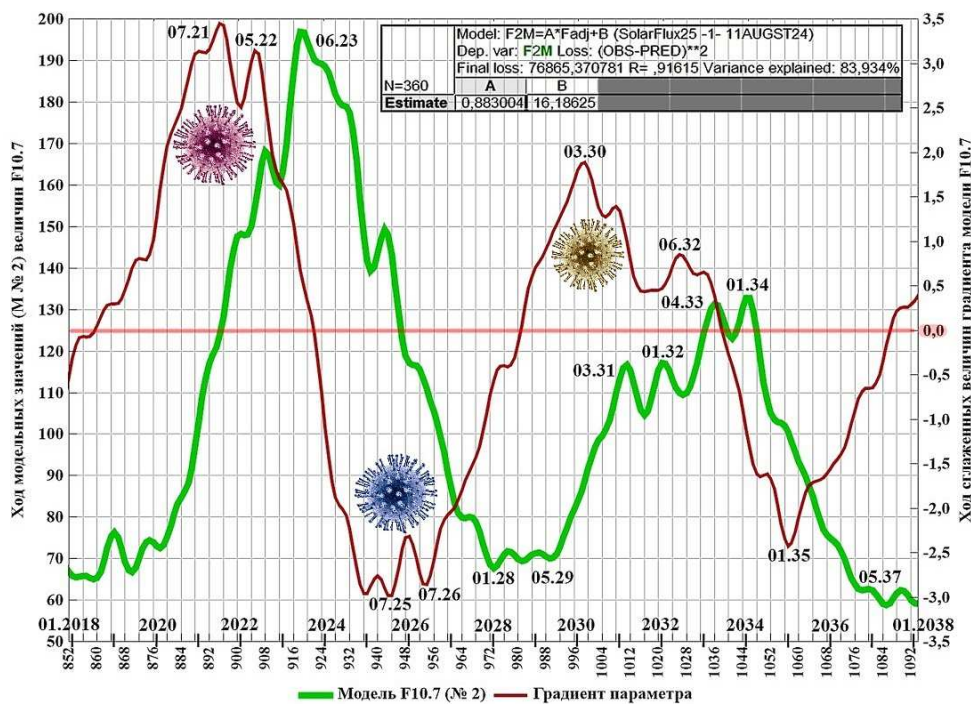


Рис. 1. Результаты анализа и прогноза динамики параметра солнечной активности  $F_{10.7}$  и величин его градиента, сглаженных окном Р. У. Хэмминга длиной 24 месяца

Более общая картина формального анализа и прогноза динамики параметра  $F_{10.7}$ , его градиента, сглаженного скользящим окном Р. У. Хэмминга длиной 24 позиции, приведена на рис. 2. Аргумент  $d = 564$  соответствует декабрю 1993 года, а  $d = 1212$  – декабрю 2047 года.



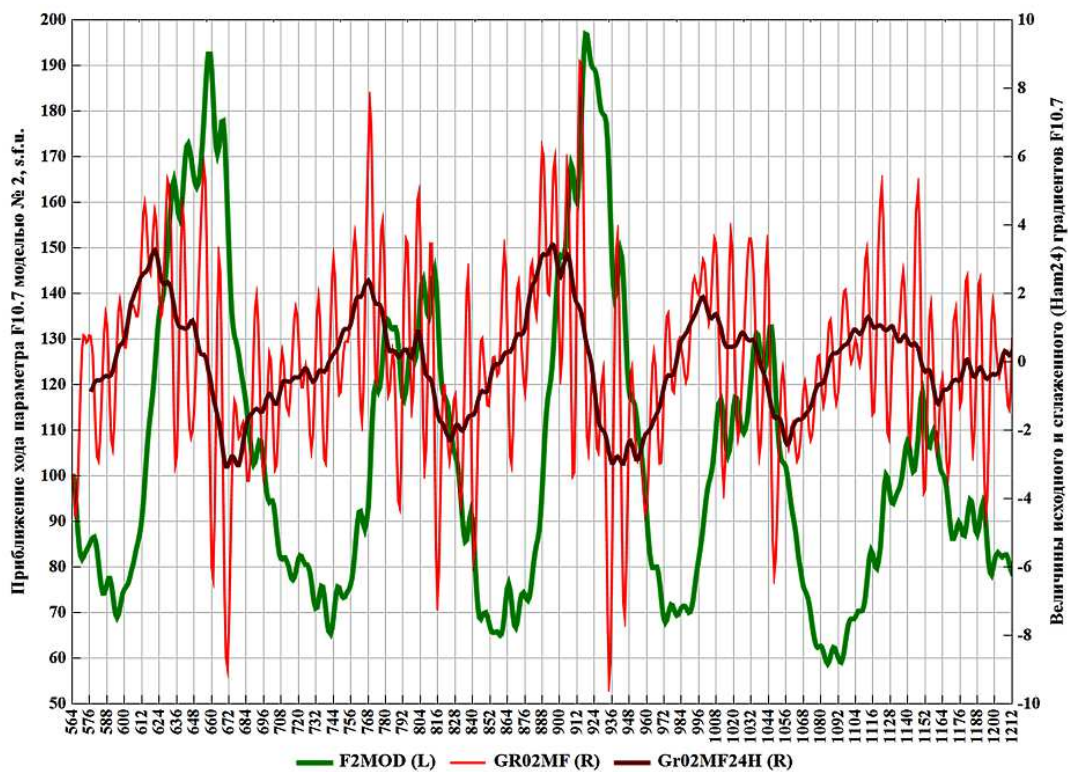


Рис. 2. Динамика модельных среднемесячных величин параметра F10.7, величин его расчётного и сглаженного градиентов с декабря 1993 года по декабрь 2047 года

В целом, мы допускаем, что стоит обсуждать наличие корреляционных связей между локализацией характерных фаз и численными характеристиками градиентов изменения предикторов солнечной активности с позиционированием на оси времени и характеристиками крупных геополитических событий и ситуаций развития, включая динамику эпидемических и военных событий.

Для решения задачи оценки амплитуды и продолжительности предстоящей фазы экстремальных, или пиковых, значений какого-либо процесса, по нашему мнению, необходимы следующие логические инструменты:

1) *расчёт* первого градиента параметра процесса и отслеживание достижения им максимального значения; это позволит формально указать возможное начало фазы экстремальных величин изучаемого поля;

2) *допущение* о ширине максимума изучаемого поля, то есть общей продолжительности фазы экстремальных значений, в границах 36 дискретов аргумента исчисления поля ( $\Delta$ ); при этом размер дискрета должен составлять не более  $1/100$  от полного интервала аргументов, устанавливаемого двумя последовательными минимумами процесса ( $\Delta < 0,01 \cdot T$ ), а, по сути, – от величины периода рассматриваемого «ритма» ( $T$ ) процесса (понятия «поле» (одномерное) и «процесс» используются как синонимы).

Подчеркнём, что, отслеживая градиент изменения поля и фиксируя дату достижения им наибольшей величины, возможно определиться лишь с началом фазы экстремальных значений поля. Далее на двух примерах показано, что вероятная ширина пика, устанавливаемая на уровне  $0,7 \cdot A_{max}$ , где  $A_{max}$  – оценка максимальных уровней поля, составляет около  $(25 + 46) / 2 \approx 36$  дискретов, в зависимости от формы пика.

В данном случае, под амплитудой ( $A$ ) понимается величина отклонения изучаемого показателя поля от уровня минимальных, не обязательно нулевых, значений, а не модуль наибольшего отклонения от условного положения «равновесия» системы. Рассуждения остаются в силе и в том случае, если обсуждается резкое уменьшение величины параметра, отсчитываемое от уровня его максимальных значений.

В среднем, оценка ширины пика составляет  $(0,188 + 0,343) / 2 = 0,266$  общей продолжительности интервала между последовательными минимумами, то есть величины  $T$ .

Это допущение позволяет:

- 1) наметить дату завершения фазы экстремальных значений поля;
- 2) умножив амплитудное значение поля в точке аргумента, соответствующего началу фазы максимумов, на  $(1 / 0,7) = 1,429$ , получить приблизительную оценку уровня ожидаемых максимальных значений.

Проиллюстрируем эти тезисы анализом двух реальных процессов различной природы. В первом случае в роли эмпирической базы рассуждений выступает интенсивность листопада в городском парке, объединяющем мелколиственные и широколиственные породы деревьев. Параметром процесса является доля опавших листьев (%), устанавливаемая визуально, без реализации каких-либо измерительных процедур. Полученные исходные данные приближаются логистической моделью, и далее рассуждения базируются исключительно на модельном ряде величин (рис. 3).

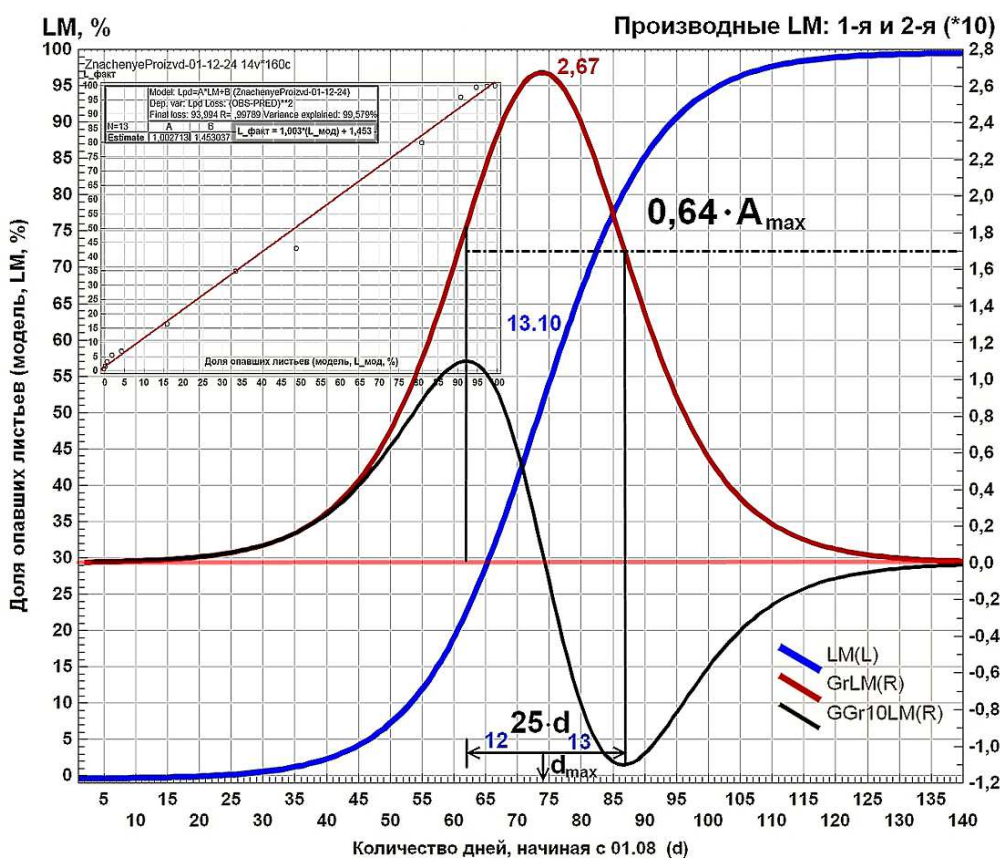


Рис. 3. Модельные величины интенсивности листопада в центральном парке Тулы (LM); их градиент, или первая производная (GrLM); скорость изменения величин градиента, или вторая производная (GGr10LM; значения умножены на 10; ось – справа)

На врезке рис. 3 (в левом верхнем углу) приведена линейная регрессия фактических и модельных величин поля, а также её численные характеристики.

В данном примере изучаемым пиком служит динамика величин градиента изменения  $LM$ . Экстремум второй производной устанавливает датой начала экстремальных значений скорости листопада 01.10 ( $d = 62$ ). Фактическая ширина пика экстремальных скоростей, анализируемая на уровне  $0,64 \cdot A_{max}$ , равна  $25 \cdot d$ , где  $d = 1$  день. Общая продолжительность листопада составляет около 133 дней, или чуть более четырёх месяцев, начиная с середины августа. Такая продолжительность обусловлена аномально жарким и засушливым летом 2024 года, особенно в августе, что и допускалось Росгидрометом в агрометеорологическом прогнозе для ЦФО, опубликованном весной 2024 года. Наступление отрицательных температур также «задержалось», что сказалось на общей продолжительности листопада в парковом фитоценозе. Формальная оценка ширины пика составляет  $0,266 \cdot 133 \approx 35$  дней, или около месяца, имея в виду месяц октябрь. Максимум скорости листопада пришёлся на 13.10, что, в целом, опережает подобные оценки для ряда предыдущих лет (15.10). Прогнозная ширина фазы максимальных скоростей превысила фактическую ширину на 29 %.

Значение градиента скорости листопада в точке начала фазы экстремальных скоростей составило 1,7 единиц. Тогда оценка максимума такова:  $1,429 \cdot 1,7 = 2,43$ , что на 9 % меньше фактического максимума.

По-видимому, при обсуждении предварительных прогнозных оценок развития событий, данные результаты можно признать адекватными действительности.

Для второго примера используется ряд средних за месяц величин радиоизлучения Солнца на длине волны 10,7 см (параметр  $F10.7$ ), сглаженный скользящим окном длиной 12 месяцев (источник данных: <https://www.spaceweather.gc.ca/forecast-precision/solar-solaire/solarflux/sx-5-mavg-en.php>; *monthly averages of solar 10.7 cm flux, adjusted flux*). Данные характеризуют 24-й цикл солнечной активности и начало 25-го цикла (Рис. 4).

Согласно расчёту, максимум градиента поля, равный 5,18 единиц, состоялся в январе 2011 года ( $m = 42$ , где  $m$  – количество месяцев, начиная с января 2008 года,  $m = 1$ ). В силу, видимо, бимодальности пика солнечной активности, фактически интервал максимальных значений поля составил 46 месяцев, или 3,83 года, завершившись в апреле 2015 года ( $m = 88$ ), а его грубая оценка составила бы  $0,266 \cdot (144 - 10) = 36$  месяцев, или три года. Тогда завершение фазы экстремальных значений поля пришлось бы на  $(42 + 36) = 78$  (июнь 2014 года), что знаменовалось вторым – главным максимумом бимодальной фазы экстремальных значений (см. рис. 4).

Добавим, что мощные солнечные вспышки могут локализоваться и в начале фазы снижения активности светила. Согласно данным *NOAA*, началом 24-го цикла активности выступил ноябрь-декабрь 2008 года (2008.9).

Значение поля в точке начала интервала экстремальных уровней составило 110,4 *s.f.u.*, что фактически соответствовало  $0,76 \cdot A_{max}$ . При использовании же оценочного критерия  $(1 / 0,7) = 1,429$ , уровень максимальных значений поля составил бы 157,76 *s.f.u.*, что превышает фактический максимум на 8,4 %.

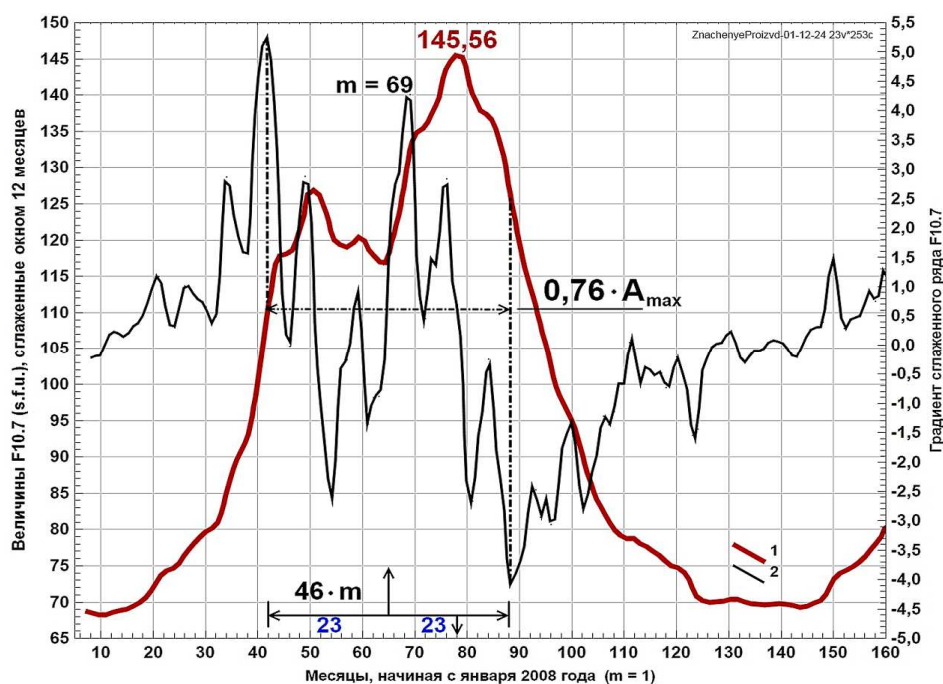


Рис. 4. Динамика сглаженных величин F10.7 в границах 24-го цикла солнечной активности (1) и значений первой производной процесса (2)

Следовательно, второй пример позволяет утверждать, что при обсуждении предварительных, прогнозных оценок развития событий, предложенный способ грубой оценки ширины (продолжительности) и амплитудного уровня максимальных значений поля даёт адекватные результаты.

Итак, в предположении о наличии связей между активностью Солнца и составом, строением, свойствами биологических систем, включая вирусы и бактерии [6], применение рассмотренных логических инструментов позволяет наметить продолжительность фазы экстремальных уровней излучения Солнца, в рамках которой возможно не только возникновение/обнаружение новых биологических агентов, очаговое обострение эпидемической ситуации, но и формирование крупных эпидемических вспышек. При этом оценка амплитудных значений параметров солнечной активности может использоваться – в аспекте комплексирования идей, подходов и методов исследований – для формулировки оценочных заключений о вероятных масштабах эпидемической вспышки: в категориях «сильнее» или «слабее», по сравнению с предыдущей ситуацией данного типа.

### Список литературы

1. Дуванова О.В. Структурные белки SARS-CoV-2 / О.В. Дуванова, О.С. Чемисова, А.К. Носков // *Медицинский вестник Юга России*. – 2022. – № 13(4). – С. 45-52. URL: [https:// doi.org/10.21886/2219-8075-2022-13-4-45-52](https://doi.org/10.21886/2219-8075-2022-13-4-45-52) (дата обращения: 11.10.2024).
2. Каплуненко В.Г. Уязвимые электрически заряженные места SARS-CoV-2. Электрическая модель вируса и роль микроэлементов в его инактивации / В.Г. Каплуненко, Н.В. Косинов, А.В. Скальный // *Микроэлементы в медицине*. – 2021. – № 22 (1). – С. 3-20 (дата обращения: 11.10.2024).

3. Супотницкий М.В. Нанообъекты как новая биологическая угроза / М.В. Супотницкий // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2013. – № 4. – С. 22-41. URL: <https://www.supotnitskiy.ru/stat/stat113.htm> (дата обращения: 15.09.2024).

4. Han Kim, Kento Okada, Inseok Chae, Butaek Lim, Seungwook Ji, Yoonji Kwon, Seung-Wuk Lee. Virus-Based Pyroelectricity. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adma.202305503> (дата обращения: 11.10.2024).

5. Чижевский А.Л. Земля в объятиях Солнца / А.Л. Чижевский. – М.: Изд-во Эксмо, 2004. – 928 с. (Антология мысли).

6. Беляева В.А. Гелиогеофизические факторы в хронопатофизиологии и клинической медицине: монография / В.А. Беляева [и др.], под ред. Ф.С. Датиевой, А.В. Волкова. – Владикавказ-Тула: ИБМИ ВНЦ РАН, 2023. – 490 с.

## **РАЗРАБОТКА ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ПЛЁНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

Д.А. Бочарова<sup>1</sup>, Е.В. Грехнёва<sup>1</sup>, А.Г. Сергеева<sup>2</sup>

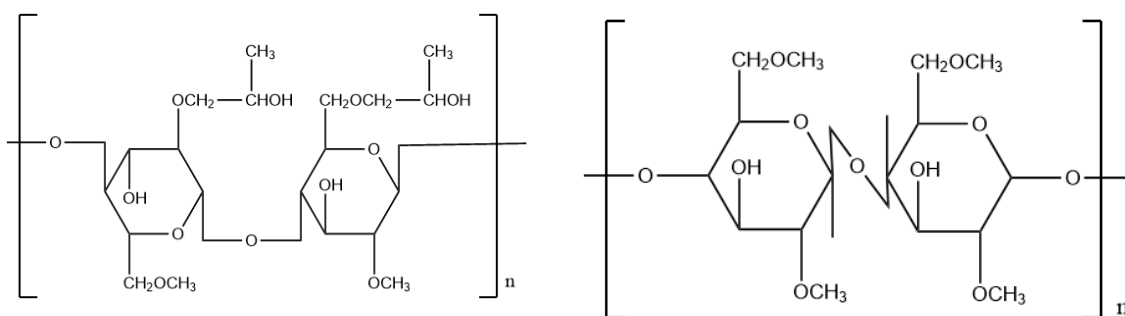
<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»,  
г. Курск

*Аннотация.* В работе изучена и успешно применена методика изготовления офтальмологических плёнок пролонгированного действия. Произведён подбор полимерной матричной основы. Определены такие физические параметры, как толщина, эластичность, прочность к продавливанию и прочность к растяжению.

Глазные лекарственные плёнки являются пролонгированными офтальмологическими формами, представляющими собой диспергированный в полимере раствор, с определённой дозой лекарственного препарата. Механизм действия заключается в том, что глазная плёнка, за определённый промежуток времени, растворяется в конъюнктивной полости, в результате чего происходит постепенное высвобождение действующего вещества, которое, в свою очередь, покрывает тонким слоем внешнюю поверхность глазного яблока [1]. Важное место в выборе матричной основы, для изготовления глазных плёнок, занимают эфиры целлюлозы, благодаря их доступности, биоразлагаемости и предрасположенности к деградации в водных средах [4]. В качестве матрицы для изготовления лекарственных плёнок нами были использованы: гидроксипропилметилцеллюлоза (ГПМЦ), метилцеллюлоза высоковязкая (МЦ ВВ) и метилцеллюлоза низковязкая (МЦ НВ) [2]. Структуры указанных полимеров представлены на рисунке.

Методика изготовления офтальмологической плёнки состояла из сшивки водорастворимого полимера с помощью глутарового альдегида (ГА) в среде соляной кислоты при добавлении пластифицирующего агента – глицерина. Затем в полученную полимерную матрицу, при постоянном перемешивании, вводили действующее вещество.



а) б)  
Структурные формулы: а) ГПМЦ; б) МЦ

Нами были определены некоторые физические параметры изготовленных глазных плёнок. Толщину плёночных образцов устанавливали при использовании микрометра. Определение прочности образца при продавливании и прочности при растяжении проводили с помощью Универсальной испытательной машины РЭМ-0,2-1. Оценка эластичности проводилась согласно ГОСТу - 6806-73. Полученные данные представлены в таблице.

Результаты измерения некоторых физических параметров плёночных материалов

Полимер	Толщина образца, мм	Эластичность (диаметр (мм) стержня до повреждений по ГОСТ 6806-73)	Продавливание Fmax, Н	Растяжение, Fmax, Н
ГПМЦ	0,13±0,05	>1	73,11	12,52
МЦ НВ	0,15±0,05	1	130,61	30,32
МЦ ВВ	0,14±0,05	1	164,71	20,42

В рамках данной работы определены условия получения офтальмологических плёнок и установлены их некоторые физико-механические характеристики. Показано, что в границах одной плёнки разброс по толщине был несуществен, что говорит о подборе правильных условий метода сушки. Согласно представленным данным, плёнка, основой которой выступает МЦ ВВ является более эластичной и пластичной, в отличие от плёнки на основе ГПМЦ, - она более плотная и менее гибкая. Эластичность и прочность пленочных материалов закладывают основные эксплуатационные свойства изделий. Эфиры целлюлозы, а также выбранные условия их модификации позволяют получать плёночные материалы, обладающие высокой эластичностью, гладкостью, мягкостью и прозрачностью.

### Список литературы

1. Азнабаев М.Т. Глазные лекарственные пленки в профилактике инфекционно-воспалительных осложнений / М.Т. Азнабаев, Г.А. Азаматова, Г.Я. Гайсина // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2018. – Т. 14, №. 4. – 933-938 с.
2. Петрова-Соболь Т.И. К вопросу применения материалов на основе целлюлозы в медицинской практике / Т.И. Петрова-Соболь // Проблемы здоровья и экологии. – 2005. – №. 1 (3). – 138-141 с.

3.Роговин З.А. Химия целлюлозы / З.А. Роговин. – М., 1972. – 519 с.

4.Треушников В.М., Викторова Е.А. Основы создания биосовместимых и биостойких полимерных имплантатов / В.М. Треушников, Е.А. Викторова // Современные технологии в медицине. – 2015. – Т. 7, №. 3. – 149-171 с.

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ ГУБОК НА ОСНОВЕ КОЛЛАГЕНА РЫБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.В. Грехнева, К.Д. Гришаева  
Курский государственный университет,  
г. Курск

*Аннотация.* Статья посвящена изучению возможности изготовления губок медицинского назначения на основе коллагена, полученного из шкуры *Clarias gariepinus*, и определению состава губки обеспечивающего её максимальное водопоглощение. После изготовления, проанализировали свойства полученных губок, используя физико-химические методы исследования.

Наиболее распространенным сырьем для изготовления гемостатических губок является коллаген. Мы использовали коллаген рыбного происхождения, так как он безопасен в использовании, гипоаллергенен, а также отличается повышенной усвояемостью, что может влиять на более высокую эффективность применения гемостатических губок.

В ходе нашей работы коллагеновые губки были получены по методике, включающей приготовление состава, содержащего все необходимые компоненты, формовку, замораживание при  $-20^{\circ}\text{C}$ , выдерживание в течение 48 часов при указанной температуре, размораживание и сушку.

Было интересно изучить влияние состава гемостатических губок на их внешний вид, а также на изменение процента водопоглощения.

Состав гемостатических губок и их свойства

№	W% коллагена в концентрате	Гиалуроновая кислота, % от m(коллагена)	Глутаровый альдегид, % от m(коллагена)	HCl, % от m(коллагена)	Хитозан % от m(коллагена)	Толщина губки, см	Водопоглощение, %
1	5,5	0,1	10	*	*	0,3	67,8
2	5,5	*	10	*	*	0,4	67,9
3	5,5	0,1	10	*	*	0,5	44,9
4	5,5	*	10	*	*	0,5	53,7
5	5,5	*	10	10	*	0,5	56,4
6	5,5	*	10	*	*	0,4	55,9
7	5,5	*	10	*	100	0,7	55,9

Губки 1 и 2 по внешним признакам плотные, имели пористую структуру, поверхность ровная, но губка 1 наиболее устойчива к механическим

воздействиям. Губки 3 и 4 так же имели пористую структуру, но имели бугристую поверхность и не устойчивы к механическим воздействиям. Губки 5 и 6 пористые, эластичные, устойчивы к изгибу, растяжению и продавливанию, имеют бугристую поверхность. Губка 7 по внешнему виду оказалась наиболее удачной, так как она имела ровную поверхность, пористую структуру, обладала высокой эластичностью и устойчивостью к механическим воздействиям.

Методом ИК-спектроскопии показали глубину сшивки коллагена глутаровым альдегидом. Анализируемый пик в диапазоне 1485-1646 см<sup>-1</sup>, обусловлен валентными колебаниями аминогрупп белков, что доказывает наличие в системе пептидной связи.

Анализ полученных данных выявил, что включение гиалуроновой кислоты в состав гемостатических губок статистически значительно повышает их сопротивление внешним механическим воздействиям, а также обеспечивает улучшение водопоглощающей способности. Напротив, суспензия коллагена с добавлением хитозана формирует губки с более однородной поверхностью и повышенной пористостью, что потенциально способствует лучшей адгезии к раневой поверхности и усилению гемостатического эффекта, однако это достигается ценой некоторого снижения водопоглощения. Данные результаты позволяют предположить, что комбинирование гиалуроновой кислоты и хитозана, с дальнейшей оптимизацией их соотношения и способа введения, является перспективным направлением для разработки гемостатических материалов с заданными свойствами.

### Список литературы

1. Хаустова Г.А. Разработка технологий глубокой переработки рыбного шкурсырья для получения коллагена, гиалуроновой кислоты и готовых кож: дис. / Г.А. Хаустова. – Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013.

2. Байдалинова Л.С. Выделение натуральных структурообразователей белковой природы из коллагенсодержащего вторичного рыбного сырья / Л.С. Байдалинова, Е.Е. Ляпустина // Известия КГТУ. – 2018. – №. 51. – С. 45-60.

3. Сопромадзе С.Ш. Перспективы разработки и применения гемостатических губок на основе рыбного коллагена / С.Ш. Сопромадзе, В.А. Липатов // Innova. – 2020. – №. 3. – С. 42-47.

## ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕПТИДОВ ИЗ ЭПИДЕРМАЛЬНОЙ СЛИЗИ CLARIAS GARIEPILUS

Н.С. Александрова, Е.В. Грехнёва  
Курский государственный университет,  
г. Курск

*Аннотация.* Исследование посвящено выделению биологически активных пептидов из эпидермальной слизи *Clarias gariepinus*. Оптимизация процесса экстракции с применением уксусной кислоты позволила определить оптимальные параметры для получения пептидов.



Изучение влияния пептидов на продолжительность жизни человека – перспективное направление современной науки [1-3]. Пептидные комплексы, полученные из животных и морских организмов, входят в число все более востребованных лекарственных препаратов [4]. Эти пептиды проявляют широкий спектр биологической активности, включая иммуномодуляцию, антиоксидантную, антисептическую, антикоагулянтную и противоопухолевую активность.

За основу получения природных пептидов взяли рыбное сырьё, а конкретно эпидермальную слизь *Clarias gariepinus*. Развитая индустрия переработки вторичного сырья делает эпидермальную слизь привлекательным и экономически выгодным источником пептидных фракций, обладающих биологически активными свойствами. Широкое распространение технологий переработки позволяет получать эпидермальную слизь в больших объемах по сравнительно низкой цене, что существенно снижает себестоимость производства пептидных препаратов. Это открывает новые возможности для разработки биотехнологических продуктов на основе эпидермальной слизи, делая её перспективным сырьем для фармацевтической и косметической промышленности.

Методика выделения пептидов, разработанная ранее Хавинсоном, послужила основой для настоящего исследования. Для выделения низкомолекулярных пептидов была выбрана уксуснокислая экстракция. Во-первых, растворение под действием уксусной кислоты является весьма специфичным для белка, то есть, другие биологически активные вещества из клеток не будут растворены в значительной степени. Во-вторых, уксусная кислота является недорогой и безопасной для хранения, обработки и утилизации. Методика включает в себя экстракцию водным раствором уксусной кислоты, содержащей неорганическую соль, диспергирование ультразвуком, адсорбция с участием активированного угля, осаждение ацетоном в соотношении 1:3 и выделение полученного продукта.

В рамках исследования были использованы три концентрации кислоты 3 %, 5 % и 7 % масс (таблица). При этом наблюдалась корреляция между концентрацией кислоты, степенью извлечения пептидного комплекса и свойствами полученного продукта. В случае с 7 % уксусной кислоты произошло полное растворение белково-пептидной фракции с образованием устойчивого раствора извлечение из которого низкомолекулярных пептидов оказалось невозможно.

Условия выделения и характеристика пептидных фракций

Номер образца	Концентрация уксусной кислоты, % масс	Концентрация хлорида цинка, % масс	Выход продукта, % масс	Внешний вид пептидной фракции
Образец 1	3	0,1	0,85	Тёмно-серый
Образец 2	5	0,1	1,28	Тёмно-серый с коричневым оттенком
Образец 3	7	0,1	-	-

Повышение концентрации кислоты способствовало увеличению выхода пептидного комплекса, однако концентрация 7 % оказалась слишком высокой и препятствовала эффективному выделению пептидной фракции.

Белковая природа выделенных пептидов была подтверждена методом ИК-спектроскопии. Сравнение полученного спектра с данными библиотечной базы выявили наличие характерных полос поглощения, свидетельствующих о присутствии пептидных связей. Для определения количественного содержания белка применяли реактив Фолина–Чокальтеу и сравнивали полученные фракции с пробой альбумина.

### Список литературы

1. Caputi S. *Effect of short peptides on neuronal differentiation of stem cells* / S. Caputi [et al] // *International journal of immunopathology and pharmacology*. – 2019. – Т. 33. – С. 2058738419828613.

2. Ceafalan L.C. *Heterocellular molecular contacts in the mammalian stem cell niche* / L.C. Ceafalan [et al] // *European journal of cell biology*. – 2018. – Т. 97. – №. 6. – С. 442-461.

3. Sinjari B. *Short peptides protect oral stem cells from ageing* / B. Sinjari [et al] // *Stem cell reviews and reports*. – 2020. – Т. 16. – С. 159-166.

4. Хавинсон В.Х. *Пептидные геронпротекторы-эпигенетические регуляторы физиологических функций организма* / В.Х. Хавинсон [и др.]. – 2014. – С. 15-44.

## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ОКИСЛЕНИЯ ДОФАМИНА ПЕРСУЛЬФАТОМ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Э.А. Гороховская, В.В. Щербаков, Я.О. Межуев  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

**Аннотация.** В данной работе были проведены кинетические исследования реакции окисления гидрохлорида дофамина персульфатом калия кондуктометрическим методом при одинаковом соотношении веществ. В результате обработки результатов эксперимента было установлено, что не зависимо от соотношения реагирующих веществ реакция окисления протекает по первому порядку. Найденная величина энергии активации (63,5 кДж/моль) свидетельствует о том, что реакция протекает в кинетической области. Поэтому, перемешивание не влияет на механизм протекающей реакции и ее порядок.

### Введение

Биологически активные вещества вызывают повышенный интерес в области изучения механизмов и проектирования моделей их окисления. Одним из важнейших нейромедиаторов и гормонов является дофамин. Это вещество относится к катехоламинам и является производным двухатомного фенола [1]. Дофамин образуется в организме человека и изменение его концентрации в

организме в результате окисления приводит к различным заболеваниям [2, 3]. К числу таких заболеваний относится и болезнь Паркинсона, которая занимает второе место в мире по распространенности среди нейродегенеративных заболеваний и вызвана разрушением и гибелью вырабатываемых дофамином нейронов [4, 5]. Поэтому актуальными являются исследования процессов окисления дофамина, позволяющие на основе полученных данных разрабатывать новые методики лечения заболеваний, связанные с изменением концентрации биологически активных веществ в организме человека.

#### *Методика эксперимента*

Для исследований при соотношении реагирующих веществ 1:1 были приготовлены 0,02 М растворы гидрохлорида дофамина и персульфата калия. Растворы выдерживались в термостате при температуре эксперимента, смешивались и заливались в термостатируемую кондуктометрическую ячейку с платиновыми электродами. В момент начала эксперимента после смешения концентрации взаимодействующих веществ составляли 0,01 моль/л. Измерение сопротивления производилось с помощью автоматического моста переменного тока Е7-20. Для определения константы кондуктометрической ячейки использовались калибровочные растворы хлорида калия. Исследование процесса окисления дофамина проводилось в интервале температур 10-85 °С.

Дофамин – органическое основание, которое протонируется в кислой среде. Его соли хорошо растворимы в воде и относительно стабильны, поэтому при проведении исследований обычно используется гидрохлорид дофамина [6].

Реакция окисления гидрохлорида дофамина персульфатом калия описывается уравнением, которое представлено на рис. 1.

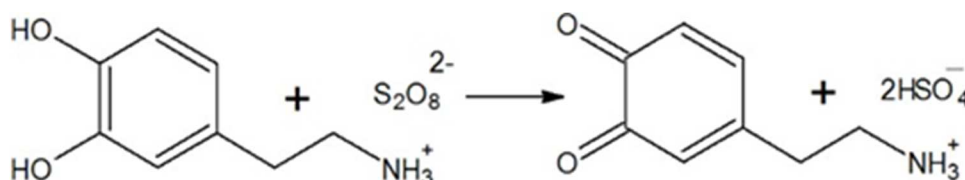


Рис. 1. Уравнение реакции окисления протонированной формы дофамина персульфат-ионом

Из этого уравнения видно, что в ходе протекания реакции образуется орто-хинон, который оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. В результате реакции увеличивается количество ионов, в результате чего происходит увеличение удельной электропроводности раствора.

Для определения порядка реакции окисления дофамина были построены графики зависимости концентрации ( $c$ ) от времени ( $\tau$ ) в различных координатах ( $\ln c - \tau$ ,  $1/c - \tau$ ,  $1/c^2 - \tau$ ). В ходе обработки данных было установлено, что прямолинейная зависимость получается в координатах натуральный логарифм концентрации дофамина от времени, т.е. реакция протекает по первому порядку. Также были проведены эксперименты окисления дофамина персульфатом калия в условиях перемешивания, которые показали, что перемешивание не оказывает влияния на порядок реакции, рис. 2.

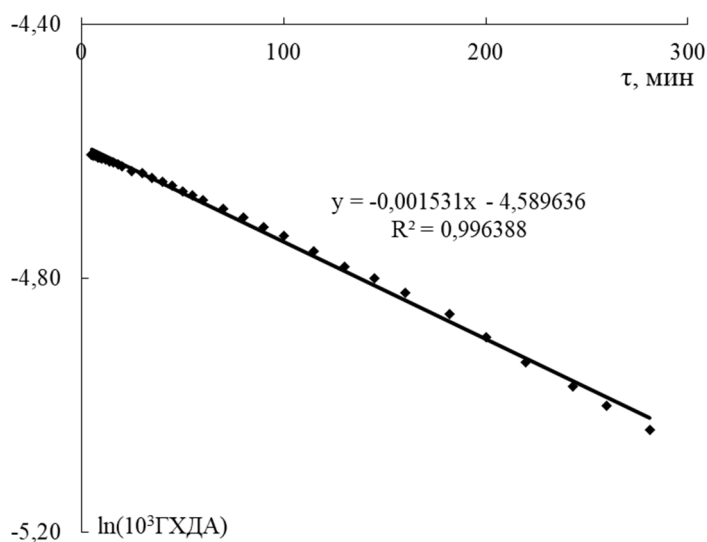


Рис. 2. Зависимость логарифма концентрации гидрохлорида дофамина от времени при проведении реакции окисления в условиях перемешивания;  $t=25^{\circ}\text{C}$

В результате проведенных экспериментов были получены величины констант скоростей  $k$  реакции окисления гидрохлорида дофамина персульфатом калия в интервале температур  $10-85^{\circ}\text{C}$ . Для определения энергии активации с использованием данных, полученных в нашей работе [7] был построен график  $\ln k - 1/T$  и получено уравнение этой зависимости, рис. 3.

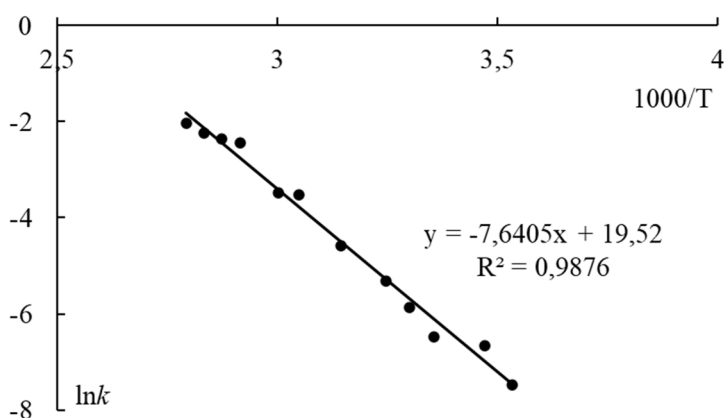


Рис. 3. Зависимость константы скорости от температуры в интервале  $10-85^{\circ}\text{C}$  при соотношении веществ 1:1

По тангенсу угла наклона этой зависимости была определена величина энергии активации, которая оказалась равной  $E_A=63,5$  кДж/моль. Реакция окисления гидрохлорида дофамина персульфатом калия протекает в кинетической области и проведенные в условиях перемешивания эксперименты подтверждают данное заключение.

### Список литературы

1. Franco R., Reyes-Resina I., Navarro G. Dopamine in Health and Disease: Much More Than a Neurotransmitter // *Biomedicines*. – 2021. – V. 9, № 2. – P. 109-122.

2. Kourosh-Arami M., Komaki, A., Zarrindast, M.R. Dopamine as a Potential Target for Learning and Memory: Contributing to Related Neurological Disorders // *CNS & Neurological Disorders - Drug Targets*. – 2023. – V. 22, № 4. – P. 558-576.

3. Klein M.O., Battagello D.S., Cardoso A.R., Hauser D.N., Bittencourt J.C., Correa R.G. Dopamine: Functions, Signaling, and Association with Neurological Diseases. *Cellular and Molecular Neurobiology*. – 2019. – V. 39, № 1. – P. 31-59.

4. Latif S., Jahangeer M., Maknoon Razia D., Ashiq M., Ghaffar A., Akram M., El Allam A., Bouyahya A., Garipova L., Ali Shariati, Thiruvengadam M., Azam Ansari M. Dopamine in Parkinson's disease // *Clinica Chimica Acta*. 2021. – V. 522. – P. 114-126.

5. Bu M., Farrer M. J., Khoshbouei H. Dynamic control of the dopamine transporter in neurotransmission and homeostasis // *Npj Parkinson's Disease*. – 2021. – V. 7, № 1. – P. 1-11.

6. Salomaki M., Marttila L., Kivela H., Ouvinen T., Lukkari J. Effects of pH and Oxidants on the First Steps of Polydopamine Formation: A Thermodynamic Approach // *The Journal of Physical Chemistry B*. 2018. – V. 124, № 24. – P. 6314-6327.

7. Гороховская Э.А. Применение кондуктометрического метода для изучения кинетики окисления допамина персульфатом калия в водном растворе / Э.А. Гороховская, Я.О. Межуев, В.В. Щербаков // *Успехи в химии и химической технологии*. – 2020. – Т. 34, №7. – С. 20-22.

## **ПОДБОР УСЛОВИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИОНООБМЕННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ОЧИЩЕННЫХ КОНЦЕНТРАТОВ КОРОНАВИРУСА SARS-CoV-2**

К.А. Небесный<sup>1,2</sup>, А.А. Ковпак<sup>1</sup>, Н.В. Яковлев<sup>1</sup>,  
Д.И. Дмитрачков<sup>1</sup>, И.П. Седишев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова» РАН,  
г. Москва

<sup>2</sup> ФГБОУВО «МИРЭА – Российский технологический университет»,  
г. Москва

*Аннотация.* Проведена хроматографическая очистка концентратов коронавируса SARS-CoV-2. Собранные при разных значениях соли натрия хлорида в элюирующем буферном растворе фракции очищенного концентрата были проанализированы по ряду показателей. Подобран химический состав элюирующего буферного раствора, который позволяет получить очищенные фракции коронавируса концентрата с высокими показателями выхода по целевому антигену вируса и степенью очистки от остаточной клеточной ДНК.

При производстве иммунобиологических препаратов, например, инактивированных цельновирионных вакцин, одним из первых этапов очистки вирусных концентратов от примесных компонентов, является эксклюзионная хроматография, которая элюирует компоненты из колонны в порядке уменьшения их молекулярной массы [1]. Однако, в случаях, когда молекулярные массы примесных компонентов и вирусной частицы схожи такой тип

хроматографии не всегда позволяет получить очищенные вирусные концентраты, которые бы соответствовали стандартам качества производства вакцин [2].

Одним из способов решения данной проблемы может стать применение селективного разделения вирусного концентрата, а именно использовать в качестве первого этапа очистки при производстве полуфабрикатов для производства вакцин ионообменную хроматографию, так как разделение компонентов основывается не на молекулярной массе разделяемых объектов смеси, а на взаимодействии между заряженной матрицей сорбента с зарядом на поверхности разделяемых компонентов [3].

Основываясь на литературных данных об изоэлектрической точке белков [4] можно разработать метод получения очищенного концентрата коронавируса с помощью ионообменной хроматографии в качестве первого этапа очистки вакцинного полуфабриката, который позволяет получить продукт с более высоким содержанием целевого антигена в отличие от традиционной схемы, в которой первой стадией является эксклюзионная хроматография [5].

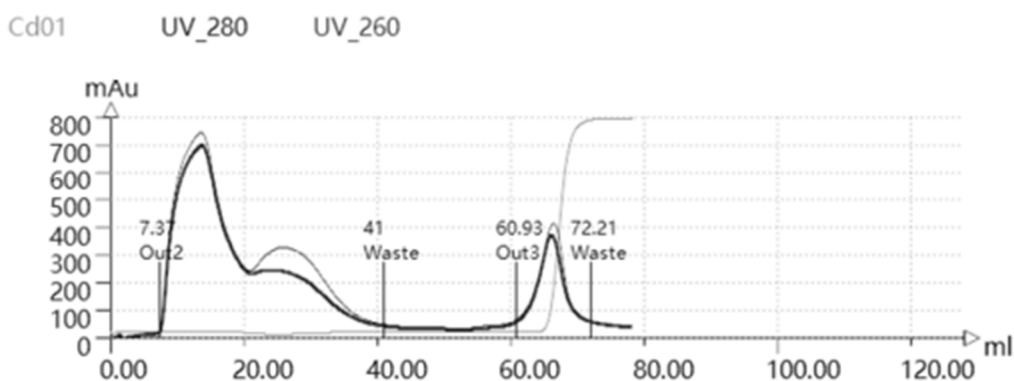
Данный метод хроматографии успешно применяется для получения очищенного препарата при производстве инактивированной вакцины от полиомиелита [6].

Так как при загрузке на хроматографическую колонну все компоненты смеси сорбируются на заряженную матрицу сорбента, то необходимо подобрать такую концентрацию соли хлорида натрия в буферном растворе, чтобы элюирование компонентов смеси, связанных с сорбентом, было постепенным и нарастало с увеличением концентрации соли натрия хлорида в элюирующем буферном растворе.

В данной работе применялись буферные растворы с разным содержанием соли натрия хлорида с целью подбора оптимальных условий для элюирования различных примесей, например, остаточной клеточной ДНК, и целевого антигена коронавируса SARS-CoV-2.

При проведении ионообменной хроматографии было получено 2 фракции очищенного вирусного концентрата (рисунок), которые были собраны при разной концентрации соли хлорида натрия в элюирующем буферном растворе.

Chromatogram:



Хроматограмма очистки коронавирусного концентрата SARS-CoV-2

В первой собранной фракции выход целевого продукта составил 77,2% ±5, а степень очистки от остаточной клеточной ДНК составляет 94,2% ±5. Во второй собранной фракции выход значительно ниже и составляет 6,4% ±5 и степень очистки от остаточной клеточной ДНК составляет 5,4% ±5.

Таким образом, была проведена хроматографическая очистка, используя метод ионообменной хроматографии, где был подобран химический состав элюирующего буферного раствора, который позволяет получить очищенные фракции с высокими показателями по выходу целевого антигена коронавируса и степени очистки от остаточной клеточной ДНК.

Подбор состава буферного раствора для проведения ионообменной хроматографии позволит, также, в дальнейшем использовать отработанную методику для очистки других инактивированных цельновирионных оболочечных вирусов.

### Список литературы

1. Hossienizadeh S.M.J., Bagheri M., Alizadeh M., Rahimi M., Azimi S.M., Kamalzade M., Es-Haghi A., Ghassempour A. Two Dimensional Anion Exchange-Size Exclusion Chromatography Combined with Mathematical Modeling for Downstream Processing of Foot and Mouth Disease Vaccine. *J. Chromatogr. A*. 2021;1643:462070. doi: 10.1016/j.chroma.2021.462070.
2. Konz J.O., Lee A.L., Lewis J.A., Sagar S.L. Development of a purification process for adenovirus: Controlling virus aggregation to improve the clearance of host cell DNA. *Biotechnol. Prog.* 2005;21:466–472. doi: 10.1021/bp049644r.
3. Knudsen H.L., Fahrner R.L., Xu Y., Norling L.A., Blank G.S. Membrane ion-exchange chromatography for process-scale antibody purification. *J. Chromatogr. A*. 2001;907:145–154. doi: 10.1016/S0021-9673(00)01041-4.
4. Areo O, Joshi PU, Obrenovich M, Tayahi M, Heldt CL. Single-Particle Characterization of SARS-CoV-2 Isoelectric Point and Comparison to Variants of Interest. *Microorganisms*. 2021 Jul 28;9(8):1606. doi: 10.3390/microorganisms9081606. PMID: 34442686;
5. Pang JH, Guo CF, Hao PL, Meng SL, Guo J, Zhang D, Ji YQ, Ming PG. Evaluation of the Robustness Verification of Downstream Production Process for Inactivated SARS-CoV-2 Vaccine and Different Chromatography Medium Purification Effects. *Vaccines (Basel)*. 2024 Jan 6;12(1):56. doi: 10.3390/vaccines12010056.
6. Пуняева А.Н., Ковпак А.А., Ивин Ю.Ю., Санджиева С.Х., Шишова А.А., Целых И.О., Василенко В.Е., Каа К.В., Мажед Ж.Х., Ханчаев Ю.Х., Синюгина А.А., Ишмухаметов А.А. Применение ионообменной хроматографии при разработке технологии получения инактивированной вакцины против полиомиелита. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2022;21(5):107-119. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-5-107-119>.

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ, КАК ОБЪЕКТЫ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В.В. Климов

Забайкальский государственный университет,  
г. Чита

*Аннотация.* Статья «Образовательные учреждения как объекты террористических воздействий» рассматривает актуальные вопросы безопасности учебных заведений в условиях возрастания террористических угроз. Статья акцентирует внимание на необходимости комплексного подхода к защите образовательных учреждений и разработке стратегий противодействия угрозам терроризма.

*Ключевые слова:* терроризм, организованная преступность, социальный протест, религиозный экстремизм, международная преступность.

В условиях современного общества террористические акты стали неотъемлемой частью повседневной жизни, представляя серьёзную угрозу национальной безопасности. Кроме того, каждое сообщение о новом теракте вызывает шок и ужас во всём мире, превращаясь в общую трагедию для всех стран. Главной целью террористов обычно становятся люди, общественные организации, объекты систем жизнеобеспечения и социально значимые объекты.

Образовательные учреждения, как социально значимые объекты, наиболее уязвимые и способные привлечь особое внимание общественности, часто используются террористами для достижения своих политических, идеологических или иных целей. Террористические угрозы представляют собой совокупность возможных действий, направленных на причинение вреда учащимся, персоналу и инфраструктуре учебных заведений.

### **1. Виды террористических угроз и образовательные учреждения, как цели терроризма.**

Террористические организации в качестве целей, как правило, выбирают наиболее незащищённые объекты, используя для достижения своих требований различные способы воздействия.

**Целевые объекты.** Образовательные учреждения, включая школы, университеты, детские сады из-за их малой защищённости часто становятся целями такого воздействия. Учащиеся, преподаватели и сотрудники учреждений, как правило, не обладают достаточной подготовкой для защиты от вооружённых нападений, что делает такие объекты легко уязвимыми для террористических атак, а дети и молодежь, как наиболее беззащитные жертвы, чаще привлекают внимание террористов.

**Цели террористических организаций:** в ходе изучения различных материалов и статистики можно выделить несколько целей, которые определяют для себя террористы и террористические организации.

Основной целью является дестабилизация общества, подрыв доверия к государственным органам, ответственным за обеспечение безопасности.



Следующей целью является достижение политических или идеологических требований, выдвижением различных ультиматумов властям, а также обществу.

Главной целью террористов и террористических организаций является создание психологического эффекта страха среди граждан, способного вызвать длительные психологические травмы у выживших, их семей и общества в целом.

### **Основные виды террористических угроз.**

Минирование и взрывы. Угроза взрывных устройств (реальных или ложных) в образовательных учреждениях представляет собой особую форму террора, выраженную или фактической закладкой взрывного устройства, или в ложных сообщениях о его наличии, что приводит к нарушению учебного процесса.

Кибератаки. Современные террористические группы в условиях системной цифровизации образовательной среды для дестабилизации деятельности учреждений всё чаще используют киберпространство, взламывая информационные системы образовательных организаций, вызывая утечку данных учащихся, учителей и сотрудников, а также распространяя дезинформацию с целью вызвать панику.

Химические, биологические, радиологические и ядерные угрозы (ХБРЯ). Использование химических, биологических, радиологических или ядерных агентов (ХБРЯ) в образовательных учреждениях представляет собой крайне опасную форму террористической угрозы для массового воздействия на людей и создания долгосрочных последствий для здоровья и окружающей среды. Сравнительно лёгкий доступ к опасным компонентам и потенциальная сила определяет приоритетность их применения.

Идеологическое воздействие на сознание учащихся с целью радикализации их поведенческих мотивов – одна из более тонких форм террористических угроз. Террористические группы в этих целях могут использовать различные каналы, интернет, социальные сети и другие коммуникационные платформы. В результате чего в образовательных учреждениях создаются внутренние угрозы безопасности.

Социальные или экономические диверсии, выражающиеся в попытках подрыва доверия к государственной системе образования, дестабилизации образовательной системы через подстрекательство к массовым противоправным действиям или блокировке работы учебных заведений путём нанесения им экономического ущерба.

### **2. Физическое нападение, как форма террористической угрозы.**

Физическое нападение наиболее явная и часто применяемая форма террористической угрозы, предполагающая непосредственное применение силы, в том числе вооруженные нападения, захват заложников, взрывы или массовые расправы в учебных заведениях, что всегда приводит к человеческим жертвам и материальному ущербу.

**К наиболее опасным методам террористических угроз террористов можно отнести:**

- захват заложников, как один из распространенных методов физического

нападения. Террористы, угрожая их жизни и здоровью, выдвигают свои политические или экономические требования. Один из примеров – школа № 1 в Беслане (2004 г.);

- массовые расстрелы: террористы могут использовать огнестрельное оружие для нанесения максимального ущерба за короткий промежуток времени, что определяет высокий уровень насилия;

- взрывы и минирование территории образовательной организации, в том числе вблизи или внутри зданий, что является еще одним методом физического нападения с массовым поражением людей и разрушениями инфраструктуры.

#### **Последствия физических нападений:**

Человеческие потери: ранения или гибель учащихся и сотрудников образовательных учреждений.

Психологический эффект наиболее разрушительных последствий вызывает долгосрочные психологические травмы как у непосредственно пострадавших, так и у их родственников и общества в целом.

Разрушение инфраструктуры в результате вооружённых нападений препятствует нормальному функционированию образовательного процесса. Восстановление таких учреждений после террористических актов требует времени и значительных финансовых ресурсов.

Физическое нападение террористических организаций, как наиболее опасная форма угроз, требует комплексных мер по профилактике и обеспечению безопасности.

#### **Меры по предотвращению физических нападений:**

1. Повышение уровня физической безопасности: установка систем видеонаблюдения, контроль доступа, наличие охранных служб, металлодетекторов и других технических средств.

2. Обучение персонала и учащихся образовательных учреждений, а также тренировки по действиям в чрезвычайных ситуациях, включая нападения террористов.

3. налаженное взаимодействие с органами МВД и другими спецслужбами на стадии планирования КТО.

4. Информационная работа с учащимися и родителями, направленная на повышение осведомленности о возможных угрозах и правилах поведения в условиях террористического захвата.

**Вывод.** Террористические угрозы для образовательных учреждений разнообразны. Каждая из них требует разработки специфических мер по обеспечению безопасности, учитывающих как профилактику, так и оперативное реагирование в случае возникновения опасности.

Особенностями террористических угроз для образовательных учреждений являются:

- символическая значимость: нападения на учебные заведения воспринимаются обществом особенно остро, так как они направлены против детей и молодежи – наиболее уязвимой части населения;

- уязвимость инфраструктуры: многие школы и вузы не имеют достаточного уровня физической защиты, что делает их легкими целями для террористи-

ческих актов;

- психологические последствия, как для непосредственных участников событий, так и для общества в целом, вызывающие широкий резонанс и панику.

Мероприятия по антитеррористической защищённости образовательных учреждений установлены постановлениями федерального Правительства от 2 августа 2019 г. N 1006 и от 7 ноября 2019 г. N 1421 для систем среднего и высшего образования Российской Федерации, соответственно.

### **Список литературы**

1. *Акимова О.В. Обеспечение безопасности образовательных учреждений: современные вызовы и пути их решения / О.В. Акимова // Вестник образования. – 2022. – № 3. – С. 45-52.*

2. *Васильев П.С. Терроризм и образовательная среда: профилактические меры и правовые аспекты / П.С. Васильев // Современное право. – 2021. – № 6. – С. 112-119.*

3. *Гаврилов И.Н. Угрозы безопасности образовательных организаций в условиях современных террористических рисков / И.Н. Гаврилов, Е.А. Петрова // Безопасность и защита информации. – 2020. – Т. 28, № 2. – С. 78-85.*

4. *Иванов А.В. Организация системы антитеррористической защиты в образовательных учреждениях / А.В. Иванов // Образование и безопасность. – 2023. – № 4. – С. 90-98.*

5. *Кузнецов М.С. Противодействие терроризму в образовательных организациях: правовые и организационные аспекты / М.С. Кузнецов // Вестник общественной безопасности. – 2021. – № 5. – С. 65-73.*

6. *Лапшин Д.А. Технологические решения в обеспечении безопасности школ и университетов / Д.А. Лапшин, Н.М. Сергеева // Инновационные технологии в образовании. – 2022. – Т. 17, № 3. – С. 33-41.*

7. *Национальный антитеррористический комитет. Методические рекомендации по обеспечению антитеррористической защищенности объектов образования. – М.: НАК, 2022.*

8. *Прудникова Л.С. Роль педагогов в профилактике экстремистских проявлений в молодежной среде / Л.С. Прудникова // Психология и педагогика безопасности. – 2020. – № 2. – С. 25-30.*

## **ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ НА ИНДУСТРИЮ 4.0**

О.Н. Бурмистрова, Ю.М. Чемшикова, М.В. Коломинова  
Ухтинский государственный технический университет,  
г. Ухта

*Аннотация.* Оценка неопределенности измерений является ключевым аспектом метрологии, и для этой цели широко используется Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM). В последние два десятилетия возрос интерес к анализу динамических измерений, которые зависят от времени. С учетом стремительного роста технологий Интернета вещей (IoT) и Индустрии 4.0 это направление стало еще более

*важным. Данная работа посвящена основам динамической неопределенности измерений и их развитию в контексте неопределенности в IoT.*

Динамические измерения становятся все более актуальными для метрологии и промышленности в последние двадцать лет. К числу типичных примеров динамических измерений можно отнести непрерывное получение спутниковых данных GPS (где возникает проблема с временем обработки), измерение ускорения или вибрации в ходе тестов (с проблемами времени отклика оборудования и характеристик датчиков), а также измерение температуры в быстро изменяющихся условиях (также с проблемой времени отклика измерительных приборов). Особое внимание уделяется оценке неопределенности таких измерений в соответствии с GUM [1].

Анализ динамических измерений тесно связан с обработкой сигналов и теорией систем. В этой связи сигнал рассматривается как модель величин, зависящих от времени. Обычно измерительное устройство моделируется как система, где величины выступают в роли входных и выходных сигналов. Это может быть линейная временно-инвариантная модель (LTI), система в пространстве состояний или другие подходы. Измеряемая величина в данном контексте – это входной сигнал устройства, который обычно фиксируется в определенные дискретные моменты времени. Оценка этой величины требует «инверсии» модели системы.

Чаще всего обсуждается вопрос оценки времени-зависимой величины. Главная проблема в решении некорректной обратной задачи заключается в том, что модель для оценки измеряемой величины может быть искажена из-за необходимости применения регуляризации. Существуют методы, позволяющие учитывать систематическое смещение в бюджете неопределенности для конкретного случая, однако в целом не существует единого подхода или руководства. Основное затруднение при калибровке измерительной системы для динамических измерений заключается в необходимости охвата широкого диапазона частот, чтобы результаты калибровки можно было применять на практике.

Внедрение методов, моделей и подходов для анализа динамических измерений зачастую оказывается более сложной задачей, чем для других типов измерений из-за математической сложности. Во многих практических сценариях и областях промышленных приложений существует коммерческое программное обеспечение для поддержки оценки неопределенностей, но это не касается динамических измерений [2].

С развитием Интернета вещей (IoT) и концепции Индустрии 4.0 мир метрологии претерпевает стремительные изменения. В частности, сенсорные сети становятся более предпочтительными по сравнению с отдельными датчиками. Это связано с тем, что анализ данных из больших массивов в почти реальном времени стал возможен, благодаря доступности недорогих датчиков. В этой связи меняется и роль математического моделирования, учитывая растущее использование методов, основанных на машинном обучении.

Современные достижения в метрологии, такие как создание моделей

данных на основе Системы международных единиц для IoT, служат основой для обеспечения сопоставимости и надежности получаемых измерений. Разрабатываются новые методики калибровки цифровых датчиков, включая калибровку температурных датчиков непосредственно на месте, чтобы обеспечить метрологические услуги для измерительных приборов в условиях IoT и Индустрии 4.0.

Данные, поступающие от IoT-измерительных устройств, имеют временную зависимость, и методы обработки сигналов часто используют для предварительной обработки этой информации. Например, дискретное преобразование Фурье часто применяется для извлечения признаков из вибрационных измерений, которые впоследствии используются в методах машинного обучения. Оценка неопределенности в таких системах обработки данных должна осуществляться в реальном времени и быть надежной и простой в реализации. В соответствии с тенденцией к увеличению «умности» датчиков, анализ собранных данных также должен автоматизироваться и становиться более интеллектуальным. Это связано с ростом объемов данных, которые необходимо обрабатывать в рамках IoT и Индустрии 4.0. Таким образом, речь идет не только о единственном измерении, требующем модель, оценку бюджета и неопределенности, но о необходимости анализа потоков данных с множества (сотен) датчиков. Достичь этого можно лишь с помощью автоматизированных, гибких и интеллектуальных решений.

Так называемые «умные датчики» – это измерительные устройства, которые содержат элементы предварительной обработки, и производители, как правило, отвечают за их разработку. Степень предварительной обработки может варьироваться от простого аналого-цифрового преобразования до сложного учёта различных влияющих факторов, что делает процесс калибровки и проверки таких устройств довольно сложным, поскольку для пользователей они остаются чем-то вроде «черного ящика». На данный момент отсутствуют общие стандарты калибровки или неопределенности измерений для интегрированной предварительной обработки. Однако существующие подходы и опыт динамического анализа измерений в метрологии могут стать хорошей основой для решения некоторых из этих вызовов [3].

Как указано выше, линейные инвариантные во времени (LTI) системы часто используются для моделирования измерительных приборов, применяемых в динамических измерениях. То есть система  $z(t) = H[y(t)]$  моделирующая связь между входным сигналом  $y(t)$  и выходным сигналом  $z(t)$ , является линейной по своим входам и не меняется со временем.

Математически связь между входным и выходным сигналом затем задается сверткой

$$z(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t - \tau)y(\tau)d\tau, \quad (1)$$

где  $h(t)$  – функция импульсного отклика системы.

Другие эквивалентные представления системы – это модель передаточной функции и модель частотной области. Калибровка модели системы ЛТИ для измерительного устройства, которое будет применяться для динамических измерений, требует характеристики одного из этих представлений, также известного как идентификация системы. Подход к оценке неопределенности в идентификации системы зависит от рассматриваемого представления. Когда рассматривается импульсная характеристика, необходимо оценить конечный временной интервал, дискретный временной вектор значений импульсной характеристики. Неопределенность, связанная с импульсной характеристикой, тогда является ковариационной матрицей для соответствующей векторной величины. Когда рассматривается частотная характеристика, необходимо оценить вектор действительной и мнимой частей частотной характеристики на частотах от 0 Гц до частоты Найквиста. Неопределенность, связанная с частотной характеристикой, тогда является ковариационной матрицей для действительной и мнимой частей. В других случаях в качестве модели используется параметрическая модельная функция. Типичным примером является модель второго порядка:

$$H(s) = \frac{S_0 \omega^2}{s^2 + 2\delta \omega s + \omega^2} \cdot \quad (2)$$

где  $S_0$  – параметры статического усиления;  $\delta$  – параметры статического затухания;  $\omega$  – параметры радиальной резонансной частоты.

Оценка передаточной функции затем требует решения задачи оценки наименьших квадратов. Неопределенность, связанная с результатом калибровки, затем задается ковариационной матрицей для вектора параметров модели.

Как упоминалось выше, в IoT и в индустрии 4.0 датчики редко применяются по отдельности. Вместо этого сети датчиков используются вместе с методами слияния данных. В обработке сигналов и теории систем для этой настройки используются модели систем в пространстве состояний:

$$\dot{v}(t) = f(v(t), y(t), t) \quad (3)$$

$$z(t) = g(v(t), y(t), t) \quad (4)$$

В модели вектором  $y(t)$ , зависящим от времени  $v(t)$  данных датчика,  $z(t)$  внутренних состояний и  $\dot{f}$  наблюдаемых измерений сети датчиков, а также с функцией  $\dot{g}$ , моделирующей динамику внутреннего состояния. То есть уравнение (3) определяет внутреннее (скрытое) состояние системы, а (4) определяет наблюдаемый выход. Когда внутреннее состояние  $v(t)$  представляет интерес, применяются методы оценки состояния. Для определенных случаев хорошо известный фильтр Калмана или расширенный фильтр Калмана являются хорошим выбором. Модель пространства состояний является общей в том смысле, что функция эволюции состояния и функция измерения не указаны. В частности, эта общая модель также охватывает использование методов машинного обучения для слияния данных. Для оценки неопределенности при применении модели необходимо рассмотреть конкретный сценарий функций

модели. В любом случае вектор  $y(t)$  данных с датчиков в сенсорной сети должен быть связан с утверждением о неопределенности. Для отдельных датчиков описанные выше подходы к калибровке могут стать одной из отправных точек для получения неопределенности, связанной с  $y(t)$ .

Измерительные аппараты в рамках IoT и индустрии 4.0 могут содержать машиночитаемую информацию о модели сенсорной системы и ее характеристиках, включая связанную с ними неопределенность. Эта информация может быть автоматически использована другими компонентами в процессе обработки данных для оценки качества данных и применения методов компенсации при необходимости. Несомненно, неопределенность, связанная с  $y(t)$ , может быть получена автоматически, если данные от отдельных датчиков представлены корректно. Однако для этого необходимы стандартизированные или согласованные подходы к передаче информации о калибровке. Кроме того, формат данных должен быть машинно-интерпретируемым.

Таким образом, анализ динамических измерений уже на протяжении нескольких лет является активным направлением исследований в области метрологии. В результате появились разнообразные инструменты и методы для оценки неопределенностей в задачах обработки сигналов. Этот набор методов может служить отличной основой для передачи неопределенностей измерений в IoT и индустрии 4.0, где используются методы слияния данных и машинного обучения на предварительно обработанных данных. Многие стандартные задачи предварительной обработки основаны на методах обработки сигналов. В настоящее время также разрабатываются новые методы, которые охватывают вейвлет-преобразование, кусочно-линейную аппроксимацию, устранение джиттера и неопределенности во временных метках.

### Список литературы

1. Введение к «Руководству по выражению неопределенности измерения» и сопутствующим документам. Оценивание данных измерений / Пер. с англ. под науч. ред. д.т.н., проф. В.А. Слаева, д.т.н. А.Г. Чуновкиной. – СПб.: «Профессионал», 2011. – 58 с.: ил.

2. Киселев М.И. XIII Всероссийское совещание-семинар «Инженерно-физические проблемы новой техники» (Проблемы метрологии и индустрии 4.0) / М.И. Киселев, Е.Д. Позднякова, А.С. Комишин // Научно-технологические проблемы экономики. – 2018. – Т. 19, № 7. – С. 45-48.

3. Белобрагин В.Я. Качество и метрология в проекции Индустрии 4.0 / В.Я. Белобрагин, Т.А. Салимова, А.С. Комишин, Н.Ш. Ватолкина // Стандарты и качество. – 2024. – № 5. – С. 62-65. – DOI 10.35400/0038-9692-2024-5-114-24.

# ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ ТИОАКРИДОНА ФЕНАЦИЛБРОМИДОМ С ПОМОЩЬЮ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Ю.А. Маркова, Т.Н. Кудрявцева  
Курский государственный университет,  
г. Курск

**Аннотация.** С помощью квантово-химических расчетов произведена оценка наиболее вероятного направления реакции алкилирования тиаакридона фенацилбромидом. Результаты расчетов показывают, что реакция должна протекать селективно с образованием S-продукта (2-(акридин-9-илтио)-1-фенилэтан-1-она) вследствие более низкой энергии Гиббса и меньшего энергетического барьера. Работа демонстрирует эффективность квантово-химических методов в прогнозировании селективности подобных реакций.

Фенацилбромиды (ФАБ) активно используются в реакциях алкилирования с целью получения различных конденсированных гетероциклических соединений. Известно, что ФАБ может проявлять амбидентные свойства, так, например, если в пиридине имеется нуклеофильный заместитель в  $\alpha$ -положении, то такое вещество способно образовывать не только N-продукт, но и Nu-продукт взаимодействия [1].

Поэтому представляло интерес оценить наиболее вероятное протекание реакции алкилирования тиаакридона фенацилбромидом (рисунок) с помощью квантово-химических расчетов. Кинетические и термодинамические характеристики продукта реакции определяли с помощью программного комплекса Gaussian 09W методом расчета DFT в базисе B3LYP 321-G.

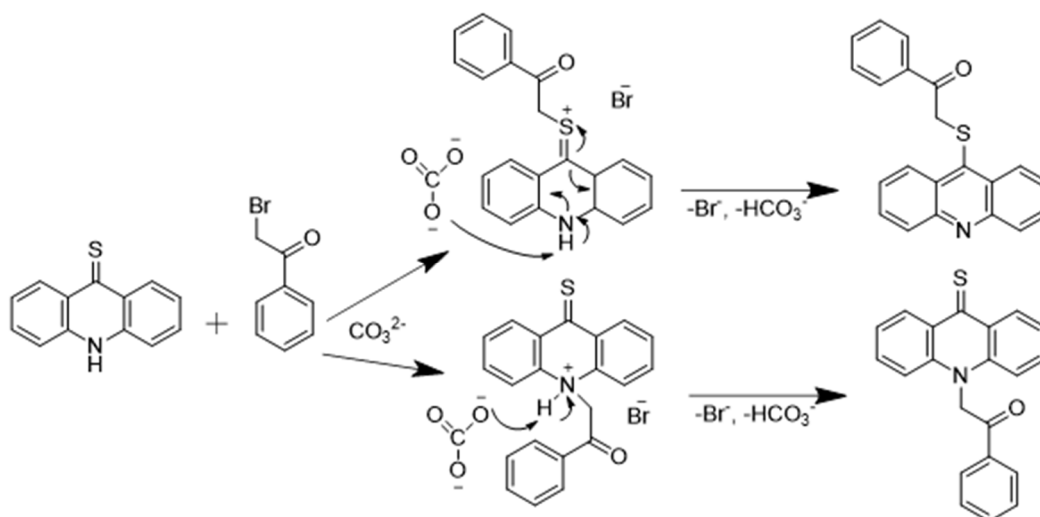


Схема алкилирования тиаакридона фенацилбромидом

Так, для каждого соединения были вычислены термодинамические и кинетические параметры, что позволило рассчитать свободную энергию Гиббса и энергию активации N-алкилированного и S-алкилированного продуктов. Результаты приведены в таблице.



### Термодинамические характеристики

Параметры	S-продукт	N-продукт
$\Delta G$ , кДж/моль	-12,21	-3,21
$E_a$ , кДж/моль	111,24	198,18

Исходя из данных таблицы, можно утверждать, что реакция алкилирования тиаокридона фенацилбромидом должна протекать с образованием S-продукта, так как энергия Гиббса ниже именно для этого процесса. Энергетический барьер также ниже для реакции S-алкилирования, по сравнению с реакцией N-алкилирования. Полученные результаты подтверждены экспериментально проведением алкилирования тиаокридона фенацилбромидом в среде ДМФА. Структура полученного 2-(акридин-9-илтио)-1-фенилэтан-1-она подтверждена физико-химическими методами.

Таким образом, с помощью квантово-химических расчетов показано, что реакция алкилирования тиаокридона фенацилбромидом должна протекать селективно по атому серы с образованием 2-(акридин-9-илтио)-1-фенилэтан-1-она.

### Список литературы

1. Fabian A. Mechanism of nucleophilic substitutions at phenacyl bromides with pyridines. A computational study of intermediate and transition state / A. Fabian, F. Ruff, O. Farkas / *Journal of Physical Organic Chemistry*, 2008. – Vol. 21, №. 11. – P. 988-996.

## ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УКРЕПЛЕНИЯ СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.А. Бабашкин, Е.Д. Година, И.И. Клейменова  
Западно-Подмосковный институт туризма-филиал РМАТ,  
р.п. Большие Вязёмы

*Аннотация.* В статье рассматриваются возможные пути решения проблемы укрепления социокультурной идентичности российского общества и повышения уровня его образования, а также акцентируется значение дополнительного профессионального образования как элемента системы непрерывного образования. Характеризуются виды дополнительного профессионального образования и делается вывод о возможности реализации целей, стоящих в настоящее время перед дополнительным профессиональным образованием в контексте укрепления социокультурной идентичности российского общества и повышения качества его образования.

Укрепление социокультурной идентичности российского общества и повышение качества его образования являются одними из приоритетных целей научно-технологического развития России, что декларируется Указом Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 года № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и

перечня важнейших наукоемких технологий» [2]. На современном этапе процесс формирования социокультурной идентичности в Российской Федерации – ключевая задача консолидации многонационального и многоконфессионального народа России.

Социокультурная идентичность понимается как «устойчивое социально-психологическое состояние субъекта, выражающее его отношение к самому себе, окружающим, окружению, проявляющееся в поведении, образе мысли, доминантных ценностях, способ» [11, с 86]. То есть в ходе становления социокультурной идентичности личности происходит формирование представлений о себе как имеющим отношение к определенному типу культуры, национальному менталитету. При этом содержанием социокультурной идентичности являются социальные нормы и культурные представления, суждения, разделяемые в той или иной степени членами групп и общностей, в которые включен индивид. Ведущим условием становления и развития социокультурной идентичности гражданина России выступает социокультурное пространство, частью которого является система непрерывного образования, глобальной целью которой должно быть укрепление национального согласия, общероссийской гражданской идентичности и единства многонационального народа Российской Федерации, воспитание патриотизма и культуры межнационального общения.

Социокультурное пространство имеет несколько измерений: его высота – это высота иерархий и степень «отстояния» повседневных моментов от духовных, длина – это протяженность влияния духовных смыслов на повседневность, а ширина – это насыщенность духовным содержанием, степень присутствия духовных смыслов в каждом социальном процессе, в первую очередь – в образовательном процессе [8]. Достижение поставленных Указом Президента Российской Федерации целей по укреплению социокультурной идентичности российского общества и повышению уровня его образования на единой концептуальной основе возможно при полной координации деятельности уполномоченных федеральных органов исполнительной власти в сферах культуры, государственной национальной, молодежной и информационной политики, науки, а также в сфере непрерывного образования. При этом в современном российском социуме уровень интеллектуального развития его членов становится определяющим фактором развития экономики и становления новых общественных отношений. Именно поэтому повышается статус образования, формируются новые требования к его качеству.

Однако сложившаяся в последнее десятилетие ситуация в области социокультурного образования характеризуется комплексом системных проблем:

- действующее законодательство рассматривает систему образования как совокупность образовательных организаций независимо от их типов и видов, в том числе и отраслевой принадлежности;
- отсутствует стратегия развития социокультурного образования как на региональном, так и на государственном уровнях;
- доминирует «знаниевая» парадигма над «компетентностной»;

- не сформирована система непрерывного профессионального образования социокультурной направленности, что дало бы возможность решить проблемы укрепления социокультурной идентичности российского общества [4].

В настоящее время в отечественной литературе используется несколько различающихся между собой понятий непрерывного образования. Для определения, описания, а также квантифицирования характеристик непрерывного образования, чаще всего используется следующая типология [9]:

- непрерывное образование как образование на протяжении всей жизни;
- непрерывное образование как образование взрослых;
- непрерывное образование как непрерывное профессиональное образование (ДПО).

В Федеральном законе РФ № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [1] делается акцент на развитии системы дополнительного профессионального образования как системообразующего фактора непрерывного профессионального образования. В научной литературе отмечается, что «дополнительное профессиональное образование является ключевым элементом системы непрерывного профессионального образования, обеспечивающим эффективное и своевременное удовлетворение системой образования потребностей и запросов» [12, с. 30]. При этом каждый этап социального развития формирует свои требования к системе образования, формулируя задачи, средства, пути ее совершенствования, и создавая, таким образом, актуальную образовательную модель. В свою очередь социальные преобразования влекут за собой кардинальные изменения существующей образовательной системы. Данный процесс диалектичен: не только социум определяет развитие образования, но и образование способствует совершенствованию личности и общества в целом. В настоящее время возникает понимание, что изменения в обществе напрямую зависят от модернизации всей системы образования, включая дополнительное профессиональное образование [9].

Качество российского дополнительного профессионального образования рассматривается как комплексный показатель, синтезирующий все этапы становления личности, условия и результаты учебно-воспитательного процесса, а также как критерий эффективности деятельности образовательной организации [3]. Как отмечают исследователи, повышение качества дополнительного профессионального образования обусловливается во многом качественными характеристиками педагогической деятельности, которая занимает особое место в образовательной структуре, поскольку именно ее характер реализации определяет содержание, форму, результат обучения и, в конечном счете, социокультурную идентичность обучающегося [6].

В соответствии с законом РФ «Об образовании» под образованием понимается целенаправленный процесс обучения и воспитания в интересах личности, общества, государства, сопровождающийся констатацией достижения гражданином (обучающимся) определенных государственных образовательных уровней (образовательных цензов) [1]. В свою очередь, качество образования является достаточно сложным и субъективным понятием. В современной

литературе можно выделить следующие определения качества высшего образования: «Качество образования представляет собой совокупность потребительских свойств образовательной услуги, обеспечивающих возможность удовлетворения потребностей обучаемого во всестороннем развитии личности» [10]. В других источниках качество образования рассматривается как характеристика не только результата услуги, но и как характеристика самого процесса получения образования: «Качество образования – это комплекс характеристик образовательного процесса, определяющих последовательное и практически эффективное формирование компетентности и профессионального сознания [7]. При этом, исследователи качества образования, различают такие два понятия как: качество образования и качество обучения. Подразумевается, что качество обучения, представляющее собой результаты учебного процесса и главным образом отражающее компетентность вуза и его преподавателей, является составляющей частью качества образования как оконченного результата обучения [5].

Одним из путей повышения качества образования является актуализация и своевременное получение профессиональных знаний. Современное профессиональное образование в России готовит специалистов широкой сферы и не является узкоспециализированным [5]. Здесь заложена серьезная проблема современного российского общества в целом: вчерашним выпускникам образовательных организаций, получивших диплом о профессиональном образовании, приходится «доучиваться» в процессе работы, а работодателю приходится тратить различного рода ресурсы на специализацию сотрудников. Становится очевидным, что перестройка такой системы может затянуться по времени и привести к новым трудностям. Одним из выходов в сложившейся ситуации является популяризация и актуализация дополнительного профессионального образования, так как система дополнительного профессионального образования является одним из главных элементов системы непрерывного профессионального образования и одним из направлений применения концепции непрерывного профессионального образования. Требования современного общества к профессиональному образованию наиболее полно и оперативно отражаются системой дополнительного профессионального образования, которая постепенно становится основным связующим звеном между интересами специалиста и государства, оставаясь одним из основных двигателей инноваций.

Таким образом, в современных условиях наиболее актуальным становится вопрос уровня качества образования как основного фактора повышения профессиональной конкурентоспособности специалистов. Одним из наиболее перспективных путей решения проблем современности является получение более углубленного в конкретной профессиональной сфере дополнительного профессионального образования, которое подразделяется на следующие виды:

- **профессиональная переподготовка** (получение новой профессии или специальности, отличной от первой, ранее полученной);
- **повышение квалификации** (углубление, расширение или обновление квалификационных компетенций в рамках уже имеющейся специальности);

- **мастер-классы, семинары, вебинары, тренинги** (краткосрочные занятия по каким-либо конкретным видам компетенций);
- **смешанный формат дополнительного профессионального образования**, при котором обучающийся сочетает очную и дистанционную формы обучения.

Западно-Подмосковный институт туризма (ЗПИТ) – филиал РМАТ в настоящее время определяет стратегию комплексной модернизации дополнительного профессионального образования, стремясь выработать инновационные подходы к повышению качества образования, социокультурного развития обучающихся и ставит перед собой цель кардинальной модернизации научной, педагогической и методической составляющей дополнительного профессионального образования как основной системы непрерывного образования. В частности, в ЗПИТ планируется ряд следующих организационно-педагогических и методических мероприятий:

- участие профессорско-преподавательского состава ЗПИТ в научно-практических конференциях, посвященных актуальным вопросам укрепления общероссийской гражданской идентичности, сохранения и укрепления базовых ценностей российского общества в сферах культуры, образования, информационном пространстве;

- проведение оценки качества рабочих программ дополнительного профессионального образования и обеспечение при их корректировке включение учебного материала, направленного на укрепление национального согласия, общероссийской гражданской идентичности и единства многонационального народа Российской Федерации, формирование культуры межнационального общения;

- разработка дополнительной профессиональной программы повышения квалификации на тему: «Современные подходы к проблеме укрепления социокультурной идентичности российского общества» с включением учебного материала, связанного с изучением существующих подходов к понятию социокультурной идентичности и раскрытием современного состояния этноконфессиональных отношений в Российской Федерации.

Слушателями данной программы в первую очередь могут быть:

- профессорско-преподавательский состав образовательных организаций;
- специалисты по работе с молодёжью и воспитательной работе;
- учебно-вспомогательный персонал образовательных организаций.

В соответствии с частью 4 статьи 76 Федерального закона № 273-ФЗ программа повышения квалификации должна быть направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации [1]. Следовательно, повышение квалификации является одним из важнейших элементов профессионального роста и карьерного развития. Цель программы повышения квалификации на тему: «Современные подходы к проблеме укрепления социокультурной идентичности российского общества»:

- совершенствование педагогических и культурно-просветительских

компетенций, общее повышение уровня профессиональной подготовки специалистов в сфере укрепления общероссийской гражданской идентичности и единства многонационального народа Российской Федерации.

Предполагается, что в ходе освоения программы слушатели получают не только качественное изменение профессиональных компетенций в области укрепления социокультурной идентичности.

В заключении следует подчеркнуть, что государством и обществом задаются параметры образовательного пространства, определяется вектор его стратегического развития и тактические задачи образовательных организаций различного уровня и направленности. При этом система дополнительного профессионального образования максимально учитывает как потребности индивидов, осуществляющих различные виды деятельности, так и запросы общества и государства. Предполагается, что дополнительное профессиональное образование путем реализации программ, отвечающих запросам государства и общества, сможет наиболее полно и качественно разрешить проблему укрепления социокультурной идентичности российского общества и повышения качества его образования.

### Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». – <http://www.kremlin.ru/acts/bank/36698> (дата обращения: 15 декабря 2024 года).

2. Указ Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий». – <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50755> (дата обращения: 15 декабря 2024 года).

3. Ажмухамедов И.М. Принципы обеспечения качества образовательных услуг / И.М. Ажмухамедов, А.И. Ажмухамедов // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. – 2011. – №1. – URL: <https://cyberleninka> (дата обращения: 15 декабря 2024 года).

4. Васильева Е.Н. Социокультурное образование XXI века: проблемы, поиски, решения / Е.Н. Васильева, Н.Н. Павлова // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 9. – С. 110-112.

5. Кони́на О.В. Система дополнительного профессионального образования как инструмент повышения качества образовательных услуг в вузах России / О.В. Кони́на, У.В. Чичерова // Вестник евразийской науки. – 2015. – №3 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-dopolnitelnogo-professionalnogo-obrazovaniya-kak-instrument-povysheniya-kachestva-obrazovatelnyh-uslug-v-vuzah-rossii> (дата обращения: 15 декабря 2024 года).

6. Копытова Н.Е. Компетентностно-ориентированное повышение квалификации преподавателей вуза / Н.Е. Копытова, Л.Н. Макарова, И.А. Шаршов // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 1. – С. 41-44.

7. Коротков Э.М. Управление качеством образования / Э.М. Коротков. – М.: Академический Проект, 2007. – 320 с.

8. Литвиненко Л.Л. Социокультурное пространство непрерывного образования / Л.Л. Литвиненко // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. – 2003. – № S4. – Стр. 65-69. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsiokulturnoe-prostranstvo-nepreryvnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 09 декабря 2024 года).

9. Мальчукова Н.Н. Основы непрерывного профессионального образования: учебное пособие / Н.Н. Мальчукова, И.Е. Шемякина. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 104 с.

10. Менеджмент образования: учеб. пособие / под ред. А.П. Егоришина. – Нижний Новгород: НИМБ, 2013. – 463 с.

11. Романенко И.Б. Социокультурная идентичность: альтернатива мультикультурализма и поликультурализма / И.Б. Романенко // Философско-культурологические проблемы идентичности в контексте современности: матер. Междунар. конф. «Культурная идентификация молодежи в условиях глобализации». – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2010. – С. 86-92.

12. Шарипова Э.Р. Профессиональная переподготовка: цели и задачи / Э.Р. Шарипова // Инженерно-педагогический вестник: легкая промышленность. – 2018. – № 4 (7). – С.30-34.

## **ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Е.И. Кульментьева

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

***Аннотация.** В процессе курсового проектирования студент проявляет свои познания в области информационных технологий и методик технологического, конструктивного, гидравлического и прочностных расчетов аппаратов, выбирает наиболее эффективную конструкцию аппарата для заданного процесса. Методы математического моделирования в сочетании с современными вычислительными средствами позволяют с высокой точностью исследовать различные варианты аппаратного оформления.*

Для успешного планомерного развития и внедрения новых информационных технологий в высшем образовании необходима фундаментальная разработка научных основ новых информационных технологий.

В течение долгого времени одним из основных методов исследования гидродинамики и теплообмена в аппаратах химической технологии являлся физический эксперимент. Трудности воспроизведения в лаборатории условий, подобных реальным и большая стоимость оборудования физического эксперимента приводят к использованию методики численного эксперимента, развитие вычислительной техники и численных методов открыло новые возможности для расчета параметров технологического процесса. Методы математического моделирования в сочетании с современными вычислительными средствами позволяют с высокой точностью исследовать различные

варианты аппаратного оформления химико-технологического процесса и выбирать оптимальный аппарат для заданного технологического процесса.

Технология проектного обучения способствует созданию педагогических условий для креативных способностей и качеств личности учащегося, которые нужны ему для творческой деятельности, независимо от будущей конкретной профессии [1]. Огромную помощь в подобной организации работы студента могут оказать информационные компьютерные технологии и другие программные продукты, позволяющие существенным образом влиять на процесс курсового или дипломного проектирования, позволяющие имитировать модели реальных процессов с учётом вероятностного характера окружающей реальности. Несомненно, то, что использование в учебном процессе компьютерных технологий требует от преподавателя высокой подготовки в области современных информационных технологий.

Курсовое проектирование – один из видов промежуточной аттестации. Студент должен закрепить, систематизировать и комплексно обобщить знания по отдельным общепрофессиональным и специальным учебным дисциплинам, разделам, темам; развить навыки самостоятельной творческой работы; научить практически применять полученные им теоретические знания при решении конкретных вопросов производственно-технического характера; научиться пользоваться справочной литературой, стандартами, другими нормативно-техническими документами и средствами вычислительной техники. Курсовой проект является одним из основных видов учебных занятий и формой контроля учебной работы студентов, позволяющий подготовить его к дипломному проектированию.

Компьютерные технологии обучения – это процессы сбора, переработки, хранения и передачи информации посредством компьютера. Применение компьютерных технологий в системе профессионального образования способствует реализации многих педагогических задач.

Проектный расчет обязательно предполагает выбор оптимального аппарата при проведении технологического процесса. Задача выбора оптимального варианта строится на расчете приведенных затрат каждого варианта и выборе в качестве оптимального того варианта, у которого приведенные затраты являются минимальными. Это означает, что необходимо просчитывать несколько вариантов конструктивных размеров аппарата, изменяя параметр оптимизации процесса. Трудоемкий, затратный по времени процесс для студента. Чтобы облегчить данную задачу оптимизации, преподаватель разрабатывает программу, которая позволяет сделать технологический, гидравлический и механический расчеты нескольких вариантов, изменяя заданный параметр оптимизации, выбрать оптимальный аппарат. Студенту остается только воспользоваться данной разработкой [1-2].

Программный комплекс для курсового проектирования, разработанный преподавателями совместно со студентами, [2], обеспечивает моделирование и проектный расчет оптимальной конвективной барабанной сушилки для высушивания различных материалов. Производится выбор оптимальной стандартной барабанной сушилки, удовлетворяющей исходным параметрам,



определяются расходные характеристики, скорости газа, частота вращения сушильного барабана. Задача выбора оптимального варианта строится на расчете приведенных затрат каждого варианта и выборе в качестве оптимального того варианта, у которого приведенные затраты являются минимальными. Программный комплекс содержит модули: сбора и подготовки исходных данных, технологический расчет нескольких вариантов сушильных аппаратов, модуль механического расчета, модуль оптимизации процесса сушки, выбирает оптимальный вариант сушильного конвективного аппарата барабанного типа. Программный комплекс может быть использован для курсового и дипломного проектирования, при выполнении расчётов на практических занятиях, а также для самостоятельной работы.

### Список литературы

1. Кульментьева Е.И. Интерактивные методы обучения, как основа в формировании исследовательских умений при самостоятельной работе студентов / Е.И. Кульментьева // В сборнике: Приоритетные направления развития науки и технологий. XXXIII Международная научно-практическая конференция. – Тула, 2023. – С. 136-138.

2. Бикбулатов А.Ш. Проектный расчет оптимальной конвективной барабанной сушилки: методические указания / А.Ш. Бикбулатов, Е.И. Кульментьева. – Казань: Изд-во КНИТУ, – 2017. – 49 с.

3. Бикбулатов А.Ш. Программный комплекс оптимальной конвективной барабанной сушилки / А.Ш. Бикбулатов, Е.И. Кульментьева // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019618669, 03.07.2019. Заявка № 2019617769 от 25.06.2019. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39318311>

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ СОЗДАНИЯ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО УЧЕБНОГО ТРЕНАЖЁРА

В.А. Воронцов, Е.Д. Головин  
Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск

*Аннотация.* В работе анализируется потенциал использования технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе для студентов технических специальностей. Обсуждаются проблемы разработки трёхмерных моделей для создания цифрового учебного тренажёра. Оцениваются затраты времени на создание трёхмерных моделей, а также их качество.

### Введение

Обучение студентов технических специальностей является одним из наиболее дорогих с точки зрения оснащения лабораторий. В качестве примера, рассмотрим направление 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Приобретение парка автомобилей и сопутствующего технологического оборудования для проведения практических и лабораторных

занятий по данной специальности является трудновыполнимой задачей. Однако, при использовании виртуальной и дополненной реальности, могут быть реализованы любые учебные сценарии без ограничений по типу машин и оборудования, по размерам учебного пространства и времени доступа к ним.

Цель настоящей работы – использовать возможности технологий виртуальной и дополненной реальности для обучения студентов направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

### **Инструменты создания продуктов с использованием VR/AR**

Одной из наиболее доступных технологий создания виртуальных пространств на данный момент является применение программного комплекса Unity 3D. Данное ПО обладает функционалом, позволяющим создавать необходимые сцены, добавлять в них любые трёхмерные объекты, реализовывать взаимодействие пользователя с виртуальным миром при помощи встроенных средств разработки.

Создание цифрового образовательного пространства, в котором пользователь сможет изучить конструкцию, состав машины или механизма, провести процесс сборки, диагностики узла – это один из образовательных инструментов, который может существенно улучшить подготовку студентов технических специальностей.

### **Результаты и обсуждение**

С целью создания цифрового образовательного продукта, нами начаты работы по созданию трёхмерных моделей автомобилей и их узлов двумя различными методами.

Первый метод – ручное моделирование в ПО для создания трёхмерной компьютерной графики Blender на основе фотографий и эскизов объекта в трёх проекциях. Второй метод – моделирование объектов с использованием машиностроительной САД-системы, экспорт в полигональный формат и перестроение полигональной сетки.

Получив опыт работы обоими методами, мы провели оценку их эффективности для моделирования сложных и простых объектов (кузовов автомобилей, колёсных дисков). Первый метод (прямое моделирование сетки) позволяет получить сеточную модель с минимальным количеством узлов, что сокращает аппаратную нагрузку при её использовании. Однако, создание такой модели занимает единицы и даже десятки часов.

Второй метод показал преимущество в скорости создания различных агрегатов, состоящих из нескольких частей, так как САД-системы лучше приспособлены к моделированию деталей машин и компоновке сборочных моделей. Недостатком сеточных моделей, созданных данным способом, является большое количество узлов. Данный недостаток может быть устранён использованием дополнительной операции автоматизированного перестроения полигональной модели с использованием специальных алгоритмов. В результате перестроения можно значительно снизить количество узлов. Полигональная сетка, подвергнутая перестроению, уступает по качеству топологии трёхмерной модели, созданной вручную, и обычно имеет большее количество узлов. Тем не менее, для задачи создания цифрового учебного тренажёра качество моделей,

полученных вторым методом, является приемлемым.

### **Заключение**

Таким образом, при значительном сокращении времени моделирования вторым методом (на порядок меньше, чем при ручном моделировании сетки), получаем трёхмерные модели, количество узлов в которых больше, чем в созданных вручную, но некритично для аппаратной нагрузки. Для сравнения: колёсный диск, смоделированный вручную за 90 минут, состоит из 78 узлов. Аналогичный диск, смоделированный в САД-системе, экспортированный в полигональный формат и подвергнутый перестроению сетки, при длительности работы в 13 минут, состоит из 970 узлов. Учитывая количество деталей, необходимых для создания цифровой модели сложного механизма, второй метод является предпочтительным.

### **Список литературы**

1. Мочалов П.С. *Технология создания интерактивных 3D – моделей производственных процессов и комплексов* / П.С. Мочалов, С.П. Мочалов // *Интеллектуальный потенциал XXI века: Ступени познания.* – 2012. – №13. – С. 77-81.

2. Цуран М.В. *Разработка концепции интерактивного обучающего комплекса для студентов направления «Электроэнергетика и электротехника»* / М.В. Цуран, Д.А. Сухар, Я.Д. Себелев; науч. рук. Д.В. Армеев. – Текст: непосредственный // *Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр. 16 Всерос. науч. конф. молодых ученых, Новосибирск, 5–8 дек. 2022 г.: в 11 ч.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. – Ч. 4. – С. 106–110. – 100 экз. – ISBN 978-5-7782-4865-6.

3. Федоров И.С. *Разработка виртуального обучающего комплекса по электроснабжению потребителей* / И.С. Федоров, А.В. Причетников, И.А. Тищенко; [науч. рук. Д. В. Армеев] // *Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр. : в 9 ч., Новосибирск, 30 нояб.-4дек. 2020 г.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – Ч. 4. – С. 86-90. - 100 экз. - ISBN 978-5-7782-4292-0.

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ НАСТАВНИК В ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИИ: РОССИЙСКИЙ ОПЫТ**

К.А. Коротов

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
имени Н.П. Огарёва,  
г. Саранск

*Аннотация.* Искусственный интеллект становится ключевым инструментом персонализации онлайн-образования. В России уже существуют уникальные примеры его применения, от адаптивных систем до виртуальных ассистентов, позволяющих учитывать индивидуальные потребности учащихся. Однако, несмотря на явные преимущества, вопросы этики, данных и технологических ограничений остаются значимыми. В статье исследуются российские примеры использования ИИ в образовательной среде и рассматриваются перспективы его внедрения

В последние годы онлайн-образование переживает стремительный рост, обусловленный развитием цифровых технологий и глобальными вызовами, такими как пандемия COVID-19. Такой вид образования, уже доказавший свою эффективность в условиях пандемии и постпандемийного мира, становится все более адаптивным и ориентированным на потребности конкретного учащегося. В этом контексте искусственный интеллект (ИИ) выступает как мощный инструмент, способный трансформировать образовательный процесс. Одним из наиболее перспективных направлений является использование ИИ в роли персонализированного наставника, адаптирующего обучение под индивидуальные потребности каждого студента. В этой статье мы рассмотрим, как ИИ используется в онлайн-образовании в России, какие примеры демонстрируют его эффективность и какие вызовы еще предстоит преодолеть.

Персонализация обучения с помощью ИИ может быть реализована через несколько подходов. Один из них – это поддержка учащихся в реальном времени. В России особенно ярко этот подход продемонстрирован в работе платформы Skyeng, которая специализируется на обучении английскому языку. Во-первых, для помощи ученикам платформа запустила виртуального собеседника, созданного на базе GPT-4. Для работы с ним необходимо выбрать одну из семи ситуаций, а затем вести диалог голосом или текстом. Во-вторых, в Skyeng реализовали онлайн-сервис для проверки английского текста Skygrammar: он анализирует текст и подсвечивает исправления, пропущенные или лишние слова, а также неверные грамматические конструкции [3]. В-третьих, разработчиками Skyeng был создан голосовой ассистент на базе нейросетей, к которому студент может обратиться за проверкой уровня своего языка прямо на платформе Skyeng. Диалог между студентом и ассистентом происходит в окне чата с помощью голосовых сообщений, который длится примерно 15 минут. Результаты обрабатываются в течение 5 минут, после чего обучающийся получает развернутый отчет по его речи [4].

Еще один способ, при котором ИИ может стать наставником, – это автоматизация оценки знаний. Этот подход позволяет учителям сократить время на рутинные задачи и уделять больше внимания взаимодействию с учениками. В российских школах, например, планируется внедрить искусственный интеллект для проверки домашних заданий. В обновленной стратегии цифровой трансформации образования данный проект называется «Цифровой помощник учителя» – сервис, автоматизирующий проверку домашних заданий и планирование рабочих программ с привлечением экспертных систем искусственного интеллекта, упрощающий и помогающий сформировать эффективную систему выявления, развития и поддержки талантов у детей, повысить качество прохождения повышения квалификации преподавателями [2].

ИИ также может помогать в создании индивидуальных образовательных траекторий, особенно в вузах. Например, в МГТУ им. Н.Э. Баумана совместно с Московским физико-техническим институтом разработали и запустили ИИ-преподавателя информатики. Работает он так: при решении задачи пользователем сервис анализирует исходный код решения с помощью

нейросети, преобразуя его в вектор в многомерном пространстве. На основе этого платформа понимает, какие алгоритмы использовал учащийся в конкретной задаче и на каком уровне они были реализованы. Сервис выстраивает карту знаний пользователя на основе совокупности решений, количества попыток и других факторов, а затем выявляет слабые места [1]. Помимо этого, ИИ может использоваться для анализа статистических данных и прогнозирования успеваемости студентов – это реализовано в Кемеровском государственном университете. С помощью такого подхода выявляются отстающие студенты. С ними проводится работа, что позволяет снизить процент отчисляемых студентов.

Несмотря на множество преимуществ, стоит учитывать и вызовы, которые сопровождают внедрение ИИ в образовательный процесс. Одним из ключевых является обеспечение конфиденциальности данных. Сбор большого объема информации об учениках требует строгого соблюдения стандартов защиты данных. Кроме того, важным остаётся вопрос о подготовке педагогов: для эффективного использования технологий ИИ преподаватели должны обладать необходимыми навыками и пониманием алгоритмов работы системы.

Искусственный интеллект уже сегодня доказывает свою значимость в образовании, особенно в онлайн-формате. Его способность адаптироваться к индивидуальным потребностям учащихся делает обучение более доступным, эффективным и увлекательным. Российский опыт демонстрирует, что технологии ИИ могут быть успешно интегрированы как в школьное, так и в профессиональное образование.

Однако для полного раскрытия потенциала ИИ необходимо решить ряд проблем, включая защиту данных, снижение технологических барьеров и повышение уровня цифровой грамотности преподавателей. В будущем можно ожидать, что ИИ будет всё больше ориентироваться на эмоциональное состояние учащихся, обеспечивая ещё более персонализированный подход к обучению.

### **Список литературы**

1. В МГТУ им. Н.Э. Баумана совместно с МФТИ создали виртуального преподавателя информатики [Электронный ресурс] // *Habr.* – URL: <https://habr.com/en/news/779156/>
2. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://storage.strategy24.ru/files/news/202108/43fb021bdd716421c34492388e98a41c.pdf>
3. Skyeng запустила российский аналог Grammarly [Электронный ресурс] // *CNews.* – URL: [https://www.cnews.ru/news/line/2023-04-21\\_skyeng\\_zapustila\\_rossijskij](https://www.cnews.ru/news/line/2023-04-21_skyeng_zapustila_rossijskij)
4. Study Avatar – образовательная платформа [Электронный ресурс] // *Skyeng.* – URL: <https://study.skyeng.ru/avatar>

# ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ИНДУКЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПЕРЕПЛАВКИ АЛЮМИНИЕВОГО ЛОМА. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ

Ю.А. Макаричев, Е.А. Полянский  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
г. Самара

*Аннотация.* В работе кратко описан принцип работы индукционного комплекса переплавки алюминиевого лома (отходов алюминиевого производства) АО «Самарский металлургический завод». Приведена одна из основных проблем комплекса и вариант ее решения. Рассмотрены варианты повышения энергоэффективности индукционного комплекса и оптимизации процессов в целом.

*Ключевые слова:* индукционный комплекс, индуктор, компенсация реактивной мощности, секции индуктора, печной трансформатор, разделение секции, расплав, загрузки шихты.

### 1. Описание индукционного комплекса.

АО «СМЗ» (АО «Самарский металлургический завод») один из крупнейших Российских производителей алюминиевых полуфабрикатов в Евразии. Перечень производимой продукции АО «СМЗ» включает в себя следующее. Прокат в виде полосы, который далее используется в производстве алюминиевых банок для напитков, плиты и листы, профили и трубы. Продукция для оборонно-промышленного комплекса. Неотъемлемой частью производства алюминиевых сплавов АО «СМЗ» являются отходы, лом – шихта. Шихта представляет собой обрезки полосы проката, обрезки плит и листов, остатки от прессования, брак продукции. От повторного использования отходов зависит себестоимость продукции в целом. Шихта разделена по сортам сплавов.

Для переплавки шихты применяется специальная, индукционная технология. На АО «СМЗ» используются индукционные комплексы промышленной частоты ИАТ-6 с максимальной загрузкой до 6 тонн шихты.

### 1. Состав индукционного комплекса.

Источник питания. Камера комплектного распределительного устройства 10 кВ, включающее в себя вакуумный выключатель, трансформаторы тока, устройства релейной защиты и автоматики, устройства учета, сбора и передачи данных в программный комплекс «Пирамида» (счетчик электрической энергии). Специальный печной трансформатор ЭОМНИ-2700/10-73УЗ с встроенным устройством регулирования напряжения под нагрузкой РНО-23-625/10, позволяющим ступенчато регулировать напряжение на стороне низкого напряжения в пределах от 1054В до 210В.

Система компенсации реактивной мощности. Конденсаторные батареи общей мощностью 10080 кВАр, состоящие из шести секций. Одна секция

мощностью 5120 кВАр подключена постоянно, а пять секций общей мощностью 4960 кВАр могут подключаться дополнительно. Мощность подключаемых секций 160 кВАр, 320 кВАр, 640 кВАр, 1280 кВАр, 2560 кВАр соответственно. Включение и отключение подключаемых секций осуществляется с помощью контакторов с пульта управления комплекса в зависимости от режима работы и этапов плавки.

Индуктор ИАТ-6. ИАТ-6 (индуктор алюминиевый тигельный с номинальной загрузкой 6 тонн) представляет собой катушку, состоящую из двух секций, верхняя и нижняя, намотанных встречно. Встречно секции намотаны для создания эффекта перемешивания расплава. Начало секций общее и выполнено в середине индуктора, а концы секций выполнены сверху и снизу индуктора. При подаче напряжения на индуктор две секции находятся в работе. Верхняя и нижняя секции имеют по 30 витков полого медного проводника сечением 324 мм<sup>2</sup>. По проводнику циркулирует вода для охлаждения. Сверху индуктора уложена дополнительная секция, состоящая из 10 витков, на которую напряжение не подается, секция предназначена для охлаждения верхней части индуктора. Размеры индуктора следующие.

- высота всех трех секций катушки индуктора: верхняя, нижняя, дополнительная – 1640 мм;
- внутренний диаметр секций катушки индуктора – 1600 мм;
- внутренний диаметр футеровки (рабочего объема) индуктора – 1400 мм;
- высота (рабочего объема) индуктора – 1800 мм.

Системы управления, защит. Система управления состоит из пульта управления, на котором расположены: приборы, показывающие плавильщику ток, напряжение, мощность,  $\cos \varphi$ , температуру расплава; органы управления комплекса и визуализации состояния комплекса в целом и его основных частей. Система защит индукционного комплекса контролирует следующие параметры: состояние изоляции индуктора, состояние системы охлаждения – температуру, проток, давление воды.

Дополнительные системы. К дополнительным системам относятся. Система загрузки шихты, система удаления дыма из индуктора, система наклона индуктора для слива расплава.

## 2. Описание работы.

Работы на индукционном комплексе выполняет специально обученный работник АО «СМЗ» – плавильщик в соответствии с инструкцией по эксплуатации «Эксплуатация и обслуживание индукционных печей ИАТ» ИЭ 01-000-2018 от 28.12.2021г. Индукционный комплекс работает круглосуточно, режим работы – циклический.

После окончания очередного цикла плавки индуктор отключается от сети отключением выключателя 10 кВ, индуктор наклоняется и расплав сливается в специальные формы. В индукторе остается примерно 2 тонны расплава (30% от общего объема), «болото» для продолжения плавки. После этого начинается новый цикл плавки, который содержит четыре этапа.

Первый этап, подготовка к плавке. Индуктор возвращается в исходное положение. Подается напряжение на индуктор включением выключателя 10 кВ.

Выбирается положение РПН печного трансформатора для работы на этом этапе плавки. Индуктор наполнен расплавом на треть.

Второй этап, первая загрузка. В расплав загружается первая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 3,3 тонны (50 % от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей первой партии индуктор наполовину заполнен расплавом.

Третий этап, вторая загрузка. Выбирается положение РПН печного трансформатора для работы на этом этапе плавки. В наполовину наполненный индуктор загружается вторая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 4,6 тонны (75 % от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей второй партии индуктор заполнен расплавом на три четверти.

Четвертый этап, третья загрузка и окончание плавки. Выбирается положение РПН печного трансформатора для работы на этом этапе плавки. В три четверти наполненный индуктор загружается третья партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 5,9 тонны (100 % от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей третьей партии индуктор заполнен расплавом полностью. Расплав выдерживается при максимальной температуре не более 900°C в течении определенного времени для полного расплава шихты и удаления шлака.

После окончания четвертого этапа индуктор наклоняется для слива расплава. Цикл плавки продолжается.

Плавка длится в зависимости от материала и структуры шихты от одного часа до четырех часов.

Номинальная мощность индукционного комплекса 1 МВт.

### 3. Проблема.

Эффективность верхней секции катушки индуктора.

Две секции катушки индуктора, верхняя и нижняя, включены постоянно и постоянно находятся в работе.

Во время выполнения всего первого этапа плавки и окончания второго этапа плавки расплав находится полностью в индукционном поле нижней секции. В начале выполнения второго этапа плавки в индукционное поле верхней секции попадает загруженная шихта, и то на непродолжительное время, т.к. шихта «оседает» в расплав. Верхняя секция при выполнении первого и второго этапов плавки малоэффективна.

Во время выполнения третьего этапа плавки расплав находится в индукционном поле нижней секции и частично в индукционном поле верхней секции. Верхняя секция при выполнении третьего этапа плавки недостаточно эффективна.

Максимальная эффективности верхней секции катушки индуктора достигается при полной загрузке индуктора, во время выполнения четвертого этапа плавки.

### 4. Решение проблемы.

Предлагается отключать верхнюю секцию катушки индуктора на время



выполнения первого и второго этапов плавки. В этом режиме будет работать только нижняя секция. Включаться верхняя катушка будет на время выполнения третьего и четвертого этапов плавки.

Верхнюю секцию предлагается разделить в свою очередь на две секции: верхняя №1 и верхняя №2. Верхняя №1 располагается между нижней секцией и верхней №2. Верхняя №2 располагается между верхней №1 и дополнительными, неподключенными секциями.

#### 5. Описание работы с отключением и разделением верхней секции.

Первый этап, подготовка к плавке. Индуктор возвращается в исходное положение. Подается напряжение на индуктор включением выключателя 10 кВ. Выбирается положение РПН печного трансформатора для работы на этом этапе плавки. Индуктор наполнен расплавом на треть. Введена в работу только нижняя секция, а верхние секции отключены. Расплав полностью в индукционном поле нижней секции.

Второй этап, первая загрузка. В расплав загружается первая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 3,3 тонны (50 % от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей первой партии индуктор наполовину заполнен расплавом. Введена в работу только нижняя секция, а верхние секции отключены. В конце второго этапа плавки расплав полностью в индукционном поле нижней секции. В начале второго этапа плавки шихта «оседает» в расплав. Расплав полностью в индукционном поле нижней секции.

Третий этап, вторая загрузка. Выбирается положение РПН печного трансформатора для работы на этом этапе плавки. В наполовину наполненный индуктор загружается вторая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 4,6 тонны (75 % от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей второй партии индуктор заполнен расплавом на три четверти. Дополнительно к нижней секции вводится в работу верхняя №1 секция индуктора. Нижняя и верхняя №1 секции индуктора включаются встречно для создания эффекта перемешивания расплава. Расплав полностью в индукционном поле нижней секции и в индукционном поле верхней №1 секции.

Четвертый этап, третья загрузка и окончание плавки. Выбирается положение РПН печного трансформатора для работы на этом этапе плавки. В три четверти наполненный индуктор загружается третья партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 5,9 тонны (100 % от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей третьей партии индуктор заполнен расплавом полностью. Дополнительно к нижней и верхней №1 вводится в работу верхняя №2 секция индуктора. Нижняя и верхняя №1 секции индуктора включаются встречно. Верхняя №1 и верхняя №2 включаются согласно для создания эффекта перемешивания расплава. Расплав полностью в индукционных полях всех секций индуктора. Расплав выдерживается при температуре до 850-900 °С в течении определенного времени для полного расплава шихты и удаления шлака.

После окончания четвертого этапа индуктор наклоняется для слива расплава. Цикл плавки продолжается.

### Список литературы

1. Инструкция по эксплуатации «Эксплуатация и обслуживание индукционных печей ИАТ». ИЭ 01-000-2021. АО «Арконик СМЗ», 2021.

2. Сарапулов Ф.Н. Электромагнитная модель многофазной индукционной тигельной печи с кусковой загрузкой / Ф.Н. Сарапулов, В.Э. Фризен // *Электротехника* №3. – 2013 г.

3. Иванова Л.И. Индукционные тигельные печи: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Л.И. Иванова, Л.С. Грובה, Б.А. Сокунов, С.Ф. Сарапулов. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ - УПИ, 2002. – 87 с.

4. Базаров А.А. Моделирование электромагнитных, тепловых и гидравлических процессов в системах индукционного нагрева: учеб. пособие / А.А. Базаров. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2019. – 304 с.: ил.

## ВОДОРОД В СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Е.С. Губин, П.В. Сова, А.А. Апанасов, В.А. Непомнящий, Е.Д. Матело  
Сибирский государственный университет водного транспорта,  
г. Новосибирск

*Аннотация.* Водород стал актуальным альтернативным топливом для судовой энергетики благодаря своей экологичности и высокой плотности энергии. Использование водорода в топливных элементах и двигателях позволяет значительно снизить выбросы в соответствии с международными стандартами. Однако, для полного внедрения водорода в морской транспорт, необходима развитие инфраструктуры, решение проблем хранения и транспортировки, а также экономическая конкурентоспособность.

*Ключевые слова:* водород, судовая энергетика, топливные элементы, экологичность, транспортировка, альтернативное топливо, морской транспорт.

В последние годы водород стал рассматриваться как перспективный источник энергии для судоходства и морского транспорта, что связано с глобальными усилиями по уменьшению углеродного следа и переходу на более устойчивые источники энергии [1].

На переработку угля приходится 18 % производства водорода, 4 % обеспечивается за счет зеленого водорода и 78 % – переработкой природного газа и нефти. Методы производства, основанные на ископаемом топливе, приводят к образованию 830 млн тонн выбросов CO<sub>2</sub> каждый год, что равно выбросам Великобритании и Индонезии, вместе взятым. И, тем не менее, водород – это более чистая альтернатива традиционному топливу [2].

В мире три основных источника выбросов, способствующих потеплению климата: транспорт, производство электроэнергии и промышленность. Водород может использоваться во всех трех областях. При использовании в топливных элементах водородная энергия оставляет минимальные потери, а после

использования в качестве побочного продукта остается только вода, из которой снова можно добывать водород [2].

Водород может использоваться во всех трех областях. При использовании в топливных элементах водородная энергия оставляет минимальные потери, а после использования в качестве побочного продукта остается только вода, из которой снова можно добывать водород.

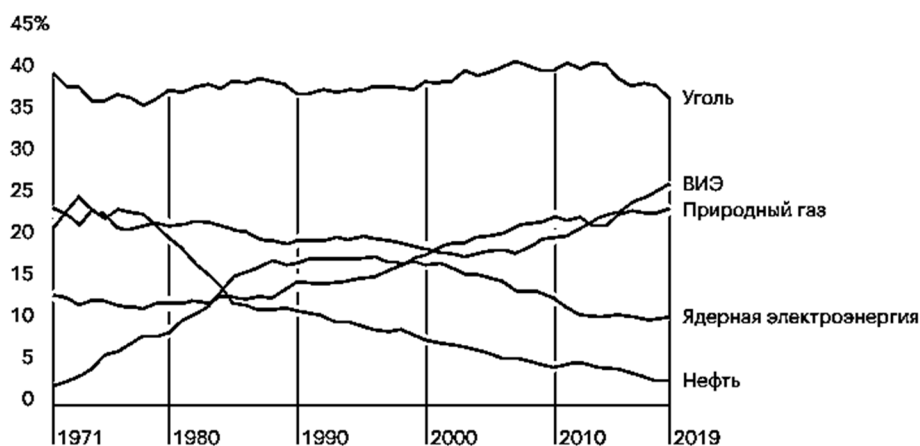


Рис. 1. Мировое производство электроэнергии по видам топлива

С технической точки зрения топливо должно гореть, чтобы вырабатывать энергию. Однако в водородных элементах выработка тепла и электричества происходит за счет химической реакции, поэтому называть его топливом не совсем правильно [3].

Разберемся, как работает водородный топливный элемент. Он состоит из: 1) анода 2) катода 3) особого электролита – мембраны. Эти устройства не накапливают и не хранят энергию, а вырабатывают ее ровно до тех пор, пока в них поступают газы: водород – на анод, кислород – на катод. Оба этих элемента разделены мембраной, которая свободно пропускает только положительно заряженные ионы, а вот электроны пропустить не может.

Если подать в топливный элемент описанные выше газы, то произойдет следующее: под действием катализатора молекулы водорода распадутся на отдельные атомы – протоны и электроны. Поскольку мембрана способна пропускать только положительно заряженные частицы, протоны пройдут сквозь нее к катоду, где соединятся с молекулами кислорода и электронами из внешней среды – в результате получится вода. А еще в ходе химической реакции выделяется тепло и энергия (Рис. 2).

В последние годы переход на более чистые и устойчивые источники энергии стал глобальным приоритетом для транспортной отрасли, включая морское и речное судоходство [4]. В этом контексте водород быстро приобретает популярность как альтернативное топливо. Его использование может значительно снизить углеродные выбросы, что соответствует международным экологическим стандартам и требованиям к снижению влияния человечества на климат. Водород, при использовании в качестве топлива, не производит углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), что делает его одним из самых экологически чистых видов топлива. При использовании водорода в топливных элементах выделяется лишь

водяной пар, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Это особенно актуально для морского и речного транспорта, который традиционно сильно зависит от ископаемых видов топлива, таких как дизельное топливо и мазут. В соответствии с целями Парижского соглашения и другими международными обязательствами, необходимы серьезные шаги по сокращению выбросов углерода и переходу к более устойчивым источникам энергии.

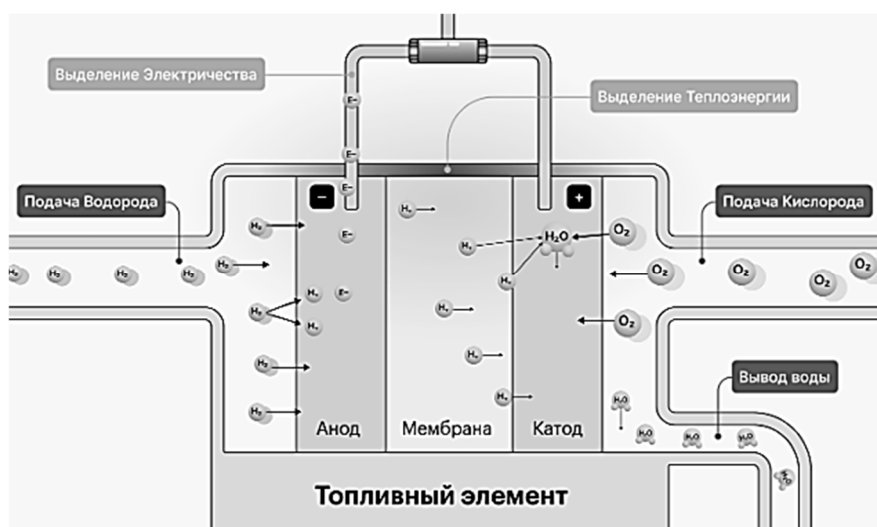


Рис. 2. Устройство водородно-топливного элемента

Существуют несколько технологий, позволяющих использовать водород в судоходстве. Одной из наиболее распространенных является система топливных элементов. Эти системы преобразуют водород в электричество с высокой эффективностью, что позволяет как двигателям, так и бортовым системам работать на чистой энергии. Использование топливных элементов особенно выгодно для пассажирских и грузовых судов, поскольку обеспечивает более длительное время автономной работы и снижает затраты на операционные расходы.

Несмотря на очевидные преимущества, применение водорода в морском и речном транспорте сталкивается с рядом проблем.

Во-первых, существует недостаток инфраструктуры для хранения и распределения водорода в портах. Крупные порты нуждаются в заправочных станциях, которые обеспечат надежное и безопасное наполнение судов. Это требует значительных инвестиций и долгосрочного планирования.

Во-вторых, вопросы безопасности при хранении и транспортировке водорода остаются актуальными. Водород легко воспламеняется и требует строгой системы контроля при его обращении. Необходимы научные исследования и развитие технологических решений для обеспечения безопасности работы с водородом в морской среде.

Третьим важным аспектом является экономическая целесообразность. На текущий момент водород по-прежнему дороже в производстве, чем традиционное топливо. Для того чтобы водород стал конкурентоспособным, необходимо развивать производство и снизить затраты на его получение, например, через использование возобновляемых источников энергии.

Использование водорода в морском и речном транспорте представляет собой многообещающее решение для решения проблемы углеродных выбросов. В то время как многие аспекты этого перехода требуют дальнейшего исследования и инвестиций, очевидно, что в будущем водород может стать основой для устойчивого судоходства, вписываясь в концепцию зеленой экономики, где экологическая ответственность и технологические инновации идут рука об руку.

### Список литературы

1. Титов С.В. Альтернативные виды топлива для водного транспорта / И.В. Розов, О.В. Спиренкова, С.В. Титов, А.С. Тушина // *Транспортные системы: безопасность, новые технологии, экология: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, посвященной Ю.А. Долженко, доктору технических наук, заслуженному работнику транспорта России, Почетному гражданину Республики Саха (Якутия), Якутск, 05 апреля 2024 года.* – Якутск: Якутский институт водного транспорта (филиал) ФГБОУ ВО СГУВТ, 2024. – С. 183-190.

2. Розов И.В. Возможности широкого применения водородных топливных элементов на водном транспорте / И.В. Розов, С.В. Титов // *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока.* – 2023. – № 1. – С. 113-119.

3. Юр Г.С. Сравнительный анализ нагрязочных характеристик дизеля при работе на водотопливной эмульсии различной дисперсности / С.П. Андрющенко, А.С. Дмитриев, С.В. Титов, Г.С. Юр // *Речной транспорт (XXI век).* – 2024. – № 1(109). – С. 45-48.

4. Розов И.В. Обзор и анализ способов хранения водородного топлива на транспортных средствах / И.В. Розов, С.В. Титов // *Актуальные вопросы автомобильного транспорта (Ават-2022): Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15-16 декабря 2022 года.* – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 26-30.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОПРОДУКТА

Е.М. Басарыгина<sup>1</sup>, Т.А. Путилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный аграрный университет,  
г. Троицк

<sup>2</sup> Челябинский институт путей сообщения,  
г. Челябинск

*Аннотация.* В статье приведены результаты исследований, посвященных разработке энергосберегающей технологии производства биопродукта, предназначенного для экологизированной защиты растений.

Экологическая чистота пищевых продуктов приобретает особое значение в современных условиях, поскольку загрязнение природы создает источник

опасных экотоксикантов, попадающих в продукты питания. В питании человека большую роль играют овощи, которые содержат физиологически активные вещества, витамины, минеральные вещества, органические кислоты, клетчатку; являются естественным лекарственным и профилактическим средством. Наибольшую ценность представляют свежие, сырые овощи, однако возможность потребления свежих овощей в пищу ограничивается сезоном года. При организации тепличного растениеводства, позволяющего в течение круглого года получать овощную продукцию, необходимо учитывать концепцию современной политики в области здорового питания населения, которая предусматривает получение продуктов растениеводства в экологически оптимальных условиях [1; 2].

Реализация технологий защищенного грунта требует значительных затрат энергии. Снижение энергоемкости производства продукции может быть достигнуто за счет совершенствования методов экологизированной защиты растений, в частности основанных на использовании энтофитофагов. Для увеличения выхода и повышения качества биопродукта следует обеспечивать активное взаимодействие всех звеньев трофической цепи «субстрат – кормовое растение – фитофаг – энтомофаг», для чего перспективным представляется задействование методов и технических средств электротехнологии. Недостаточная изученность данного вопроса явилась основанием для проведения исследований, посвященных разработке энергосберегающей технологии производства биопродукта.

На основании выполненных теоретических исследований предложено использование ультразвука для совершенствования биологической защиты растений на основе энтомофага *Aphidius colemani*. Для выращивания газонов из кормовых растений и последующего разведения на них *A. colemani* разработан комплексный субстрат, состоящий из торфо-опилочной смеси и минеральной ваты. Минераловатная основа позволяет автоматизировать орошение кормовых растений и использовать единую систему капельного полива для мобильных газонов с *A. colemani* и защищаемых растений (огурца). Обработка торфо-опилочной смеси в ультразвуковом поле предназначена для активирования процессов роста кормовых растений за счет: получения однородной корнеобитаемой среды, ускоренной экстракции гуминовых веществ, сокращения численности болезнетворных микроорганизмов. Достижимое в результате ультразвуковой обработки органической составляющей субстрата улучшение условий минерального питания приводит к активному взаимодействию звеньев цепи «субстрат – кормовое растение – фитофаг – энтомофаг»; увеличению выхода качественного биопродукта и, соответственно, повышению урожайности и снижению энергоемкости овощной продукции.

В результате теоретических и экспериментальных исследований усовершенствована технология массовой наработки *A. colemani* для биологической защиты растений огурца, в которой сокращено количество основных операций, связанных с подготовкой субстрата, и уменьшено число компонентов, входящих в его состав. Использование предложенного органоминерального субстрата, состоящего из торфа и минеральной ваты,

позволяет не только увеличить количество энтомофагов в период разведения, но и обеспечить их гарантированный вылет на стадии применения (за счет присоединения мобильных газонов с энтомофагами к системе орошения защищаемый растений). Для реализации данной технологии разработаны соответствующие технические средства [3]. Результаты расчета экономической эффективности агротехнологий тепличного овощеводства приведены ниже.

Таблица 1

Экономическая и энергетическая эффективность агротехнологий тепличного овощеводства

Показатель	Контроль, %	Опыт, %
Выход биопродукта	100,0	150,0
Урожайность	100,0	110,3
Энергоемкость производства биопродукта	100,0	67,7
Энергоемкость производства овощей	100,0	89,7

Анализ представленных результатов показывает, что использование усовершенствованного способа массовой наработки *A. colemani* для биологической защиты растений огурца является энергетически и экономически выгодным. В опытном варианте возрастает на 50 % выход биопродукта и на 10,3 % увеличивается урожайность огурца; отмечается рост рентабельности производства и производительности труда, снижение себестоимости продукции. Энергоемкость производства овощей сокращается на 10,3 %, производства *A. colemani* – на 33,3 %.

### Список литературы

1. *Basarygina E.M. Nutrition ecology: ensuring plant products quality / E.M. Basarygina, A.V. Shershnev, T.A. Putilova // Ecological Agriculture and Sustainable Development. Editors: Prof. Dr Litovchenko Viktor Grigorievich, rector of South Ural State Agrarian University; Prof. Dr Mirjana Radovic Markovic, South Ural State University. – 2019. – С. 169-175.*
2. *Басарыгина Е.М. Энергосберегающие гидропонные технологии / Е.М. Басарыгина, Г.П. Леценко, Е.А. Леценко, Т.А. Путилова // Приоритетные направления развития науки и технологий. Сборник материалов XXVII Международной научно-практической конференции. Тульский государственный университет. – 2020. – С. 80-83.*
3. *Басарыгина Е.М. Технологии агропроизводства / Е.М. Басарыгина, Т.А. Путилова, Е.А. Колотыгина [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии. – 2020. – С. 89-93.*

## ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Н.Н. Ключкова, А.В. Обухова, А.Н. Проценко  
Самарский государственный технический университет,  
г. Самара

*Аннотация.* Данная статья посвящена оценке внедрения автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) в сетевой организации Самарской области. На основании оценки расчетов от внедрения АСКУЭ сделан вывод об эффективности применения данной системы.

Результат введения в эксплуатацию системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) [1, 2] на объекте территориальной сетевой организации (ТСО) – это экономический эффект в виде снижения потерь электроэнергии в натуральном и денежном выражении [3]. В одной из сетевых организаций Самарской области был произведен расчет ожидаемой эффективности от внедрения системы. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1  
Расчет ожидаемой эффективности внедрения АСКУЭ

№ п/п	№ ТП	Поступление в сеть, тыс. кВт/ч	Полезный отпуск, тыс. кВт/ч	Потери, тыс. кВт/ч	Потери, %
До внедрения мероприятия					
1	ТП 212/100	194,8	146,7	48,1	24,67
2	ТП 214/100	84,8	53,6	31,2	36,82
3	ТП 215/100	252,2	148,5	103,8	41,15
4	ТП 216/100	344,2	[1]186,1	158,1	45,93
-	Итого	876,0	534,8	341,1	38,95
После внедрения мероприятия					
1	ТП 212/100	194,8	185,0	9,7	4,99
2	ТП 214/100	84,8	83,1	1,7	2,02
3	ТП 215/100	252,2	244,8	7,4	2,94
4	ТП 216/100	344,2	324,9	19,2	5,59
-	Итого	876,0	837,5	38,4	4,39

Как видно из расчета, после установки АСКУЭ на объекте потери электроэнергии должны будут снизиться на 34,56 %. Прогнозируемые поступления электроэнергии в сеть организации при этом остаются прежними. Расчет прогнозируемых потерь производился математическим методом в соответствии с обновленными сведениями о реконструируемой воздушной линии 0,4 кВ и классами точности вновь устанавливаемого оборудования учета электроэнергии. Коммерческие потери электроэнергии, вследствие вмешательства в работу системы и другие возможные факторы не учитывались. Финансовые показатели эффективности проекта приведены в таблице 2.

Дополнительная экономия от внедрения АСКУЭ предвидится в результате



отсутствия в будущем необходимости содержания в штате организации единиц работников, выполняющих обслуживание сети, а именно ежемесячное снятие показаний с приборов учета, осмотр сетей, оформление заявок на ограничение и возобновление потребления электроэнергии.

Дополнительная экономия бюджетных средств объекта (примерно 300 тыс.руб в год ) возможна от сокращения расходов на ежемесячное обслуживание (аренда автомобиля, ЕСМ, оплата труда сотрудников).

Таблица 2  
Показатели эффективности проекта

№	Наименование	Ед. изм.	Значение
1	Затраты на установку АСКУЭ	руб.	5 945 160
2	Срок реализации программы	лет	2
3	Условная экономия за календарный год	руб.	1 425 505
4	Срок службы АСКУЭ	лет	16
5	Простой срок окупаемости мероприятия	лет	4,17
6	Чистый доход от внедрения мероприятия	руб.	14 011 910
7	Индекс прибыльности проекта		2,36

Таким образом, внедрение данного энергосберегающего мероприятия не только снижает потери сети сетевой организации, но и сокращает ежемесячные расходы на обслуживание объекта [5].

С учетом данных о работе АСКУЭ с апреля по сентябрь, сравним теоретические данные по электроэнергии до внедрения системы, плановые показатели и фактические данные, полученные от системы (Табл. 3).

Таблица 3  
Расчет эффективности внедрения АСКУЭ

№ п/п	№ ТП	Поступление в сеть, тыс. кВт/ч	Полезный отпуск, тыс. кВт/ч	Потери, тыс. кВт/ч	Потери, %
До внедрения Программы всего с апреля по сентябрь 2022					
1	ТП 212/100	95,3	68,0	27,4	28,71
2	ТП 214/100	33,4	24,9	8,5	25,58
3	ТП 215/100	128,9	66,3	62,5	48,54
4	ТП 216/100	157,4	91,4	66,0	41,92
Итого		415,0	250,6	164,4	39,62
План от внедрения Программы всего в период с апреля по сентябрь					
1	ТП 212/100	95,3	90,6	4,8	4,99
2	ТП 214/100	33,4	32,7	0,7	2,02
3	ТП 215/100	128,9	125,1	3,8	2,94
4	ТП 216/100	157,4	148,6	8,8	5,59
Итого		415,0	397,0	18,0	4,34
Экономия				35,28 %	
Коэффициент энергетической эффективности				0,11	
После внедрения Программы всего с апреля по сентябрь 2023					
1	ТП 212/100	86,5	82,5	4,0	4,58
2	ТП 214/100	34,6	33,8	0,8	2,34

Продолжение таблицы					
3	ТП 215/100	130,0	126,1	3,8	2,95
4	ТП 216/100	147,5	139,8	7,7	5,25
Итого		398,6	382,3	16,4	4,10
Коэффициент энергетической эффективности				0,10	

Из таблицы 3 видно, полезный отпуск электроэнергии в сеть возрос, так как были устранены хищения электроэнергии, заменено изношенное оборудование [4], при этом коэффициент энергетической эффективности мероприятия стал немного меньше, что говорит об экономичности даже при нестабильности связи между узлами опроса. С учетом расчетных значений, исходя из мощности объекта и максимальных погрешностей оборудования, результат оказался несколько завышен. Так, при измерениях эталонным прибором СЕ-602 от АО «Энергомера» погрешность ряда счетчиков составила 0,2-0,4 %. О незначительных сбоях в работе системы свидетельствуют повышенные проценты потерь по вновь введенным ТП-214 и ТП-215.

Дополнительно по двум ТП-212 и ТП-216, где АСКУЭ вводилась годом ранее, можно наблюдать снижение объема электроэнергии, поступающей в сеть. Это также свидетельствует об экономичности со стороны конечных потребителей и снижении общего износа обновленной сети. Данный эффект достигается не сразу в отличие от снижения потерь электроэнергии, а нарабатывается со временем и с учетом информирования потребителей, которые стремясь к экономии не только повышают эффективность оборудования, но и снижают пиковую нагрузку сетей выбирая двухзонный тариф.

Несмотря на корректность расчетов, следует учитывать, что в балансовых группах проводилось сравнение коммерческих данных 2022 года с техническими данными 2023 года, где принципиальное отличие – расчетный день бытового сектора 25 число. Поэтому, цифры поступления и передачи, отснятые системой, будут отличаться, что может повлиять на прогноз. Поэтому формируемые балансы обязательно делят на коммерческие и технические. В нашем случае в расчет принимался технический баланс, формируемый АСКУЭ из соображений максимальной точности и автоматизма.

Исходя из данных и анализа, следует вывод, что внедрение АСКУЭ действительно снижает объемы потерь в сети в натуральном, и в финансовом выражении, помогает сократить расходы на персонал и (или) на его численность. Собранные данные подтверждают корректность расчетов потерь в сети и актуальность показателей эффективности проекта.

### Список литературы

1. Ожегов А. Н. Системы АСКУЭ: учебное пособие / А.Н. Ожегов. – Киров: ПРИП ВятГУ, 2006. – 102 с.
2. Цифровизация российской электроэнергетики: от «кристаллизации» концепций к проектам / [Электронный ресурс] URL: <https://blog.naumen.ru/digitalization-energy-industry/> (дата обращения: 07.09.2023).
3. Бухмиров В.В. «Методические рекомендации по оценке эффективности

*энергосберегающих мероприятий» / В.В. Бухмиров, Н.Н. Нурахов, П.Г. Косарев, В.В. Фролов. – Томск: ИД ТГУ, 2014. – 96 с.*

4. Кирилл Бородин *Проблема старения электросетевого комплекса России. [Электронный ресурс] URL: <http://energo-news.ru/archives/161370/> (дата обращения: 07.09.2023).*

5. *«Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений».* – М., СПО Союзтехэнерго, 1987.

## **ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

А.А. Подшибякина, В.М. Панарин, А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Тема электроэнергетики и окружающей среды играет все более важную роль в современном мире. Производство и потребление электроэнергии оказывают значительное воздействие на окружающую среду, что может привести к загрязнению атмосферы, водных ресурсов, почвы и угрозе биоразнообразия. Для снижения отрицательного воздействия электроэнергетики на окружающую среду принимаются различные меры. Одним из ключевых направлений является переход к использованию возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, гидроэнергетика и другие. Эти источники энергии считаются более экологически чистыми и устойчивыми, по сравнению с использованием ископаемых видов топлива, таких как уголь, нефть и природный газ. Таким образом, взаимодействие между электроэнергетикой и окружающей средой является актуальной проблемой современного общества, и ее решение требует комплексного подхода и действий на глобальном уровне.*

Электроэнергетика, как и любая другая отрасль промышленности, оказывает определенное влияние на окружающую среду. Некоторые из основных аспектов влияния электроэнергетики на окружающую среду включают в себя:

1. *Выбросы парниковых газов.* Производство электроэнергии часто связано с выбросом парниковых газов, таких как диоксид углерода, оксиды азота и серы, которые способствуют изменению климата и создают проблемы с образованием смога.

2. *Ресурсоемкость процессов производства.* Для производства электроэнергии требуется большое количество ресурсов, таких как уголь, нефть, природный газ и водные ресурсы. Это может приводить к высокой степени добычи этих ресурсов и угрожать биоразнообразию.

3. *Воздействие на водные ресурсы.* Гидроэлектростанции и атомные электростанции требуют доступа к водным ресурсам, что может вызывать проблемы с водоснабжением и угрожать экосистемам рек и озер.

4. *Отходы и радиоактивные загрязнения.* Производство электроэнергии может привести к образованию опасных отходов и радиоактивного загрязнения, которые требуют специальной обработки и хранения для предотвращения негативных последствий для окружающей среды и человеческого здоровья. [1]

Воздействие тепловых электростанций на окружающую среду во многом зависит от вида сжигаемого топлива.

При сжигании твердого топлива, к которому относятся уголь и торф, в атмосферу поступает летучая зола, сернистый и серный ангидриды, оксиды азота, фтористые соединения и газообразные продукты неполного сгорания топлива.

При сжигании жидкого топлива (природный газ) с дымовыми газами в атмосферу поступают: сернистый и серный ангидриды, оксиды азота, соединения ванадия и солей натрия.

Отходы энергетических объектов, являющиеся основным источником глобальных загрязнителей, в виде газовой, жидкой и твердой фазы распределяют на два потока: глобальные и локальные изменения.

Глобальные изменения обусловлены в основном выбросами парниковых газов, таких как углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), метан и диоксид азота, которые приводят к изменению климата на планете. Эти газы вызывают парниковый эффект и увеличивают температуру Земли, что приводит к различным аномалиям погоды, повышению уровня мирового океана и другим серьезным последствиям.

Локальные изменения связаны в основном с выбросами вредных веществ в атмосферу, которые могут привести к загрязнению воздуха, почвы и воды в районах энергетических объектов. Это может вызвать различные заболевания у местного населения, ухудшение экологической ситуации и уничтожение биоразнообразия. [1]

Для сокращения воздействия отходов энергетических объектов на окружающую среду и здоровье людей, необходимо принимать меры по уменьшению выбросов парниковых газов, внедрению чистых технологий производства энергии, рециклированию отходов и контролю за выбросами вредных веществ. Только таким образом можно обеспечить устойчивое развитие и сохранение природы для будущих поколений.

На современном этапе тепловые электростанции выбрасывают в атмосферу около 20 % от общего количества всех вредных отходов промышленности. Они существенно влияют на окружающую среду района их расположения и на состояние биосферы в целом. Наиболее вредны конденсационные электрические станции, работающие на низкосортных видах топлива. [2]

Для того, чтобы снизить интенсивность техногенного воздействия электроэнергетики на атмосферный воздух, деятельность должна проводиться в соответствии с требованиями природоохранного законодательства, в частности Федерального закона № 7 от 10.01.2002 г. (ред. от 29.07.2017 г.) «Об охране окружающей среды» и Федерального закона от 04.05.1999 г. № 96 Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха». [3,4]

Сточные воды ТЭС и ливневые стоки с их территорий, загрязненные отходами технологических циклов энергоустановок и содержащие ванадий, никель, фтор, фенолы и нефтепродукты, при сбросе в водоемы могут оказать влияние на качество воды, водные организмы. Изменение химического состава тех или иных веществ приводит к нарушению установившихся в водоеме условий

обитания и сказывается на видовом составе и численности водных организмов и бактерий и в конечном счете может привести к нарушениям процессов самоочищения водоемов от загрязнений и к ухудшению их санитарного состояния.

Представляет опасность и тепловое загрязнение водоемов, которое происходит из-за сброса нагретой воды в окружающие водные объекты, что может привести к изменению температуры воды и ухудшению условий жизни для многих видов рыб и других водных организмов. Это может вызвать дисбаланс в экосистеме и снизить биоразнообразие. Поэтому необходимо принимать меры для снижения теплового загрязнения водоемов, контролировать температуру сбрасываемой воды и использовать более эффективные методы охлаждения в промышленности.

Для снижения негативного воздействия технологических процессов электроэнергетики на окружающую среду можно использовать различные методы и технологии, такие как установка современных очистных сооружений, применение современных технологий производства, использование альтернативных источников энергии, проведение мониторинга выбросов вредных веществ и многое другое.

Кроме того, важно осуществлять контроль за соблюдением требований экологического законодательства, проводить регулярные экологические аудиты и обучать персонал по вопросам экологической безопасности.

Таким образом, при соблюдении всех необходимых мер и регуляций, электроэнергетика может значительно уменьшить свое воздействие на окружающую среду и способствовать сохранению ее ресурсов для будущих поколений.

### **Список литературы**

1. Рахметова М.Т. *Экологический аспект современной энергетики*// *Научные труды SWorld*. – 2011. – Т.22. – № 1. – С.90-92.
2. Гарин В.М. *Экология для технических ВУЗов [Текст]* / В.М. Гарин, И.Л. Кленова, В.И. Колесникова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 378 с.
3. *Федеральный закон № 7 от 10.01.2002 г. (ред. от 29.07.2017 г.) «Об охране окружающей среды».*
4. *Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».*

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## СКАЛЯРНОЕ И ВЕКТОРНОЕ ПОЛЕ КРИТЕРИЕВ

А.В. Ганичева<sup>1</sup>, А.В. Ганичев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тверская государственная сельскохозяйственная академия,

<sup>2</sup> Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь

*Аннотация.* Разработан метод объединения свертки весовых коэффициентов критериев функционирования сложной системы в единый показатель. Показан алгоритм оценки весовых коэффициентов критериев.

Рассмотрим сложную систему, эффективность функционирования которой оценивается по многим критериям. Критерии объединяются в единый показатель. Предложим следующий новый метод многокритериального оценивания.

Каждый критерий  $K_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) представляет собой некоторую функцию  $K_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , зависящую от переменных (факторов)  $x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m$ , причем в некоторых случаях от некоторых переменных зависимость критерия может быть фиктивной [1].

Пусть  $\lambda_i$  – вес критерия  $K_i$ . Критерий  $K$ , характеризующий глобальную цель, можно рассматривать как сумму остальных критериев с соответствующими весами, т. е.

$$K = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot K_i. \quad (1)$$

Таким образом, векторы  $(K_1, K_2, \dots, K_n)$  порождают некоторое скалярное поле  $K(K_1, K_2, \dots, K_n)$ . Для характеристики этого поля рассматривают поверхности уровня  $K(K_1, K_2, \dots, K_n) = C$ , где  $C$  – произвольная константа, и градиент  $K$ , который определяется как

$$\text{grad}K = \left( \frac{\partial K}{\partial K_1}, \frac{\partial K}{\partial K_2}, \dots, \frac{\partial K}{\partial K_n} \right) = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n). \quad (2)$$

Градиент показывает направление наискорейшего возрастания функции  $K$ , а длина его равна скорости возрастания функции в данном направлении. Поверхность уровня для каждого значения  $C$  характеризует множество наборов значений аргументов (критериев)  $K_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) с одинаковым значением  $K$ , равным  $C$ . Для рассматриваемого критерия  $\text{grad}K$  в любой точке имеет одно и то же направление и одну и ту же длину, определяемые весами критериев (2).

Для оценки «чувствительности»  $K$  к изменению критериев  $K_i$  можно использовать эластичность  $K$  по этим критериям.

Отметим, что скалярное поле  $K(K_1, K_2, \dots, K_n)$  порождает векторное поле  $\bar{K}(K_1, K_2, \dots, K_n)$ , которое характеризуется векторными линиями. Векторной линией поля градиента называется такая кривая, в каждой точке  $(K_1, K_2, \dots, K_n)$



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА В НАСАДОЧНЫХ КОАЛЕСЦЕРАХ

Е.И. Кульментьева

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Эффективность работы насадочного коалесцера может быть оценена с помощью средств вычислительной гидродинамики. Сопряженное моделирование движения двухфазной среды в среде ANSYS Fluent с использованием модели движения частиц дисперсной фазы, модели жидкой пленки Эйлера и  $k-\omega$  модели турбулентности позволит получить исчерпывающие данные о влиянии насадочного слоя и режима течения на процесс коалесценции.

Коалесценция – процесс слияния пузырей или капель внутри подвижной среды или на поверхности какого-либо тела. Коалесценция происходит самопроизвольно и объясняется стремлением системы достичь минимума свободной энергии.

Анализ технической литературы, результаты теоретических и экспериментальных исследований показали, что метод коалесценции - один из наиболее перспективных методов, например, очистки вод, содержащих нефтепродукты.

Стоит отметить, что самопроизвольный процесс слияния капель и пузырей протекает достаточно медленно, но он может быть интенсифицирован с помощью химических и физических воздействий, направленных на разрушение межфазных пленок и увеличение количества столкновений дисперсных частиц. При этом подходы, позволяющие интенсифицировать этот процесс, можно разбить на две группы: активные и пассивные. В случае активной коалесценции затрачивается энергия, генерируемая внешними источниками (электрическими, температурными полями и т.д.). Для второй группы прикладывать энергию извне не требуется, слияние капель происходит за счет использования специальных структур в каналах, и свойств поверхности.

В настоящей работе рассматривается принцип пассивного улавливания капель, который в простейшем случае заключается в размещении в канале одного или нескольких элементов (насадок), изменяющих гидравлическое сопротивление для задержки (улавливания) на нем капли на время, необходимое для обеспечения контакта со следующей за ней каплей.

В среде коалесцирующих насадок возможно взаимодействие как между каплями и поверхностью загрузки, так и между каплями эмульсии. По этому принципу коалесцирующие насадки подразделяют на два типа – гидродинамические и контактные. Принцип действия гидродинамических насадок объясняется принудительным сближением и коалесценцией диспергированных капель между собой при прохождении эмульсии через насадки. В контактных насадках протекают сложные физико-химические и гидродинамические явления, в результате которых частицы дисперсной фазы контактируют с поверхностью загрузочного материала и образуют на ней



пленку. По мере накопления дисперсной фазы под действием потока жидкости пленка отрывается с образованием крупной капли. В связи с этим к выбору материала, из которого изготавливаются насадочные элементы, предъявляются особые требования, т.к. если дисперсная фаза не смачивает насадку, происходит только межкапельная коалесценция в свободном пространстве насадки.

Рассмотрим статический смеситель, заполненный беспорядочно уложенной насадкой Инжехим, в котором насадочные элементы образуют систему неупорядоченных каналов. В насадочных аппаратах с подобной геометрией организуется случайное неориентированное движение струй и частиц дисперсной фазы, при этом капли двигаясь в узком пространстве образованных каналов, непрерывно сталкиваются с материалом насадки и друг с другом. Это приводит к частой коалесценции, поглощению капель пленкой и их повторному диспергированию при отрыве пленки. В результате устанавливается некоторый равновесный размер капель, определение размера капель является целью второго этапа данной работы.

В качестве инструмента исследования выбран вычислительный программный комплекс ANSYS Fluent, предназначенный для моделирования сложных течений жидкостей и газов.

Численное моделирование процесса коалесценции капель жидкости в статических смесителях, заполненных насадками Инжехим проводилось в два этапа.

На первом этапе, который рассмотрен в данной работе, моделировалось стационарное течение сплошной однофазной несжимаемой ньютоновской жидкости в каналах, образованных насадочными элементами рис.1:

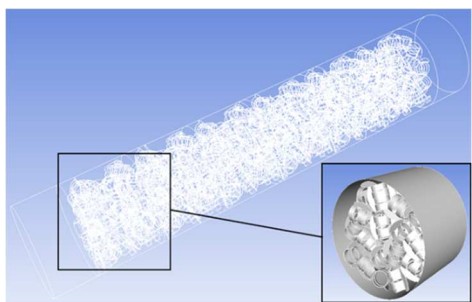


Рис. 1. Насадочный слой

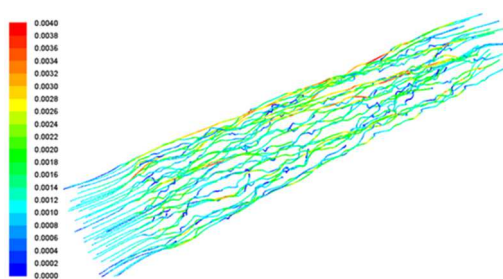


Рис. 2. Линии тока в статическом смесителе, заполненном насадочными элементами Инжехим, м/с

Основным является подход, который заключается в точном воспроизведении геометрии и положения всех элементов насадочного слоя при создании сеточной модели аппарата. Он позволяет детально моделировать гидродинамику процессов, протекающих в аппарате, и не требует предварительного получения экспериментальных данных. Однако сложность и ресурсоемкость реализации данного подхода быстро возрастает с ростом числа насадочных элементов. Поэтому в случае нерегулярного насадочного слоя он находит весьма ограниченное применение.

Существенный интерес представляют поля скорости непосредственно в насадочном слое, экспериментальное исследование которых является крайне

затруднительным на современном уровне развития науки и техники. Методы численного моделирования позволяют нам наблюдать течения жидкости внутри каналов насадочного слоя, однако для подтверждения адекватности проводимых расчетов необходимо сравнение полученных результатов с экспериментальными данными. Поэтому в данной работе также проводится сравнение полей скорости на выходе из слоя насадки, полученных с помощью различных моделей турбулентности, с экспериментальными данными, приведенными в работах [1-2].

На твердые поверхности стенок аппарата и насадочных элементов выставлялись стандартные граничные условия для турбулентного потока путем задания пристеночных функций.

Параметры численного моделирования полностью воспроизводили условия физического эксперимента. В качестве граничных условий на входе потока задавались начальные параметры турбулентности и скорость потока. Скорость потока варьировалась в диапазоне от 0.5 до 2.5 м/с. Интенсивность турбулентных пульсации принималась равной 10 %, а гидравлический диаметр – 0.1 м. На выходе потока ставились мягкие граничные условия на параметры турбулентности. На твердые поверхности стенок аппарата и насадочных элементов выставлялись стандартные граничные условия для турбулентного потока путем задания пристеночных функций. Физические свойства рабочей среды были приняты равными свойствам воды при температуре 25 °С.

В результате численного решения уравнений движения однофазной среды с использованием  $k-\omega$  модели турбулентности были получены поля следующих величин: составляющих вектора скорости, давления, удельной кинетической энергии турбулентности, ее диссипации, а также других величин, которые выражаются через эти искомые функции (эффективный коэффициент вязкости, характерные времена турбулентного смешения и пр.).

На рис.2, показаны элементарные линии тока в насадочном слое (окрашено по значению скорости потока), которые характеризуют траектории движения невесомых частиц в потоке. Как видно из рисунка хаотичная структура насадочного слоя способствует частому изменению направления движения элементов потока, следовательно, создает благоприятные условия для коалесценции.

На данном этапе были выбраны и обоснованы модели турбулентности, создана трехмерная расчетная область, генерация расчетной сетки, проанализированы и приняты необходимые допущения, выбраны и заданы начальные и граничные условия.

Проведен сравнительный анализ полученного решения с экспериментальными результатами других исследователей;

Скорректирована выбранная модель турбулентности и условия однозначности.

Установлено, что эффективность работы насадочного коалесцера может быть оценена с помощью средств вычислительной гидродинамики.

## Список литературы

1. Данилов Ю.М. Исследование турбулентного смешения двухкомпонентной смеси в трубе с периодически меняющимся сечением / Ю.М. Данилов, А.Г. Мухаметзянова, Е.И. Кульментьева. – Вестник Казанского технологического университета. – 2004. – № 1. – С. 172-179.

2. Мухаметзянова А.Г. Химическое и нефтегазовое машиностроение / А.Г. Мухаметзянова, К.А. Алексеев, Ф.Ф. Галимов. – 2015. – №9. – С.11-12.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ КОЛЛЕКТИВНОГО ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И КАЗАХСТАНА

Т.И. Ермолина

Забайкальский государственный университет,

г. Чита

*Аннотация.* В статье рассмотрены отличия системы оповещения населения от системы информирования. Рассмотрена общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей. Типичным представителем системы информирования является общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей. Для быстрого информирования и оповещения людей используют мобильные комплексы.

*Ключевые слова:* система оповещения населения, система информирования, общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, создавались системы защиты от угроз природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте, мобильные комплексы информирования и оповещения населения.

Существующие инициативы по повышению осведомленности среди граждан относительно потенциальных угроз, имеющих как природное, так и техногенное происхождение, демонстрируют интенсивное развитие в обществе. В частности, важную роль в этом играет ключевой государственный орган, который ставит своей основной задачей информирование жителей в районах с высокой плотностью населения. Также критически важными элементами в этом подходе являются целенаправленные технологические решения, использующиеся в транспортных средствах для быстрого реагирования при возникновении чрезвычайных ситуаций. Не менее значимое внимание уделяется мобильным платформам, через которые информация быстро поступает гражданам, что, в свою очередь, способствует повышению уровня их безопасности.

Данная работа акцентирует внимание на разнообразных методах доведения информации до граждан. Она анализирует структурированную многоканальную платформу, предназначенную для беспрепятственной коммуникации с большими группами. Приятным примером упомянутой сети является вседоступная система, играющая ключевую роль во время общественных мероприятий. В качестве приоритета акцентируется на быстротечном обмене

данными с помощью мобильной связи, что содействует быстрому информированию общества.

Система информирования граждан о потенциальных опасностях, возникающих как в процессе войн, так и в случае ЧС, формируется на основе правовых актов, одним из которых является федеральный закон от 12 февраля 1997 года № 28-ФЗ «О гражданской обороне». Актуализирован 28 декабря 2013 года и обновлен до статуса 404-ФЗ, этот акт подразумевает принятие дополнительных мер, как на уровне государства, так и на местном, для повышения готовности и информированности населения. Одним из ключевых шагов на пути к исполнению этих норм стало учреждение совместного приказа 25 июля 2006 года, подписанного соответствующими министерствами, который ввел «Положение о местах уведомления населения», детализирующее процесс и механизмы оповещения населения о возникновении угроз.

В актуальных нормативных актах отсутствует однозначное определение структуры системы оповещения и уведомлений в качестве единого интегрированного механизма, несмотря на то, что в 2013 была предложена концепция для их разработки [1, стр. 17]. Также необходимо подчеркнуть, что слова «сигнализация» и «экстренное сообщение» интерпретируются по-разному в материалах [2,3 стр. 191].

Обмен данными о серьезных происшествиях включает в себя экстренные уведомления, требующие немедленных действий, а также информирование, которое может осуществляться без срочных предупреждений, например, через сообщения «Внимание всем!». Это уведомление призывает к вниманию к значимой информации, однако, не всегда ассоциируется с необходимостью быстрого реагирования.

В начале XXI века в России стартовала инициатива по созданию механизма информирования населения в зонах с высокой плотностью населения. Эта инициатива привела к возникновению Общероссийской системы получения и распределения уведомлений среди граждан (ОКСИОН), которая была внедрена в полном объеме к 2010 году, и в этом же году впервые осуществила связь с основной системой оповещения [4, стр. 291].

Современные технологии, внедряемые в базах ОКСИОН, создают специализированные инфраструктуры, отгороженные от обычных коммуникационных средств, как интернет и внутренние механизмы МЧС России. Данная система служит для оперативного информирования граждан через специально размещенные устройства в городских и местных областях. Тем не менее, ее использование сталкивается со значительными трудностями. Основные проблемы заключаются в устареваемости технологий, так как длительное время эксплуатации и нехватка планов для обновления приводят к частым неисправностям. Например, неполадки с LED-дисплеями связаны с дефицитом комплектующих, которые ныне не производятся.

Мобильные системы передачи информации и оповещения для населения (МСПИУ) вызывают все больший интерес благодаря их бесперебойной работе, используя новейшие достижения в области телекоммуникаций.

В предстоящие годы важность универсальных ресурсов и зарекомендо-

вавших себя в экстренных условиях агентств, включая операции в районах катастроф, как например ЛНР и ДНР, возрастёт.

Вопрос охраны жизнедеятельности населения в условиях природных и техногенных катастроф требует глубокой трансформации существующей системы аварийного оповещения. В республике Казахстан с её 27 сейсмоопасными муниципалитетами и примерно 400 потенциально уязвимыми инфраструктурными объектами, назрела потребность в эффективном и оперативном механизме передачи критически важной информации. Действующая с 70-х годов XX века система, функционирующая с использованием морально и технически устаревших средств, не обеспечивает необходимую гибкость для интеграции с современными технологиями, что ставит под угрозу оперативность и точность предупреждений для населения. Актуальная схема оповещения не отвечает требованиям безопасности современного мира, тем самым акцентируя необходимость проведения переоснащения и оптимизации для улучшения общей готовности и защиты граждан.

Ухудшение ситуации обусловлено тем, что несколько радиосистем, которые ранее играли ключевую роль в системе оповещения, сейчас вышли из строя. Это приводит к тому, что целые районы, особенно удаленные населенные пункты, оказываются без должного контроля и оповещения, что создаёт повышенный риск в условиях экстренных ситуаций. Нужны неотложные и эффективные меры для решения этих проблем.

Переход на передовые технологические платформы, включая PAAS и SAAS, является ключевым для обеспечения безопасности данных и уменьшения рисков. Это не только позволит централизовать обновление текущих систем, но и повысит эффективность использования решений типа СЗИОНТ, способствуя информированию общества и укреплению авторитета подобных учреждений, включая МЧС России.

Внедрение и оптимизация как СЗИОНТ (Системы защита информации и аналитики о нападениях), так и ОКСИОН требуют особого внимания, несмотря на возможные недостатки. Транспорт способен перемещать 6-7 % населения, что подчеркивает необходимость информирования и значения. Растущее число угроз делает критически важным переход к современным технологическим платформам для интенсивного повышения эффективности механизмов предупреждения потенциальных рисков.

Основные недостатки существующей системы оповещения:

- физический и моральный износ оборудования;
- По причине остановки функционирования определенных машин и комплектов, наблюдается ухудшение производительности;
- дороговизна технического обслуживания и настройки систем;
- большие затраты времени и средств на изменение схемы оповещения;
- Несоответствие актуальным системам общения может вызвать сбои в работе систем оповещения при модификации связных путей.
- невозможность максимального охвата оповещением населения республики.

На текущий момент имеется богатый практический опыт в области информирования граждан, который прямо связан с инновациями в принципах разработки и внедрения эффективных технологий. Ключевым элементом является использование циклической передачи данных в мобильных платформах, подразумевающее необходимость системного подхода в процессе конструирования современных информационных систем.

Разработаны многочисленные исследования в контексте данной программы с акцентом на оценку эффективных стратегий информирования. По этому направлению можно выделить реализации проект Mass Alert в странах Европейского Союза и программу PLAN в США [3]. Центральным элементом обеих программ является технология Cell Broadcast, признанная за свою уникальность и множество преимуществ, обеспечивающая значительное улучшение коммуникации с населением. (Personal Localized Alerting Network)

- используются существующие сети сотовой мобильной связи;
- Имеется неуклонное увеличение распространенности мобильных технологий в разнообразных регионах, что способствует их доступности и повышению качества коммуникаций.
- появляются возможности быстрого оповещения пользователя актуальными данными.
- 1. Интеграция с современными системами оповещения возможна:
- Важно установить централизованный контроль с помощью создания контрольной группы, работающей в структуре единой сети для оперативного реагирования и эффективного взаимодействия.

Необходимо отметить, что указанная структура имеет ряд ограничений:

1. Не все мобильные устройства обладают функционалом для работы с сервисом Cell Broadcast, предназначенным для быстрой передачи сообщений.
2. Технология чувствительна к перегрузкам в сети.
3. Важность эффективного предоставления услуг на завершающем этапе сохраняет свою значимость. Это утверждение особенно актуально для удалённых регионов, где удалённость и низкий уровень инфраструктуры существенно усложняют доступ к мобильной связи. Н даже города, расположенные относительно недалеко от крупных населённых пунктов, нередко обнаруживают проблемные участки с мобильной связью, что приводит к ухудшению доступности и качества телекоммуникационных услуг.

Одной из ключевых задач модернизации информатизации в Республике Казахстан стало переосмысление методов доставки информации. Данные устаревшие голосовые системы не способны гарантировать индивидуальный подход к каждой передаче сообщения, что приводит к их неоптимальности для использования в этой области.

Использование технологий на массовых событиях может быть оправдано лишь в определенных обстоятельствах. Тем не менее, подчеркивать важность применения методов, способствующих личному и прямому взаимодействию, является критически важным. В качестве основных инструментов коммуникации предпочтительным выбором является использование мобильных устройств,

таких как смартфоны, планшеты и ПК.

Переход на индивидуализированный подход в сферах оповещения преобразует концепцию, открывая новые возможности для точного информирования различных групп населения. Этот кастомизированный способ обеспечивает анализ рисков для отдельных сообществ, благодаря чему возможна более эффективная и быстрая реакция на надвигающиеся угрозы. В результате ожидается снижение числа жертв и уменьшение материальных потерь в ситуациях кризиса.

### Список литературы

1. Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан. Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958

2. Божко В.К. Выступление Министра по ЧС на заседании Правительства Республики Казахстан, 11 сентября 2012 года.

3. Материалы с сайта [www.fema.gov](http://www.fema.gov), [www.massalert.eu](http://www.massalert.eu)

4. Концепция создания комплексной системы информирования и оповещения населения при угрозе возникновения или при возникновении чрезвычайной ситуации [Электронный ресурс]: [mchs.gov.ru](http://mchs.gov.ru), 02.02.2024.

5. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]: [mchs.gov.ru](http://mchs.gov.ru), 02.02.2024.

6. Федеральный закон от 12.02.1998 № 68-ФЗ «О гражданской обороне» [Электронный ресурс]: [mchs.gov.ru](http://mchs.gov.ru), 02.02.2024.

7. Положение о системах оповещения населения [Электронный ресурс]: [mchs.gov.ru](http://mchs.gov.ru), 02.02.2024.

8. Отчет о НИР «Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте», Книга 1, М., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012, 291 стр.

9. Отчет о НИР Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте», Книга 1, М., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013, 118 стр.

## КООПЕРАТИВНАЯ СИСТЕМА МІМО В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

А.Ю. Паршин, В.Х. Нгуен

Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина,  
г. Рязань

**Аннотация.** В статье рассматривается применение кооперативной системы МІМО в беспроводных сенсорных сетях (БСС). Проведено исследование эргодической пропускной способности кооперативной системы МІМО для различных топологий беспроводных сенсорных сетей в условиях распространения радиосигналов прямой видимости.

Беспроводные сенсорные сети представляют собой распределённые, самоорганизующиеся сети, состоящие из множества миниатюрных узлов, оснащённых датчиками и исполнительными устройствами, которые соединены между собой через радиоканал [1]. Эти сети обладают высокой гибкостью и могут применяться в различных областях, включая мониторинг окружающей среды, автоматизацию зданий, здравоохранение и промышленность. БСС делятся на различные топологии, как показано на рисунке 1, например, кольцо, звезда, дерево, линейная и шина. Энергетическая эффективность является одним из ключевых факторов, определяющих производительность и срок службы беспроводных сенсорных сетей. Поскольку узлы БСС часто работают от ограниченных источников питания, таких как батареи, оптимизация их энергопотребления становится критически важной задачей [2, 3]. При передаче данных на короткие расстояния, когда беспроводные узлы распределены очень плотно, потребление энергии, связанное с работой цепи, может быть сравнимым или даже превышать энергию, потребляемую при передаче данных. Однако при передаче на средние и дальние расстояния энергопотребление при передаче становится доминирующим в общем энергопотреблении.

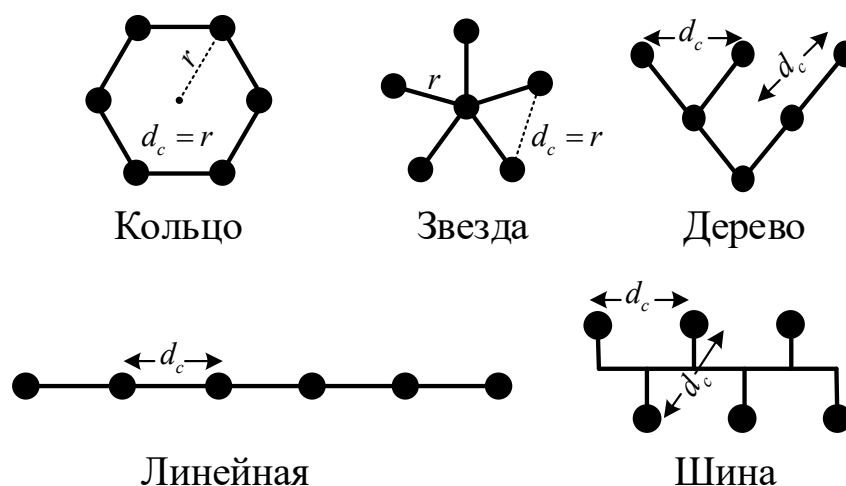


Рис.1. Топология беспроводных сенсорных сетей

Многоантенные системы, или MIMO (Multiple Input Multiple Output), активно исследуются в последние годы из-за их способности значительно увеличивать производительность связи в условиях каналов с замираниями. Эти системы используют несколько антенн как на передающей, так и на приемной стороне, что позволяет улучшить качество передачи данных и увеличить пропускную способность канала. Беспроводные сенсорные узлы обычно имеют ограничения по размеру и стоимости, что делает использование многоантенных систем в традиционном смысле затруднительным. Однако, благодаря возможности сотрудничества между узлами, можно реализовать концепцию виртуального MIMO (V-MIMO), что позволяет преодолеть эти ограничения. Общее энергопотребление традиционной системы MIMO состоит из двух компонентов: мощность передачи  $P_{пер}$  и мощность цепи  $P_{цепи}$ . Мощность передачи системы определяется следующим образом [4]:



$$P_{nep} = (1 + \alpha)P_{вых}$$

где  $\alpha$  – отношение пика к среднему значению (PAR), которое зависит от схемы модуляции и соответствующего размера созвездия.  $P_{вых}$  – выходная мощность передачи.

$$P_{вых}(d) = E_b R_b \left( \frac{(4\pi d)^2}{G_t G_r \lambda^2} \right) M_l N_f \quad (1)$$

где  $E_b$  – средняя требуемая энергия на бит для обеспечения заданного показателя ошибок,  $R_b$  – битовая скорость,  $G_t$  и  $G_r$  – коэффициенты усиления передающей и коэффициент усиления приемной антенны,  $\lambda$  – длина волны,  $M_l$  – маржа канала связи,  $N_f$  – коэффициент шума приемника.

Общая мощность цепи из  $N_{TX}$  передающих и  $N_{RX}$  принимающих антенн определяется следующим образом:

$$P_{цепи} = N_{TX}(P_{ЦАП} + P_{СМ} + P_{ФП} + P_{СИ}) + N_{RX}(P_{УНШ} + P_{СМ} + P_{УПЧ} + P_{ФПР} + P_{АЦП} + P_{СИ})$$

где  $P_{ЦАП}$ ,  $P_{СМ}$ ,  $P_{УНШ}$ ,  $P_{УПЧ}$ ,  $P_{ФП}$ ,  $P_{ФПР}$ ,  $P_{АЦП}$ ,  $P_{СИ}$  означают соответственно значения потребляемой мощности цифро-аналогового преобразователя, смесителя, усилителя низких шумов, усилителя промежуточной частоты, активного фильтра на передатчике и приемнике, аналого-цифрового преобразователя и синтезатора частоты. Общее энергопотребление на бит при некооперативном ММО составляет:

$$E_{NMIMO} = \frac{P_{nep} + P_{цепи}}{R_b}$$

Энергопотребление кооперативной ММО определяется следующим образом:

$$E_{CMIMO} = N_{TX}E_{CT} + (N_{RX} - 1)E_{CR}$$

где  $E_{CT}$  и  $E_{CR}$  – кооперативные энергопотребления на передающей стороне и на приёмной стороне, которые рассчитываются формулой (1) с кооперативным расстоянием  $d_c$ . Общее энергопотребление системы с использованием кооперативной ММО составляет:

$$E_{sum} = E_{NMIMO} + E_{CMIMO}$$

На рисунке 2 показаны энергопотребления одноантенной системы SISO и системы ММО при увеличении расстояния между передатчиком и приемником. Видно, что системы ММО позволяют значительно снизить энергопотребление при передаче данных на большие расстояния за счет более высокого энергопотребления цепи. На рисунке 3 представлены результаты моделирования эргодической пропускной способности кооперативной системы ММО 6x6 при различных топологиях с кооперативным расстоянием  $d_c = 50\lambda$  в условиях распространения радиосигналов прямой видимости. Расстояние между передатчика и приемника равно  $D = 3000\lambda$ . Из рисунка видно, что топология «линейная» демонстрирует наибольшую пропускную способность при любых значениях отношения сигнал/шум.

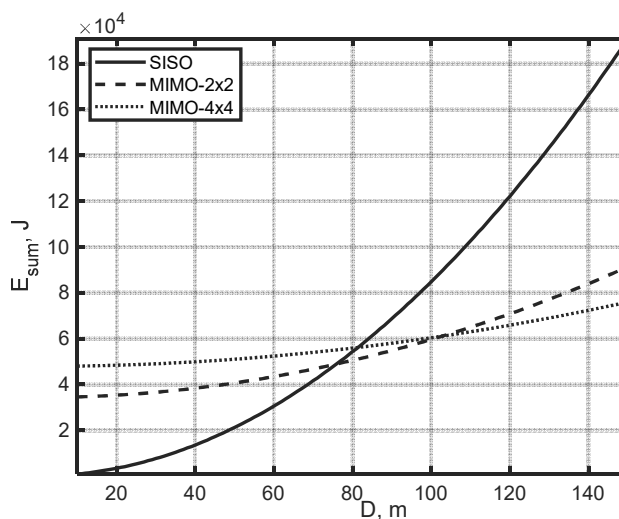


Рис.2. Сравнение энергопотребления системы SISO и кооперативной MIMO

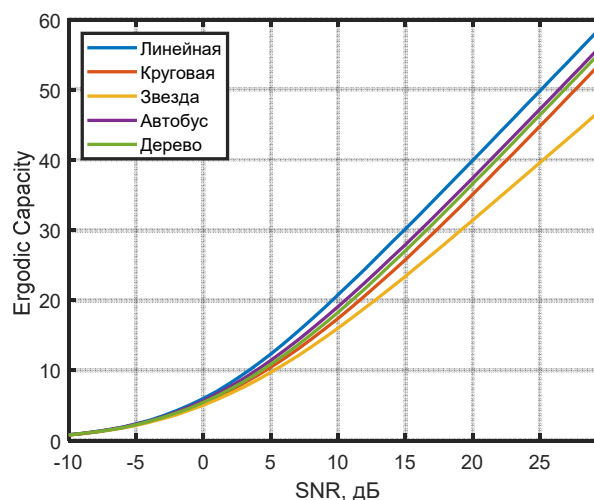


Рис.3. Эргодическая пропускная способность кооперативной MIMO

Кооперативные системы MIMO значительно повышают эффективность беспроводных сенсорных сетей (БСС), оптимизируя энергопотребление и увеличивая пропускную способность. Исследование показало, что топология «линейная» обеспечивает наилучшие результаты по эргодической пропускной способности в условиях распространения радиосигналов прямой видимости. Перспективы применения кооперативной системы MIMO в БСС включают улучшение качества передачи данных и увеличение пропускной способности, что особенно важно для приложений с ограниченными ресурсами. Также использование виртуального MIMO позволяет преодолеть ограничения по размеру и стоимости, открывая новые возможности для долгосрочной работы узлов без замены батарей в таких сферах, как мониторинг окружающей среды и автоматизация.

### Список литературы

1. Mohd R.A. Cooperative MIMO Systems in Wireless Sensor Networks / R.A. Mohd, E. Dutkiewicz, X. Huang, M.K. Suaidi // *Radio Communications*, 2010. – Pp. 123-150.
2. Парфенов В.И. Применение беспроводной сенсорной системы для охраны объектов с использованием датчиков инфракрасного излучения / В.И. Парфенов, Ле В.Д // *Computer Optics*, 2021. Т. 45, № 3. – С. 364-373.
3. Kirtan G.P. Virtual MIMO in wireless sensor network - a survey / G.P. Kirtan, D. Agrawal, A. Hossain // *International Conference on Green Engineering and Technologies*, 2016. Pp. 1-4.
4. Diep N. A Cooperative MIMO Framework for Wireless Sensor Networks / N. Diep, M. Krunz // *ACM Transactions on Sensor Networks*, 2014. – Vol.10, No. 43. – Pp. 1-28.

## **ПОДГОТОВКА СРЕДНЕГО МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА К ВНЕДРЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОГРАММ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ**

А.С. Скудных, Е.Р. Самарская  
Тюменский государственный медицинский университет,  
г. Тюмень

***Аннотация.** Исследование направлено на изучение мнений и предпочтений среднего медицинского персонала касательно использования программ искусственного интеллекта (ИИ) в повседневной практике. В условиях стремительного развития технологий ИИ и их интеграции в медицинские процессы, становится особенно актуальным выяснение отношения работников к нововведениям, поскольку именно они оказывают ключевое влияние на успешность внедрения и дальнейшую эксплуатацию таких систем.*

В последние годы наблюдается заметный рост интереса к программам искусственного интеллекта (ИИ) в области медицины. Новые технологии становятся все более доступными и активно внедряются в клиническую практику, что создает предпосылки для повышения качества медицинских услуг. Применение ИИ охватывает широкий спектр задач: от диагностики заболеваний и разработки индивидуализированных планов лечения до автоматизации административных процессов и мониторинга состояния пациентов [2]. Однако, несмотря на очевидные преимущества использования ИИ, существует ряд проблем, связанных с его внедрением, которые требуют внимательного анализа и исследования, особенно в контексте подготовки среднего медицинского персонала. Актуальность данной темы обусловлена тем, что уровень принятия и понимания технологий ИИ среди среднего медицинского персонала остается на недостаточно высоком уровне [3]. Прежде всего, значительная часть медицинских работников сталкивается с трудностями в обучении и адаптации к новым технологиям [1]. В связи с этим возникает необходимость в разработке специализированных программ подготовки, которые обеспечат необходимую компетентность и уверенность сотрудников в использовании различных компьютерных программ, в том числе использующие технологии искусственного интеллекта, в их повседневной практике [5]. Недостаток соответствующих знаний может привести к ошибкам в работе, снижению мотивации и, в конечном итоге, негативно сказаться на общем уровне медицинского обслуживания. Учитывая вышеизложенное, можно с уверенностью утверждать, что подготовка среднего медицинского персонала к внедрению и использованию программ ИИ в медицине является не только актуальной, но и необходимой задачей, способствующей оптимизации качества оказания медицинских услуг и повышению эффективности работы медицинских учреждений [4].

Целью данной работы являлось изучить отношения среднего медицинского персонала к внедрению и использованию программ искусственного интеллекта в их практической деятельности. С учетом быстрого развития этих технологий и их потенциального влияния на сферу

здравоохранения, важно понять, как медицинские работники воспринимают эти нововведения. Наше исследование позволило выявить факторы, которые могут способствовать или препятствовать успешной интеграции программ на основе искусственного интеллекта, в том числе и различных экспертных систем в повседневную практику, а также оценить уровень готовности данного персонала к освоению этих технологий.

Для сбора необходимых данных мы использовали метод анкетирования. Оно позволило собрать количественные данные о мнениях, предпочтениях и уровне знаний работников относительно ИИ. Анкеты разработаны с учетом специфических вопросов, направленных на выявление осведомленности респондентов о возможностях ИИ, а также их отношении к новым технологиям. Вопросы структурированы таким образом, чтобы покрыть широкие аспекты: от базовых знаний о ИИ до конкретных переживаний и ожиданий от его применения на практике. Распространение анкет осуществлялось через электронные носители среди слушателей нашего медицинского университета и медицинского колледжа.

Анкета включала 22 вопроса, в т.ч. 7 вопросов персонального плана. Кроме среднего медицинского персонала к внедрению различных компьютерных программ выяснялась их самооценка в отношении владения информационными технологиями. Анкеты оценивались по трем основным шкалам: 1) отношение специалистов к автоматизации процесса диагностики заболеваний; 2) эффекты внедрения различных компьютерных программ, в том числе и экспертных систем; 3) влияние информатизации системы оказания первичной медико-санитарной помощи на самореализацию специалиста. При анализе использовали простую и перекрестную группировку данных, формировали сводные статистические таблицы. Анализ анкет производился полуавтоматическим способом при помощи Excel 2010 (Microsoft Corp., USA).

Результаты и обсуждение. Результаты исследования показывают, что восприятие ИИ медработниками является неоднозначным и зависит от множества факторов, включая уровень осведомленности, наличие доступа к обучению и индивидуальные психологические установки.

Анализ данных показывает, что один из ключевых факторов, влияющий на принятие ИИ, – это уровень знаний и уверенности в работе с новыми технологиями. Слушатели, обладающие более высокими знаниями о возможностях ИИ, проявляют большую готовность использовать эти системы в своей практике. Это указывает на необходимость создания образовательных программ, направленных на повышение осведомленности и улучшение навыков взаимодействия с ИИ. Программы обучения могут включать как теоретические аспекты работы технологий, так и практические сессии, где будущий медицинский персонал сможет наработать необходимые навыки работы с конкретными программами и системами. Другая важная категория, отмеченная в ходе анализа, включает в себя эмоциональные аспекты восприятия ИИ. Многие слушатели выражают опасения относительно возможных изменений в их профессиональных ролях и ответственности, что становится значительным барьером для принятия технологий. Участники опроса переосмысливают свои

функции и боятся, что ИИ может заменить как их рабочие навыки, так и непосредственное взаимодействие с пациентами. Для снижения этих опасений необходимо разработать программы, фокусирующиеся не только на технических навыках, но и на эмоциональной поддержке, которая поможет медицинскому персоналу адаптироваться к изменениям.

**Заключение.** Подводя итог, хочется подчеркнуть, что, несмотря на высокий интерес среднего медицинского персонала к программам искусственного интеллекта (ИИ), существует значительная степень недопонимания их функций и пользы. В ходе опроса и интервью выяснилось, что многие работники не полностью осознают возможности, которые технологии могут предложить в их ежедневной практике. Осведомленность о функционале ИИ колеблется, что приводит к страхам и настороженности по поводу их применения в реальных условиях. Одна из ключевых находок заключается в том, что сотрудники зачастую воспринимают ИИ как потенциальную угрозу для своих рабочих мест и профессиональных ролей, что создает психологический барьер для внедрения данных технологий. Дополнительно, результаты анализа показали, что подготовка и образовательные мероприятия по вопросам ИИ в значительной степени отсутствуют или недостаточно развиты. Многие медицинские учреждения не предлагают систематического обучения, что приводит к пробелам в знаниях и навыках сотрудников. Работники, обладающие базовыми знаниями о технологиях ИИ, оказываются более открытыми к использованию систем, однако таких сотрудников не хватает. Это указывает на необходимость создания специализированных программ обучения и повышения квалификации, направленных на углубление понимания возможностей и методов работы с ИИ в здравоохранении.

### **Список литературы**

1. Немков А.Г. *Возможности автоматизации в диагностике туберкулезного менингоэнцефалита* / А.Г. Немков, А.Г. Санников, М.Ю. Лукина, Д.Б. Егоров, С.А. Скудных // *Врач и информационные технологии*. – 2012. – № 6. – С. 61-64.

2. Скудных А.С. *Итоги разработки и оценки диагностической эффективности экспертной системы «Терапия»* / А.С. Скудных, А.Г. Санников // *Врач и информационные технологии*. – 2007. – № 4. – С. 102-103.

3. Скудных А.С. *Оценка клинической эффективности экспертной системы «Нефрология» в условиях стационара* / А.С. Скудных, А.Г. Санников, А.А. Терентьев, К.А. Сартин // *Медицинская наука и образование Урала*. – 2017. – Т. 18, № 1 (89). – С. 127-129.

4. Стрельников С.С. *Визуализация медицинских данных и информации как направление научных исследований и профессиональной подготовки медицинских работников в современных условиях* / Стрельников С.С., Каткова А.Л., Скудных А.С. В сборнике: *Advances in Science and Technology. Сборник статей XLVIII международной научно-практической конференции*. – Москва, 2022. – С. 40-42.

5. Ястремский А.П. Экспертные системы как эффективное средство принятия решения и управления в клинических условиях / А.П. Ястремский, А.Г. Санников, С.А. Осколков, А.С. Скудных, А.Г. Немков // В сборнике: Формирование здоровья населения и пути оптимизации лечебно-профилактической деятельности. материалы Межрегиональной научно-практической конференции. Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации, ГОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия». – 2009. – С. 163-164.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЦВЕТА В ИНТЕРЬЕРЕ

И.В. Андропова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются актуальные вопросы о значимости цвета в жизни человека, так как оказывает воздействие на мысли, настроение, чувства, а также на здоровье человека, в целом.

Воздействие цвета на психологическое состояние человека уже давно известно, именно поэтому возникла цветотерапия, однако, значимость такого влияния недооценена. Человек ежедневно сталкивается с различными цветами и каждый цвет оказывает определенное воздействие. Так, рекламный баннер, выполненный в красных оттенках, может вызвать прилив эмоций у смотрящего, при переизбытке красного он вызывает злость. В тоже время наблюдение за зеленью в солнечный день способствует расслаблению и вдохновению.

Опытные психологи и художники выделили, как и какие цвета с их оттенками влияют на эмоциональное состояние человека и к каким мыслям и чувствам побуждают.

Психология цвета – изучение того, как цвета и их оттенки меняют человеческое поведение и восприятие чего-либо. Большая часть впечатлений основывается именно на цвете. Однако, отношение к нему формируется на основе культуры, стереотипов, воспитания, менталитета, и несмотря на это восприятие цвета может меняться в течение всей жизни в зависимости от психоэмоционального состояния или определенных цветовых ассоциаций.

Впервые связь между цветом и человеческой психикой была установлена Иоганном Вольфгангом фон Гёте. Он проанализировал, как изменения в цвете влияют на психологическое и эмоциональное состояние любого человека.

К примеру, Швейцарский психотерапевт Марк Люшер исследовал цвет как инструмент психодиагностики. Эта практика до сих пор используется при прохождении освидетельствования для получения прав на вождение автомобилем.

Результаты различных экспериментов помогли выявить ассоциации, которые возникают у людей на цвета.

Так, красный привлекает внимание и в некоторых случаях побуждает к

действию. Этот цвет маркетологи используют гораздо чаще, чем какие-либо другие и часто используется в сферах фастфуда, еды и напитков, так как ассоциируется с голодом и желанием; в рамках автомобилей данный цвет поможет выразить смелость решений или же мощь, мужественность.

Однако красный цвет стоит использовать с осторожностью, так, если его использовать в логотипах средств гигиены или социальных сетей, то это скорее отпугнет людей из-за ассоциаций с тревогой и опасностью.

Желтый цвет также побуждает к действию, но при этом слабее стимулирует психику человека, создавая ощущение беззаботного счастья, радости и веселья. В том числе, данный цвет активизирует работу правого полушария мозга, что отвечает за творческую составляющую.

Поэтому желтый цвет часто используется в сферах коммуникации, логистики, развлечения, товаров для детей или хозяйственных товаров и нежелательно использовать в сфере медицины.

Ниже представлены другие цвета и им соответствующие ассоциации, эмоции (рисунок).

Искренность	Волнение	Компетентность	Изысканность	Жесткость
<b>Приземлённость</b> Семейные ценности Узкий круг  <b>Честность</b> Откровенность Реализм  <b>Благотворность</b> Открытость  <b>Радость</b> Чувствительность Дружелюбие	<b>Дерзость</b> Стиль Возбуждение  <b>Чувственность</b> Молодость Мода  <b>Воображение</b> Уникальность  <b>Современность</b> Независимость	<b>Надёжность</b> Трудолюбие Защита  <b>Интеллект</b> Техника Корпорации  <b>Успех</b> Лидерство Уверенность	<b>Высший класс</b> Стиль Экстравагантность  <b>Очарование</b> Женственность Мягкость	<b>Свобода</b> Мужественность Вестернизация  <b>Мощность</b> Резкость

Соответствие цветов с эмоциональными характеристиками

Но не стоит забывать, что восприятие цвета все равно остается деликатным и индивидуальным процессом. Так, например, различные культуры по-разному воспринимают цвета.

Восприятие цвета связано не только с физиологическими возможностями человека, но, по-видимому, и с его генетической памятью.

Учебное пособие школы Tilda «Психология дизайна» описывает следующие различия в восприятии цветы различных культур:

#### «Красный на Западе и Востоке

В западных культурах красный часто ассоциируется с опасностью, страстью или вниманием. В Китае же красный цвет символизирует удачу и счастье, и он активно используется в праздничных и торжественных событиях.

#### Желтый на Западе и Востоке

В западной культуре жёлтый может быть ассоциирован с предательством, но также с оптимизмом и радостью. В Китае жёлтый ассоциируется с императорской властью и считается самым красивым цветом.

#### Белый на Западе и Востоке

В западных странах белый цвет символизирует чистоту, невинность и мир. В контексте восточной культуры, особенно в Индии и Китае, белый цвет традиционно связан со смертью и трауром.

Зелёный в Исламе и Западе

В исламской культуре зелёный цвет считается самым важным, он ассоциируется с раем. В западных странах зелёный часто связан с экологией и природой» [1].

Каждый объект, что мы воспринимаем, оказывает на нас определенное воздействие из-за цвета. И тут возникает главная проблема – относительность.

Цвет меняется в зависимости от контекста, в который его помещают.

При длительном воздействии цвет оказывает влияние на нервную систему человека и его вегетативную активность, может вызывать сонливость, аппетит, влиять на пульс, дыхание, раздражать, успокаивать. Поэтому при подборе цвета для интерьера нужно быть осторожным, учитывая функции помещения.

При отсутствии разнообразия цвета у человека падает работоспособность, появляется ощущение слабости, быстрая утомляемость и нарушение сна. При длительном нахождении детей в «бледном окружении» отмечаются задержки умственного развития.

Далее рассмотрим, как основные цвета влияют на психоэмоциональное состояние человека на примере интерьера кухни:

Желтый цвет делает интерьер ярче и светлее, повышает настроение. Ассоциация данного цвета с солнцем визуально делают помещение теплее. Желтый цвет настраивает на достижение целей, но его обилие может привести к перевозбуждению нервной системы.

Зеленый цвет также является выигрышным вариантом для интерьера кухни, так как это символ природы, весны и свежести. Зеленый и его оттенки снижают негативное влияние темных цветов на кухне.

Красный цвет близок страстным и целеустремленным натурам, обладает агрессивностью, но в то же время является символом любви. Для некоторых людей символизирует опасность, поэтому изобилие красного в интерьере может навредить.

Оранжевый цвет придает бодрости, вносит оптимизм, символизирует жизнелюбие и радость. Повышает аппетит, но обилие данного оттенка вызывает раздражение.

Синий цвет благотворно влияет на психологическое состояние человека, успокаивает его. На сегодняшний день это очень популярный цвет в интерьере кухни. Данный оттенок помогает сосредоточиться, а также приглушает аппетит.

Фиолетовый цвет довольно противоречивый. Это не только чувственный цвет, но также яркий и дерзкий. Ему отдают предпочтение, в основном, неординарные личности. Для помещений кухни этот цвет не самый подходящий, так как вызывает беспокойство.

Белый цвет во многих культурах является цветом невинности, чистоты и новизны. Его выбор стал общемировой тенденцией для кухонной обстановки, так как, сочетаясь с любой палитрой, дает простор для воображения и новых идей. Белый применяют как в маленьких, так и просторных помещениях. В



больших объёмах зачастую вызывает дискомфорт и ассоциации со стерильностью.

Черный цвет создает атмосферу загадочности, строгости. Может символизировать как «тихую роскошь», так грусть и депрессивность. Черный цвет в оформлении кухни выбирают оригинальные, уверенные в себе личности.

Холодные оттенки так же хорошо подходят для кухни, как и тёплые. Синий, голубой и сиреневый цвета будут отлично смотреться в стилях хай-тек, прованс, классическом и средиземноморском. Однако, если в комнату редко попадает солнечный свет, лучше отказаться от холодных тонов. Также, если в помещении мало окон, рекомендуется использовать тёплые оттенки: оранжевый, жёлтый, бежевый и древесный. Эти цвета подойдут для современного стиля, кантри и лофта.

Также стоит рассмотреть цветовую палитру для обустройства интерьера спальни, которое обеспечит комфортный сон и полноценный отдых.

Расслабиться помогают оттенки синего, так как создают легкую прохладную обстановку. Белые и молочные тона ассоциируются с чистотой, гармонией, однако обилие такого цвета может вызвать ощущение нахождения в больничной койке.

Оттенки зеленого в спальне настраивают на расслабление и гармонию. «Поэт и философ Гете описывал зеленый как полезный цвет, хороший цвет, который можно иметь вокруг», – объясняет Франческа Везель, основатель студии Francesca's Paints.

Использовать красный, черный и фиолетовый цвета в интерьере спальни не рекомендуется. Такие оттенки возбуждают нервную систему. Но их применение в интерьерах спальни возможно, если достаточно разбавить оттенкам белого, бежевого.

По мнению психологов, красный ассоциируется с агрессией, но также может символизировать страсть. Фиолетовый цвет провоцирует развитие депрессии. Черный, в свою очередь, может настроить на пессимистичный лад.

При пробуждении благоприятно влияют оттенки бежевого, кофейного, серого. Эти цвета помогают сосредоточиться, сконцентрироваться. Повышают работоспособность.

Оранжевый и желтый бодрят, повышают настроение, помогают настроиться на позитив. Шоколадные оттенки создают атмосферу уюта, защищенности, спокойствия.

Ванная комната – место, где начинается утро и заканчивается день, поэтому так важно создать не только красивое, но и комфортное пространство.

Подбирая цветовую гамму, стоит продумать, какую эмоцию необходимо передать. Будет ли ванная комната источником расслабления или местом, дающим прилив энергии и бодрости.

Самый распространенный вариант – белый. Чистая эстетика, символ порядка и легкости. К тому же есть вариативность в использовании белого матового и глянцевого. Глянцевый используется в зеркальных эффектах, оптически увеличивающих помещение. Матовый выдержан, строг и весьма

консервативен, он дисциплинирует пространство, придавая помещению элегантность.

Сочетание черного с белым уверенно можно считать классикой. Черный красив и многогранен, он отлично зонировывает пространство, придает помещению глубину и естественность.

Зеленый цвет с точки зрения психологии выражает спокойствие, баланс и гармонию, поэтому идеально подходит для городских квартир, окруженных малым количеством зелени. В ванной комнате чаще используется, как акцент.

Синий цвет – это безмятежная глубина ясного неба и мощь океана. Одновременно свежий и умиротворяющий, такие оттенки омолаживают интерьер, создают в ванной комнате расслабляющую атмосферу и способны наполнить энергией.

Использование красного цвета в интерьере ванной комнаты скорее подходит для расстановки ярких акцентов.

Цвет в интерьере играет важную роль в формировании атмосферы и настроения, оказывая как психологическое, так и физическое воздействие на человека. Каждый оттенок обладает своим уникальным значением и влиянием, которое варьируется в зависимости от контекста и назначения помещения. При выборе цветовой гаммы важно учитывать не только функциональные потребности, но и личные предпочтения, ведь именно любимый цвет способен создать наиболее комфортную и гармоничную обстановку. Грамотно расставленные цветовые акценты, соответствующие характеру и настроению, способствуют созданию баланса и гармонии в интерьере, положительно влияя на психоэмоциональное состояние человека.

### **Список литературы**

1. Командин. А. Психология дизайна / А. Командин, М. Таби, Д. Сиземов, В. Греф, Р. Яковенко, А. Черкесова, А. Спирина [Электронный ресурс] // *Tilda.school*: [сайт]. – URL: <https://psychology.tilda.school> (дата обращения: 29.9.2024).

2. Жан-Габриэль Косс *Цвет. Четвертое измерение [Текст]* / Жан-Габриэль Косс – 1-е изд. – Москва: Синдбад, 2018. – 240 с.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КИПЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА ИЗ ПРОЛИВА

В.П. Мешалкин<sup>1</sup>, В.М. Панарин<sup>2</sup>, А.Н. Кочетов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Академик Российской Академии Наук,  
г. Москва

<sup>2</sup> Тульский государственный университет,  
г. Тула

<sup>3</sup> Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Северо-Западное управление Ростехнадзора),  
г. Санкт-Петербург

***Краткая аннотация.** Работа посвящена математическому анализу процесса кипения сжиженного газа из пролива на «горячий» грунт. Это позволило создать недостающие на сегодняшний день зависимости определения критерия режима парообразования, временную зависимость скорости процесса, длительности режима кипения, а также массы образовавшихся паров за это время.*

### **Введение.**

Парообразование сжиженного газа – это источник образования топливно-воздушных и токсичных сред, приводящих к взрывам, пожарам и токсичным поражениям производственного персонала на объектах переработки и хранения сжиженного газа.

Аварийный выброс сжиженного газа создает целый ряд физических процессов от мгновенного испарения, кипения жидкости пролива за счет теплового потока от грунта и последующего испарения под воздействием тепловых потоков из окружающей среды.

Схема тепловых потоков, влияющих на процесса парообразования, представлена на Рис. 1.

Поступление теплового потока из атмосферы  $q_a$ , в соответствии с законом охлаждения Ньютона (Newton's law of cooling), определяют, используя уравнение Ньютона–Рихмана:

$$q_a = \alpha \cdot (T_a - T_{ж}), \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи,  $T_a$  и  $T_{ж}$  – соответственно, абсолютные температуры воздушной среды и жидкости пролива.

Движение воздушного потока над зеркалом пролива, приводит к его смешиванию с холодными парами жидкости. При этом происходит снижение температуры воздушного потока. В результате скорость отвода паров возрастает, а приток тепла к зеркалу жидкости падает, сводя его на нет.

Что касается тепла солнечной радиации, на интенсивность парообразования, то ею можно, также пренебречь, вследствие сильной зависимости от погодных условий и малых значений.

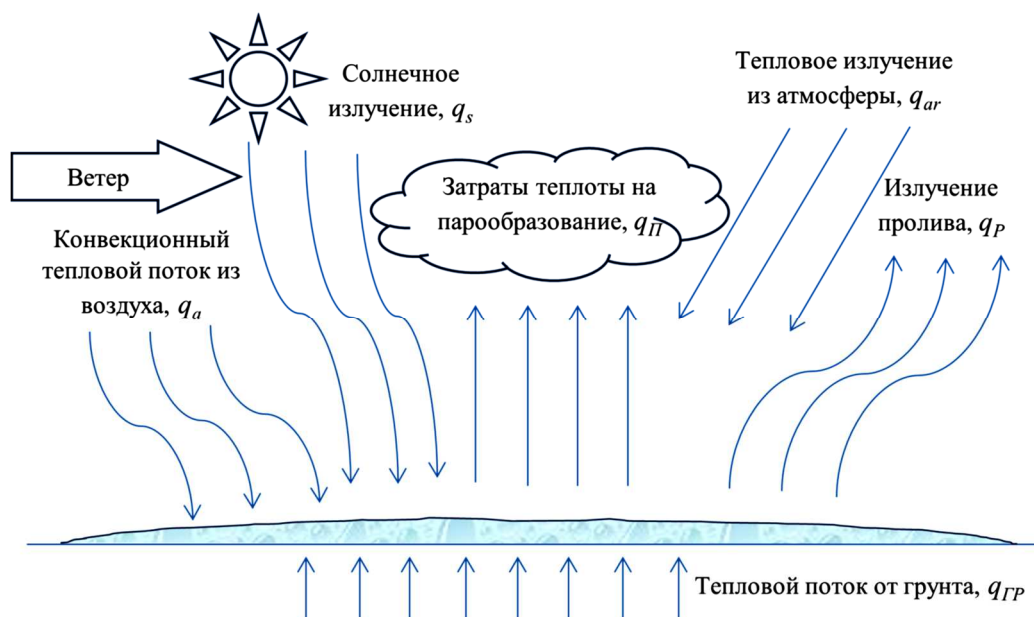


Рис. 1. Схема тепловых потоков из окружающей среды, влияющих на процесс парообразования сжиженного газа из пролива

Длинноволновое излучение атмосферы  $q_{ar}$  и потери тепла вследствие также длинноволнового излучения поверхности жидкости пролива  $q_p$  подчиняются закону Стефана-Больцмана, согласно которому тепловые потоки являются функцией абсолютных температур воздуха  $T_a$  и жидкости  $T_{ж}$ .

Их влияние на процесс парообразования пренебрежимо мало.

Тепловой поток от грунта, как показал анализ литературных источников, оказывает наибольшее влияние на скорость парообразования при кипении жидкости из пролива.

Аналогичных взглядов на влияние тепловых потоков на процесс кипения поддерживают и нормативные документы по промышленной безопасности [1, 2], а также авторы предлагаемых математических моделей процесса парообразования сжиженного газа из пролива [3 - 8], которые принимают длительность режима кипения, равной длительности полного испарения жидкости, но не более 3600 с.

Автор монографии [9] рекомендует принимать в расчетах длительность режима кипения, равной 2 – 3 мин.

К сожалению, расчетных зависимостей оценки этого режима на сегодня нет.

Проведение математического анализа процесса кипения пролива жидкости с определением его длительности, а также массы паров, образовавшихся за это время, и посвящена наша работа.

### **Математическая модель режима кипения.**

После мгновенного вскипания часть жидкости с температурой кипения разливается на твердый грунт и, получив от него энергию, продолжает кипеть.

В данном случае, при проливе жидкости на твердый грунт интенсивность теплового потока в системе жидкость-твердое тело будем оценивать, используя одномерную нестационарную зависимость теплообмена:

$$q_{grd} = \lambda_{grd} \cdot \left( \frac{dT_{grd}}{dx} \right)_{x=0}, \quad (2)$$

где  $\lambda_{grd}$  – коэффициент теплопроводности твердого материала,  $\frac{Вт}{м \cdot град}$ ;  $T_{grd}$  – температура твердого материала подложки,  $K$ ;  $x$  – координата в направлении, перпендикулярном поверхности подложки,  $м$ ; Принято, что координата  $x = 0$  соответствует границе раздела твердой и жидкой фаз.

Для определения величины  $\left( \frac{dT_{grd}}{dx} \right)_{x=0}$  в различные моменты времени решают уравнение теплопроводности для твердой фазы [3]:

$$\left( \frac{dT_{grd}}{dx} \right) = a_{grd} \cdot \left( \frac{d^2 T_{grd}}{dx^2} \right), \quad (3)$$

с граничными и начальными условиями:

$$T_{grd} \Big|_{x=0} = T_{liq}, \quad (4)$$

$$T_{grd} \Big|_{t=0} = T_{grd,0}, \quad (5)$$

где  $t$  – время;  $a_{grd}$  – коэффициент температуропроводности твердой фазы,  $\frac{м^2}{с}$ ;  $T_{liq}$  – температура жидкой фазы,  $K$ ;  $T_{grd,0}$  – начальная температура твердой фазы,  $K$ .

Решение уравнения (3) с граничными и начальными условиями (4) и (5), может быть записано в виде:

$$T_{grd} = T_{liq} + (T_{grd,0} - T_{liq}) \cdot \Phi \left[ \frac{x}{(2 \cdot \sqrt{a_{grd} \cdot t})} \right], \quad (6)$$

где  $\Phi(x)$  – интеграл вероятностей:  $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^x e^{-y^2} dy$

Интенсивность теплового потока от грунта, в соответствии с решением одномерной нестационарной диффузии тепла в твердом грунте, равна:

$$q_{ГР}(\tau) = \frac{\sqrt{\xi} \cdot (T_{ГР} - T_{Ж})}{\sqrt{\pi} \cdot \sqrt{\tau}}, \quad (7)$$

где  $\xi = \rho_{ГР} \cdot c_{ГР} \cdot \lambda_{ГР}$  – показатель тепловой активности грунта,  $\rho_{ГР}$  – плотность,  $c_{ГР}$  – теплоемкость,  $\lambda_{ГР}$  – теплопроводность грунта;  $T_{ГР}$  и  $T_{Ж}^K$  соответственно – абсолютные температуры грунта и температуры кипения жидкости;  $\tau$  – время кипения жидкости, соответственно тепловой поток затухает (убывает) согласно пропорциональности:  $\xi = \rho_{ГР} \cdot c_{ГР} \cdot \lambda_{ГР}$

Данное решение справедливо при постоянной температуре жидкости пролива, т.е. только для режима кипения жидкости.

Этот тепловой поток оказывает наибольшее влияние на интенсивность парообразования при кипении жидкости из пролива.

Соответственно, скорость парообразования сжиженного газа при кипении будет иметь аналогичный вид:

$$J_{ПО}^{ГР} = \frac{q_{ГР}(\tau)}{r_{Ж}} = \frac{\xi \cdot (T_{ГР} - T_{Ж}^K)}{r_{Ж} \cdot \sqrt{\pi \cdot \tau}}, \quad (8)$$

где  $r_{Ж}$  – удельная теплота парообразования жидкости.

Интегрирование скорости парообразования дает возможность определить массу жидкости, переходящей в пар за время кипения:

$$m_{ПО} = \int_0^{\tau} J_{ПО}^{ГР} \cdot d\tau = \frac{2 \cdot \xi \cdot (T_{ГР} - T_{Ж}^K)}{r_{Ж} \cdot \sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\tau}. \quad (9)$$

Интенсивность, поступление энергии от грунта затухает  $q_{ГР}(\tau) \propto \tau^{-0,5}$ , и наступает момент, когда этой энергии не хватает для поддержания жидкости при температуре кипения и на образование пара, тогда процесс начинает протекать в режиме испарения с отводом пара воздушным потоком:

$$J_{ПО}^{ГР} = J_{ПО}. \quad (10)$$

Решение данного соотношения дает зависимость для определения эффективного времени кипения:

$$\tau_{КИП} = \frac{\xi^2 \cdot (T_{ГР} - T_{Ж}^K)^2}{\pi \cdot r_{Ж}^2 \cdot J_{ПО}^2}. \quad (11)$$

Из формулы следует, что длительность кипения  $\tau_{КИП}$  является функцией теплового потока от грунта  $q_{ГР}(\tau)$  и необходимых затрат энергии на парообразование сжиженного газа  $q_{ПО}$ , где затраты зависят от интенсивности протекания процесса парообразования, которая зависит от скорости воздушного потока над зеркалом пролива, и определяются скоростью отвода паров, т.е.:

$$\tau_{КИП} \sim f(q_{ГР}(\tau), q_{ПО}). \quad (12)$$

Графическое решение представлено на Рис. 2 для пролива сжиженного аммиака на бетонную поверхность ( $\rho_{ГР} = 2220 \text{ кг/м}^3$  – плотность материала,  $c_{ГР} = 770 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°C}$  – теплоемкость материала,  $\lambda_{ГР} = 1,42 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$  – теплопроводность материала) с температурой  $20 \text{ °C}$  при скорости воздушного потока –  $1 \text{ м/с}$ .

Для оценки интенсивности процесса парообразования используем широко известную зависимость из нормативного документа [1], имеющую следующий вид:

$$J_{ПО} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot P_H \cdot \sqrt{\mu}, \quad (13)$$

где  $\eta = 7,7$  – коэффициент, учитывающий скорость воздушного потока,  $P_H = 101,3 \text{ кПа}$  – давление насыщенных паров аммиака при температуре кипения,  $\mu = 17 \text{ кг/кмоль}$  – молекулярная масса аммиака ( $\text{NH}_3$ ).

Время кипения сжиженного аммиака согласно формуле и графического решения составляет порядка  $115 \text{ с}$ .

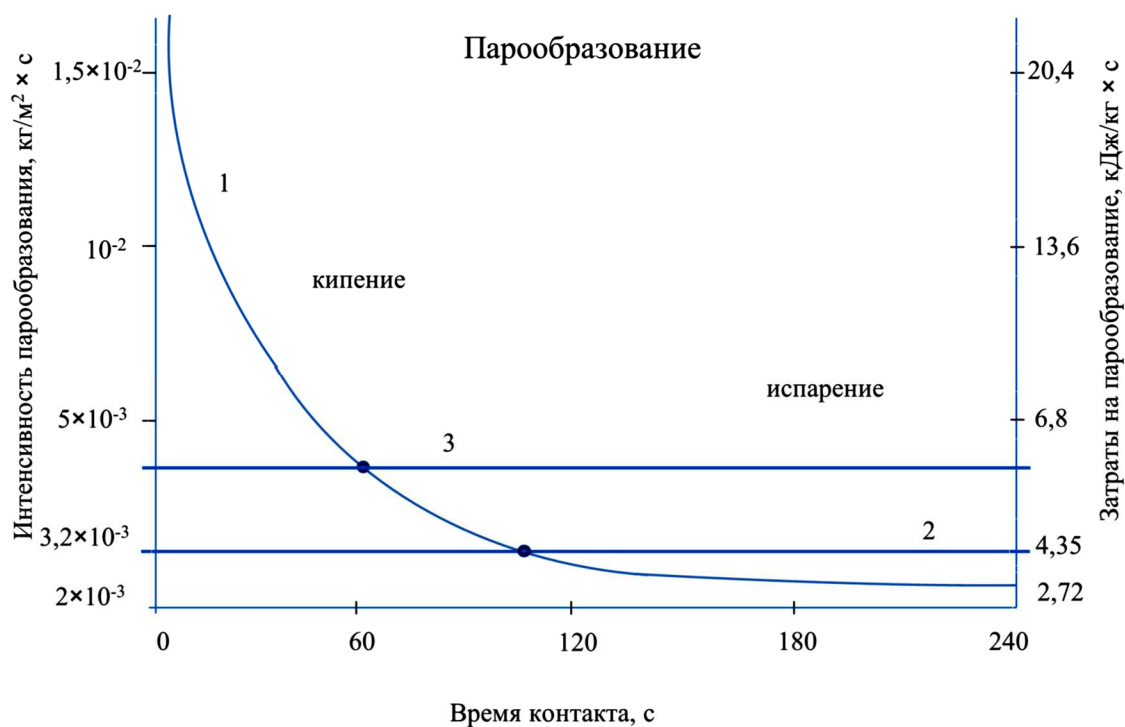


Рис. 2. Парообразование жидкого аммиака на бетонной поверхности во времени при скорости воздушного потока  $1 \frac{м}{с}$ .

1. – Интенсивность парообразования при кипении аммиака за счет использования теплового потока от грунта;
2. – Интенсивность парообразования при испарении аммиака за счет отвода паров воздушным потоком

Увеличение скорости воздушного потока влечет за собой повышение интенсивности парообразования сжиженного газа из пролива и соответственно затрат энергии, что в итоге вызывает снижение длительности процесса кипения за счет теплового потока от грунта, это наглядно показано на Рис. 2. (линия 3).

Режим кипения жидкости заканчивается, как только теплопритока из окружающей среды станет не хватать для поддержания жидкости при температуре кипения, а также его не будет достаточно для образования и выхода паров из жидкости – наступает режим испарения жидкости.

Это условие и является **критерием** смены режима кипения на режим испарения.

### **Выводы.**

Проведение анализа режима кипения сжиженного газа за счет энергии грунта позволило:

- определить критерии смены режима кипения на режим испарения жидкости;
- получить временную зависимость скорости парообразования сжиженного газа при кипении;
- оценить эффективное время кипения сжиженного газа за счет энергии грунта;
- вычислить массу паров, образовавшихся за эффективное время кипения сжиженного газа из пролива.

## Список литературы

1 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, утвержденные приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 533, (взамен ПБ 09-540-03), официальный интернет-портал правовой информации [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), 25.12.2020, № 0001202012250048.

2 ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.», утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 27.12.2012 № 1971-ст, (взамен ГОСТ Р 12.3.047-98).

3. Шебеко Ю.Н. Математическая модель испарения сжиженных углеводородных газов со свободной поверхности / Ю.Н. Шебеко, А.П. Шевчук, И.М. Смолин, В.А. Колосков // Химическая промышленность. – 1992. – № 7. – С. 404-408.

4. Воротилин В.П. Математическое моделирование испарения сжиженного газа при аварийном разливе на открытых пространствах / В.П. Воротилин, В.Д. Горбулин // Химическая промышленность. – 1992. – № 6. – С. 354-359.

5. Хлуденев С.А. Оценка воздействия нефтехимических производств на объекты окружающей среды при различных условиях функционирования: дис. канд. тех. наук: 03.00.16 / Хлуденев Сергей Александрович. – Пермь, 2007. – 165 с.

6. Kawamura P.I. The evaporation of volatile liquids / P.I. Kawamura and D. Mackay // *Journal of Hazardous Materials*. – 1987. – Vol. 15. – Issue 3. – P. 343-364. (DOI: 10.1016/0304-3894(87)85034-3).

7. Старовойтова Е.В. Основы прогнозирования последствий аварийных залповых выбросов сжиженных газов: монография / Е.В. Старовойтова, А.Д. Галеев, С.И. Поникаров. – Казань: ИНИТУ, 2013. – С. 156.

8. Салин А.А. Методика прогнозирования последствий аварийных проливов бинарных растворов. Автореферат диссертации на соискание кандидата технических наук: 05.26.03. / Салин Алексей Александрович. – Казань. 2013. – 20 с.

9. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – Москва. Химия, 1991. – 432 с., (ISBN 5-7245-0820-6).



# РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА ПРИ УЧЕТЕ СЖИМАЕМОСТИ

Е.А. Болгова, М.А. Мукутадзе  
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»,  
г. Ростов-на-Дону

***Аннотация.** Статья посвящена созданию математической модели, описывающей поведение микрополярного смазочного материала в рабочем зазоре радиального подшипника, учитывая сжимаемость и изменение вязкости под воздействием давления. Новая математическая модель получена на основе известных уравнений движения микрополярного смазочного материала для случая «тонкого слоя» с использованием уравнений неразрывности и состояния. Она позволяет выполнить оценку величины гидродинамического давления, нагрузочной способности и силы трения при ламинарном режиме течения смазочного материала. Произведено сравнение численных результатов теоретических моделей с экспериментальными данными, учитывая новые факторы, ранее не рассматриваемые.*

***Ключевые слова:** сжимаемость смазочного материала, модифицированная конструкция подшипника, ламинарный режим, оценка износостойкости, покрытие.*

## **Введение**

Рассмотрение проблемы сжимаемости смазочного материала в контексте технических систем является важным направлением научных и инженерных исследований. Расчетные модели, разработанные для моделирования процессов в трибоузлах, учитываются влияние кинематической вязкости и элементов макро- и микрогеометрии на поведение смазочных материалов [1]. Точные моделирования помогают в прогнозировании поведения материала под воздействием изменяющихся условий давления и температуры, что критично при проектировании компонентов для различных транспортных средств [2].

Введение полимерных покрытий на опорные поверхности подшипников скольжения дает значительное улучшение эксплуатационных характеристик [3,4]. Технологии нанесения таких покрытий основаны на использовании высокотемпературных полимеров, которые обеспечивают эффективное снижение коэффициента трения и устойчивость к значительным механическим и термическим нагрузкам. Это делает их незаменимыми в подшипниковых узлах, где необходимы надежность и долговечность [5, 6].

Экспериментальные данные подтверждают, что полимерные покрытия улучшают теплопроводность и рассеивают тепловую энергию, что минимизирует риск перегрева и износа [7]. Это особенно актуально для деталей, где температурные колебания могут быть экстремальными [8]. Современные подходы к проектированию также учитывают возможность адаптации структуры полимера под специфические условия эксплуатации, что позволяет оптимизировать защиту поверхности и повысить общую эффективность узлов [9,10].

В последние годы основное внимание уделяется разработке композитных материалов с повышенными прочностными характеристиками и полимерными покрытиями, что открывает новые возможности для увеличения срока службы

подшипников скольжения в экстремальных условиях эксплуатации [11-14].

Исследования в области моделирования и численных методов анализа позволяют проводить более глубокое изучение процессов, протекающих в зоне контакта, оптимизировать геометрию и структуру подшипников, предугадывая их поведение при различных нагрузках и режимах работы [15]. Так, например, модели на основе молекулярной динамики предоставляют более точную информацию о взаимодействии частиц смазочного материала с поверхностями, что позволяет сделать использование подшипников более надежным и предсказуемым [16,17].

В данной работе основное внимание уделяется разработке математических моделей, которые учитывают влияние сжимаемости и зависимости вязкости жидкого смазочного материала от давления для модифицированной конструкции радиального подшипника.

### Постановка задачи

Рассматривается ламинарное течение сжимаемой микрополярной жидкости в рабочем зазоре. Подшипник неподвижен, а вал с покрытием вращается со скоростью  $\Omega$ .

Системе координат (рисунок)  $r', \theta$  запишутся в виде:

$$r' = r_0, \quad r' = r_0 - \tilde{h}, \quad r' = r_1(1 + H) - a' \sin \omega \theta. \quad (1)$$

Вязкостные характеристики зависят от давления по закону:

$$\mu' = \mu_0 e^{\alpha' p'}, \quad \kappa' = \kappa_0 e^{\alpha' p'}, \quad \gamma' = \gamma_0 e^{\alpha' p'}. \quad (2)$$

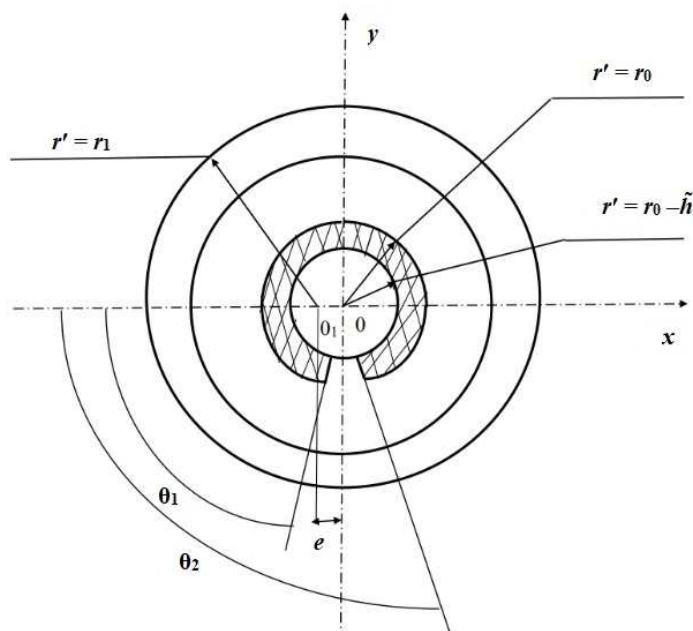


Схема трибоконтакта

Для реализации поставленной цели воспользуемся безразмерным уравнением движения микрополярного смазочного материала для «тонкого слоя» с учетом (2), уравнением неразрывности, а также уравнением состояния с граничными условиями:

$$\frac{\partial^2 u_i}{\partial r^2} + N^2 \frac{\partial v_i}{\partial r} = \frac{1}{\Lambda} \cdot \frac{e^{-\alpha p} dp_i}{d\theta}, \quad \frac{\partial^2 v_i}{\partial r^2} - \frac{v_i}{N_1} - \frac{1}{N_1} \cdot \frac{du_i}{dr} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial \theta} + \frac{\partial(\rho v_i)}{\partial r} = 0, \quad p = \rho. \quad (3)$$

$$u = 0, \quad v = 0, \quad \nu = 0 \quad \text{при } r = 1 + \eta \cos \theta - \eta_1 \sin \omega \theta = h(\theta),$$

$$u = 1, \quad \nu = 0, \quad v = 1 \quad \text{при } r = r_0, \quad 0 \leq \theta \leq \theta_1 \quad \text{и} \quad \theta_2 \leq \theta \leq 2\pi,$$

$$u = 1, \quad \nu = 0, \quad v = 1 \quad \text{при } r = r_0 - \tilde{h}, \quad \theta_1 \leq \theta \leq \theta_2,$$

$$p(0) = p(\theta_1) = p(\theta_2) = p(2\pi) = \frac{P_g}{p^*}. \quad (4)$$

$$Q = \text{const}; \quad p_3(\theta_2) = p_2(\theta_2); \quad p_1(\theta_1) = p_2(\theta_1).$$

Для сжимаемого смазочного материала пренебрегаем  $\frac{1}{N_1} \ll 1$ , тогда

уравнение (3) преобразуется к виду:

$$\frac{\partial^2 u_i}{\partial r^2} + \frac{N_i^2}{2h} (2r - h) = \frac{1}{\Lambda} \cdot \frac{e^{-\alpha p} dp_i}{d\theta}, \quad \nu_i = \frac{1}{2h} (r^2 - rh), \quad \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial \theta} + \frac{\partial(\rho v_i)}{\partial r} = 0, \quad p = \rho. \quad (5)$$

Автомодельное решение (5) ищем по известному методу [19,20]

$$\rho v_i = \frac{\partial \Psi_i}{\partial r} + V_i(r, \theta), \quad \rho u_i = -\frac{\partial \Psi_i}{\partial \theta} + U_i(r, \theta),$$

$$\Psi_i(r, \theta) = \tilde{\Psi}_i(\xi_i), \quad V_i(r, \theta) = p \tilde{v}_i(\xi_i), \quad U_i(r, \theta) = -p \tilde{u}_i(\xi_i) \cdot h'(\theta), \quad (6)$$

$$\xi_i = \frac{r_i}{h(\theta)} \quad \text{при } 0 \leq \theta \leq \theta_1 \quad \text{и} \quad \theta_2 \leq \theta \leq 2\pi,$$

$$\xi_i = \frac{r - \eta_2}{h(\theta) - \eta_2} \quad \text{при } \theta_1 \leq \theta \leq \theta_2.$$

В результате для гидродинамического давления получим:

$$p_{11} = \frac{P_g}{p^*}, \quad p_{21} = \frac{P_g}{p^*}, \quad p_{31} = \frac{P_g}{p^*},$$

$$p_{11} = 6\Lambda \left( 1 + \alpha \frac{P_g}{p^*} - \frac{\alpha^2}{2} \left( \frac{P_g}{p^*} \right)^2 \right) \left( \eta \sin \theta + \frac{\eta_1}{\omega} (\cos \omega \theta - 1) - \frac{1}{p} \frac{\eta_1 \theta}{2\pi \omega} (\cos 2\pi \omega - 1) \right),$$

$$p_{22} = \frac{6\Lambda}{(1 + \tilde{h})^2} \left( 1 + \alpha \frac{P_g}{p^*} - \frac{\alpha^2}{2} \left( \frac{P_g}{p^*} \right)^2 \right) \left[ (\theta - \theta_1) \left( \frac{\theta_1^2}{4\pi^2} + \left( 1 - \frac{5\theta_1}{2\pi} \right) \left( \frac{\tilde{\eta}_1}{2\pi \omega} (\cos 2\pi \omega - \cos \omega \theta_1) - \frac{\tilde{\eta}_1}{2\pi} \sin \theta_1 \right) \right) + \frac{1}{p} \left( 1 - \frac{3\theta_1^2}{4\pi^2} \right) \left( \tilde{\eta} (\sin \theta - \sin \theta_1) + \frac{\tilde{\eta}_1}{\omega} (\cos \omega \theta - \cos \omega \theta_1) \right) \right];$$

$$p_{32} = 1 + 6\Lambda \left( 1 + \alpha \frac{P_g}{p^*} - \frac{\alpha^2}{2} \left( \frac{P_g}{p^*} \right)^2 \right) \left[ (\theta - \theta_2) \left( \frac{\theta_2^2}{4\pi^2} + \left( 1 - \frac{5\theta_2}{2\pi} \right) \left( \frac{\eta_1}{2\pi \omega} (\cos 2\pi \omega - \cos \omega \theta_2) - \frac{\eta}{2\pi} \sin \theta_2 \right) \right) + \frac{1}{p} \left( 1 - \frac{3\theta_2^2}{4\pi^2} \right) \left( \eta (\sin \theta - \sin \theta_2) + \frac{\eta_1}{\omega} (\cos \omega \theta - \cos \omega \theta_2) \right) \right]. \quad (7)$$

С учетом вариаций параметров сжимаемости ( $\Lambda = 0,1 - 0,9$ ), скорости ( $v = 0,3 - 3 \text{ м/с}$ ), радиуса ( $r = 20 \text{ мм}$ ), нагрузочной способности ( $\sigma = 3,2 - 16 \text{ МПа}$ ) и вязкости ( $\mu_0 = 0,0707 - 0,0076$ ), несущая способность увеличилась примерно на 5-7 % (таблица). Это свидетельствует о значительном улучшении способности материала выдерживать нагрузку при различных условиях эксплуатации. Одновременно с этим было зафиксировано заметное уменьшение коэффициента трения (на 6-8 %).

#### Результаты теоретического исследования

№	$\sigma$ , МПа	Параметр сжимаемости $\Lambda$				
		0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
		Коэффициент трения				
1	3,2	0,0095	0,0120	0,0111	0,0068	0,0042
2	6,4	0,0063	0,0064	0,0065	0,0048	0,0034
3	9,6	0,0030	0,0032	0,0031	0,00297	0,00294
4	12,8	0,0029	0,0031	0,0030	0,00291	0,00292
5	16	0,00218	0,0030	0,0029	0,00295	0,01001

Используя специализированный комплекс экспериментального оборудования для исследования поведения подшипников скольжения в условиях гидродинамического смазывания, удалось детально изучить различные аспекты функционирования подшипников в определенном диапазоне нагрузочно-скоростных режимов, что позволяет значительно расширить представления об их работе и надежности.

Данные экспериментов показывают не только закономерности изменения трения и износа подшипников, но и выявляют особенности процесса образования смазочной пленки и её влияния на их эксплуатационные характеристики.

#### Выводы

Итоги исследования показали, что радиальные подшипники скольжения с модифицированными параметрами и дополнительным полимерным покрытием могут найти широкое применение в высоконагруженных механизмах. Применение этих инновационных подшипников не только продлевает срок службы оборудования, но и существенно повышает его энергетическую эффективность.

#### Условные обозначения

$r_0$  – радиус вала с полимерным покрытием;  $r_1$  – радиус подшипниковой втулки;  $e$  – эксцентриситет;  $\varepsilon$  – относительный эксцентриситет;  $\tilde{h}$  – высота канавки;  $a'$  и  $\omega$  – амплитуда возмущения и параметр адаптированного профиля втулки соответственно;  $\mu'$  – коэффициент динамической вязкости смазочного материала;  $\kappa'$ ,  $\gamma'$  – коэффициенты вязкости микрополярного смазочного материала;  $\mu_0$  – характерная вязкость неньютоновского смазочного материала;

$p'$  – гидродинамическое давление в смазочном слое;  $\alpha'$  – экспериментальная постоянная величина;  $\kappa_0$ ,  $\gamma_0$  – характерная вязкость микрополярного смазочного материала.

### Список литературы

1. Mukutadze M.A. *V-shaped sliding bearings using micropolar lubricants caused by a melt accounting for the dependence of lubricant viscosity and porous lauer permeability on pressure* / M.A. Mukutadze, A.M. Mukutadze, A.N. Opatskikh // *Journal of Physics: Conference Series: International Conference "High-Tech and Innovations in Research and Manufacturing," HIRM 2019, Vol. 1353.* – Krasnoyarsk: 2019. P. 012025. DOI 10.1088/1742-6596/1353/1/012025.

2. Хасьянова Д.У. *Математическая модель смазочного материала в опоре скольжения с плавким покрытием и учетом зависимости вязкости от давления при неполном заполнении рабочего зазора* / Д.У. Хасьянова, М.А. Мукутадзе, А.М. Мукутадзе, Н.С. Задорожная // *Проблемы машиностроения и надежности машин.* – 2021. – № 5. – С. 33-40. DOI 10.31857/S0235711921050084.

3. Ахвердиев К.С. *Математическая модель гидродинамической смазки бесконечно широких опор, работающих в нестационарном турбулентном режиме на микрополярной смазке* / К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, М.А. Савенкова, А.Ю. Вовк // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения.* – 2007. – № 4(28). – С. 111-117.

4. Мукутадзе М.А. *Гидродинамический расчет радиального пористого подшипника бесконечной длины с повышенной несущей способностью с учетом сил инерции* / М.А. Мукутадзе, Е.Е. Александрова, А.А. Константинов, А.И. Шевченко // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения.* – 2012. – № 2(46). – С. 194-198.

5. Akhverdiev K.S. *Calculated model of wedge-shaped sliding supports taking into account rheological properties of viscoelastic lubricant* / K S. Akhverdiev, E.O. Lagunova, M.A. Mukutadze // *International Conference "Aviamechanical engineering and transport" (AVENT 2018) : Proceedings of the International Conference Vol. 158. Irkutsk: Atlantis Press, 2018.* – P. 246-253.

6. Хасьянова Д.У. *Повышение износостойкости радиального подшипника скольжения, смазываемого микрополярными смазочными материалами и расплавами металлического покрытия* / Д.У. Хасьянова, М.А. Мукутадзе // *Проблемы машиностроения и надежности машин.* – 2022. – № 4. – С. 46-53. – DOI 10.31857/S0235711922040101.

7. Мукутадзе М.А. *Гидродинамический расчет упорного подшипника с нежесткой опорной поверхностью* / М.А. Мукутадзе, Е.О. Лагунова, А.Н. Гармоница [и др.] // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения.* – 2017. – № 1(65). – С. 128-137.

8. Akhverdiev K.S. *Mathematical model of a radial sliding bearing with a porous layer on its operating surface with a low-melting metal coating on shaft surface* / K.S. Akhverdiev, E.A. Bolgova, M.A. Mukutadze, V.V. Vasilenko // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,*– Novosibirsk, 2021. – P. 012005. DOI 10.1088/1757-899X/1064/1/012005.

9. Mukutadze M.A. *Radial Slip Bearing with a Pliable Supporting Surface* / M.A. Mukutadze, E.O. Lagunova, A.N. Garmonina, V.V. Vasilenko // *Russian Engineering Research*. – 2018. – Vol. 38, No. 3. – P. 166-171. DOI 10.3103/S1068798X18030115.

10. Ахвердиев К.С. *Расчетная модель радиального подшипника скольжения с повышенной несущей способностью, работающего на микрополярной смазке с учетом ее вязкостных характеристик от давления* / К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, Е.О. Лагунова, К.С. Солон // *Инженерный вестник Дона*. – 2013. – № 4(27). – С. 22.

11. Ахвердиев К.С. *Разработка расчетной модели радиального подшипника с учетом зависимости проницаемости, электропроводности и вязкости жидкого смазочного материала от давления* / К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, И.А. Колобов, А.Н. Гармонина // *Интернет-журнал Науковедение*. – 2016. – Т. 8, № 6(37). – С. 74.

12. Ахвердиев К.С. *Гидродинамический расчет радиального подшипника, работающего в нестационарном режиме на вязкопластичной смазке, обладающей микрополярными свойствами* / К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, А.Ю. Вовк, И.С. Семенко // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения*. – 2008. – № 4(32). – С. 131-138.

13. Mukutadze M.A. *Mathematical model of a plain bearer lubricated with molten metal* / M.A. Mukutadze, V.V. Vasilenko, A.M. Mukutadze, A.N. Opatskikh // *IOP Conference Series: International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery 2019, Vol. 378*. – Saint-Petersburg: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012021. – DOI 10.1088/1755-1315/378/1/012021.

14. Ахвердиев К.С. *Стратифицированное течение трехслойной смазки в зазоре упорного подшипника, обладающего повышенной несущей способностью* / К.С. Ахвердиев, А.Ч. Эркенов, Е.Е. Александрова, М.А. Мукутадзе // *Трибология и надежность: сборник научных трудов X Международной конференции / ФГОУ ВПО "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I", Межведомственный науч. совет по трибологии при РАН, Российский нац. ком. по трибологии; под общ. ред. К.Н. Войнова*. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 15-24.

15. Ахвердиев К.С. *Математическая модель гидродинамической смазки радиального подшипника, работающего в нестационарном режиме на микрополярной смазке* / К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, М.А. Савенкова, А.Ю. Вовк // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения*. – 2008. – № 1(29). – С. 147-151.

16. Ахвердиев К.С. *Гидродинамический расчет радиального подшипника скольжения, работающего в турбулентном режиме трения при неполном заполнении зазора вязкоупругой смазкой* / К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, В.А. Замшин, И.С. Семенко // *Вестник машиностроения*. – 2009. – № 7. – С. 11-17.

17. Ахвердиев К.С. *Гидродинамический расчет радиального подшипника при наличии электромагнитного поля с учетом зависимости вязкости и электропроводности от температуры* / К.С. Ахвердиев, Е.О. Лагунова,

М.А. Мукутадзе // Вестник Донского государственного технического университета. – 2009. – Т. 9, № 3(42). – С. 529-536.

18. Ахвердиев К.С. Гидродинамический расчет радиального подшипника при наличии электромагнитного поля с учетом зависимости вязкости и электропроводимости от температуры / К.С. Ахвердиев, Е.О. Лагунова, М.А. Мукутадзе // Вестник Донского государственного технического университета. – 2009. – Т. 9, № 3(42). – С. 529-536.

19. Кохановский В.А. Матричные материалы антифрикционных композитов / В.А. Кохановский, М.А. Мукутадзе // Вестник Донского государственного технического университета. – 2001. – Т. 1, № 2. – С. 51-56.

20. Василенко В.В. Гидродинамический расчет радиального подшипника, смазываемого расплавом легкоплавкого покрытия при наличии смазочного материала / В.В. Василенко, Е.О. Лагунова, М.А. Мукутадзе // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9, № 5. – С. 16.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Г.Г. Воронов<sup>1</sup>, А.И. Соляник<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет  
инженерных технологий»,

<sup>2</sup> Воронежский филиал ФГАОУ ДПО «Академия стандартизации,  
метрологии и сертификации»,  
г. Воронеж

*Аннотация.* В работе показано, что одним из перспективных путей достижения технологического лидерства является выпуск импортозамещающей конкурентоспособной продукции. Отражено, что важным элементом производства конкурентоспособной продукции является качество. Внедрение системы менеджмента качества на предприятии и ее непрерывное совершенствование является драйвером инновационного развития компании, обеспечивающим ей высокие позиции на рынке.

В настоящее время одной из стратегических задач, обозначенных правительством страны, является технологическое лидерство. Одним из путей достижения поставленной задачи является наращивание производственных мощностей, за счет внедрения инновационных отечественных технологий. Однако необходимо отметить, что повышение конкурентоспособности производимой отечественной продукции также является важным элементом для достижения технологического лидерства. Выпуск конкурентоспособной продукции напрямую связан с ее качеством. Качественная продукция позволяет компании завоевывать и удерживать на рынке высокие позиции. Поэтому во многих крупных компаниях внедрена система менеджмента качества, которая непрерывно совершенствуется, включая в себя новые методики и подходы. Такие компании устанавливают контроль на всех стадиях производственного

процесса, начиная с контроля качества используемых сырья и материалов и заканчивая определением соответствия выпущенного продукта техническим характеристикам и параметрам не только в ходе его испытаний, но и в эксплуатации, а для сложных видов оборудования - с предоставлением определенного гарантийного срока после установки оборудования на предприятии заказчика. Можно сказать, что управление качеством продукции, в таких компаниях, становится важной составляющей производственного процесса.

Одной из крупнейших отраслей промышленности является нефтегазовая отрасль. Компания ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ» является ведущей организацией в области создания и производства высокопроизводительного оборудования для нужд разведки, добычи, транспортировки и переработки газа. Такое производство предоставило российским потребителям возможность замены дорогостоящего импортного оборудования на отечественное, по своим характеристикам не уступающего, а по некоторым и превосходящего импортные аналоги.

Нефтегазовую отрасль промышленности можно отнести к главной отрасли тяжелой индустрии, которая включает в себя не только поиск нефтяных и газовых месторождений, бурение скважин и добычу сырья, но и транспортировку ресурсов. Поэтому к оборудованию используемому в данной отрасли промышленности предъявляются повышенные требования. На работу оборудования оказывают влияние различные факторы: воздействие агрессивных сред и повышенная нагрузка [1]. Такое влияние приводит к деформации и коррозии оборудования, что в дальнейшем способствует его выходу из строя, и как следствие дополнительные расходы на его замену. Одним из способов снижения частоты поломки и ремонта оборудования является использование уплотнений [2]. Уплотнения представляют собой кольца, которые устойчивы к взрывной декомпрессии газа. Такие кольца выполнены из высококачественного сырья на основе каучуков различных марок и различных компонентов (наполнители, отвердители, модификаторы и т.д.). Уплотнители бывают различного типа в зависимости от области их применения: уплотнения быстроразъемного соединения, Т-образные уплотнения, S-образное уплотнение, FS уплотнения, центраторы, пакеры. Поскольку оборудование нефтегазовой отрасли эксплуатируется в экстремальных условиях, то выбор подходящего материала для изготовления уплотнительных колец является важным этапом. К материалам, которые используются для изготовления уплотнительных колец относят: нитрил, фторкаучуки, неопрен, фторэластомеры и т.д.

Перспективным способом повышения качества изготавливаемого оборудования является повышение эффективности уплотнений, которые используются при его производстве. Передовые технологии производства позволяют производить точное изготовление уплотнений с минимальными ошибками. Например, станки с числовым программным управлением могут производить уплотнения с жесткими допусками, обеспечивая идеальное соответствие каждому применению. Другим эффективным способом является



повышение качества эластомерных материалов, применяемых для изготовления уплотнений [3]. Например, введение в состав резин различных модификаторов и активных наполнителей, позволяет повысить механическую прочность и износостойкость уплотнений.

Таким образом, можно сделать вывод, что одним из перспективных подходов к повышению качества выпускаемого оборудования для нефтегазовой отрасли, является повышение эффективности применяемых уплотнений.

### Список литературы

1. Будзуляк Б.В. Техническое диагностирование оборудования и трубопроводов объектов нефтегазового комплекса с применением инновационных технологий / Б.В. Будзуляк, А.С. Лопатин, Д.М. Ляпичев // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2019. – № 11 (556). – С. 21-26.

2. Чайкун А.М., Наумов И.С., Алифанов Е.В. Резиновые уплотнительные материалы (обзор) / А.М. Чайкун, И.С. Наумов, Е.В. Алифанов // Труды ВИАМ. – 2017. – №1(49). – С. 99-106.

3. Большой справочник резинщика в 2 ч. – Москва: Техинформ, 2012. – 1385 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЖПОВЕРОЧНОГО ИНТЕРВАЛА СИКН

К.С. Отев, Л.И. Мучкинова

Ухтинский государственный технический университет,  
г. Ухта

*Аннотация.* Статья направлена на исследование современных подходов к оценке межповерочного интервала в системах измерений количества и показателей качества нефти. В работе представлены результаты вычислений межповерочного интервала с использованием существующих методик, а также даны рекомендации по его определению с учетом особенностей работы данных систем.

*Ключевые слова:* метрология, поверка, межповерочный интервал, система измерений количества и показателей качества нефти.

Множество задач, особенно связанных с учетом потребления энергетических ресурсов, зависят от точности и надежности используемых средств измерений (СИ). Все СИ, применяемые в рамках государственного регулирования, подлежат обязательной поверке в соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. Процесс поверки представляет собой сложную и ресурсоемкую операцию в сфере метрологического обеспечения. Для ее осуществления необходимы дорогостоящие эталоны, специализированное оборудование, специально подготовленные помещения и квалифицированные специалисты. Это вызывает необходимость в определении межповерочного интервала (МПИ), который должен быть не только экономически обоснованным,

но и гарантировать, что метрологические характеристики СИ в период эксплуатации соответствуют тем, которые были установлены во время испытаний в целях утверждения типа. Определение МПИ требует строгого научного подхода и учета множества факторов, таких как условия эксплуатации, срок службы, уровень надежности, стабильность характеристик и степень износа. Кроме того, этот процесс должен основываться на статистических данных, полученных в ходе поверок. Однако собрать такие данные может быть весьма затруднительно, а иногда и невозможно, особенно в процессе испытаний для утверждения типа.

Стоит отметить, что средства измерений, использующиеся редко и обладающие высокой временной стабильностью контролируемых параметров, зачастую поверяются чаще, чем это действительно требуется. Это приводит к ненужным затратам на поверку. В то же время, поверка нестабильных и часто эксплуатируемых СИ в установленные сроки может привести к ситуации, когда в эксплуатацию поступают устройства, не соответствующие установленным нормативам и требованиям.

В современных условиях добычи, транспортировки и поставок нефти активно применяются динамические измерения с использованием (СИКН). Эти системы представляют собой сложные комплексы, включающие в себя измерительные устройства расхода, а также приборы для контроля температуры, давления, объема воды, вязкости и плотности. В составе СККН также находятся системы сбора и обработки данных и технологическое оборудование, включая трубопроводную арматуру.

Согласно нормативному документу МИ 3290, межповерочный интервал (МПИ) устанавливается на основании результатов испытаний для утверждения типа устройства. Рекомендуемые МПИ должны соответствовать установленным показателям надежности, на основании оценки рисков, связанных с допустимой погрешностью, а также должны учитывать данные периодической поверки как отечественных, так и зарубежных аналогов. В рамках МИ 3290 предусмотрены два подхода для определения МПИ: первый основан на сравнительном анализе с показателями аналогичных устройств, а второй – на расчетах, выполненных согласно РМГ 74-2004.

В современном контексте для обоснования межповерочных интервалов средств измерений (СИ) широко используются методы, изложенные в РМГ 74-2004. Данные методологии основываются на формализованном анализе взаимосвязей между показателями точности и метрологической надежности СИ и временными интервалами, прошедшими с последней поверки. Именно поэтому эти методы рекомендованы даже в ситуации отсутствия предварительной информации. Однако существующие подходы обладают рядом значительных упрощений. Прежде всего, при моделировании процессов дрейфа метрологических характеристик применяются либо обобщенное нормальное распределение, либо обычное нормальное распределение, что не всегда находит практическое подтверждение. Во-вторых, процесс деградации каждой измерительной характеристики со временем является случайным и имеет свои количественные параметры. В этой связи существующие методы либо

фокусируются на одной конкретной характеристике, либо предполагают, что все метрологические характеристики подчиняются единому распределению с одинаковыми числовыми признаками. В-третьих, использование усредненных значений метрологической надежности СИ может приводить к значительным погрешностям в расчетах межповерочных интервалов. В-четвертых, различные экземпляры СИ одного и того же типа могут применяться для разных задач, что в свою очередь ведет к неоднородным последствиям из-за погрешностей измерения, выполненных с использованием различных СИ одного типа. При этом предложенные методы основываются на анализе средних экономических потерь от погрешностей измерений одного типа. Таким образом, выявленные несоответствия между потребностью в обосновании межповерочных интервалов СИ и существующим научно-методологическим фоном не позволяют в полной мере разрешить поставленную задачу.

Согласно информации, представленной Федеральным информационным фондом по обеспечению единства измерений [5], большинство систем измерения (СИКН) обладают минимальным периодом их использования (МПИ), который составляет 1 год (см. таблицу).

Межповерочные интервалы СИКН различных предприятий

СИКН	Номер в госреестре	Производитель	Межповерочный интервал, год
№ 443 на ПСП «Ухта-2» АО «Транснефть-Север»	26881-04	ЗАО «ИМС Инжиниринг», г. Москва	1
№ 443 на ПСП «Ухта» АО «Транснефть-Север»	62904-15	Научно- производственное предприятие «ГКС», г. Казань	1
№ 822 на ПСП «Чикшино» ТПП «ЛУКОЙЛ- Ухтанефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»	56740-14	Межрегиональное ОАО «Нефтеавтоматика», г. Уфа	1
№ 628 на ПСП «Ухта» ТПП «ЛУКОЙЛ- Ухтанефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»	71926-18	ООО НПП «Томская электронная компания», г. Томск	1
№ 626 на ПСП «Ухта» ООО «ЛУКОЙЛ- Ухтанефтепереработка»	76211-19	ООО «ИМС Индастриз»	1

Межповерочный интервал приведенных в таблице СИКН определен на основе анализа МПИ отечественных и зарубежных аналогов. Рассмотрим порядок расчета МПИ по РМГ 74-2004 [6].

Среднюю наработку до первого метрологического отказа принимаем равной средней наработке на отказ (ввиду отсутствия априорных данных)  $T_{cp} = T_{cp.m} = 87600$  ч. Средняя загрузка СИКН в случае непрерывной работы равна 24 ч/сут. В связи с этим наработка соответствует календарной продолжительности эксплуатации  $T_{cp.m} = 10$  лет. Предел допускаемой относительной погрешности измерений массы для СИКН, установленный в Приказе Минэнерго РФ № 179 [7],  $\Delta = \pm 0,25$  %. Среднее квадратичное отклонение погрешности  $\sigma_0 = \Delta/3 = 0,083$  %. Квантиль нормального распределения для  $P = 0,95$   $\lambda_p = 1,96$  в соответствии с РМГ 74-2004.

В результате расчета получаем:

$$T_1 = T_{cp.m} \frac{\ln\left(\frac{\Delta_p}{\lambda_p \sigma_0}\right)}{\ln\left(\frac{\Delta}{\sigma_0} + 0,635\right)} \approx 3,35;$$

$$T_2 = T_{cp.m} \frac{\Delta_p - \lambda_p \sigma_0}{\Delta} \approx 3,53.$$

Таким образом, в качестве МПИ принимаем  $T = \min[T_1, T_2] = 3,35$  года.

Расчетное значение МПИ оказывается выше установленного уровня, выявленного в ходе испытаний для типов СИКН, что служит подтверждением соответствия МПИ заданным требованиям. Тем не менее, при вычислении МПИ следует учитывать особенности функционирования СИКН. В такие системы могут входить измерительные устройства расхода с различными принципами работы – объемные, турбинные, кориолисовые, ультразвуковые. СИКН также могут различаться по измеряемым средам, технологическим параметрам, рабочим режимам и т.д. В связи с этим важно индивидуально рассчитывать МПИ для каждой конкретной СИКН, принимая во внимание результаты контроля метрологических характеристик и предыдущие поверки. Для анализа изменений метрологических характеристик СИКН рекомендуется использовать коэффициент преобразования СИ расхода, поскольку именно он вносит до 75 % в общую погрешность СИКН [8]:

$$K = \frac{N}{V},$$

где:  $K$  – коэффициент преобразования, имп./м<sup>3</sup>;

$N$  – число импульсов, поступающих от СИ расхода, имп.;

$V$  – объем, измеренный СИ расхода, м<sup>3</sup>.

Таким образом, метрологический показатель исправности (МПИ) является ключевым параметром для систем (СИКН). Индивидуальный подход к его определению, основанный на тщательном анализе метрологических характеристик средств измерений (СИ) расхода, позволяет не только значительно повысить эффективность работы СИКН, но и оптимизировать затраты на их поверку. Применение данной методологии способствует более точному учету ресурсов, улучшению качества управления и повышению общей

надежности систем. Поэтому столь важным становится внедрение передовых метрологических подходов при проектировании и эксплуатации СИКН, что в свою очередь будет способствовать экономической целесообразности и экологической устойчивости в области расходных ресурсов.

### Список литературы

1. Об обеспечении единства измерений [Электронный ресурс]: федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ. – Режим доступа: Справочно-правовая система КонсультантПлюс, <http://www.consultant.ru/online/base/?req=doc;base=LAW;n=77904>

2. Отев К.С. К вопросу совершенствования системы измерения количества и показателей качества нефти / К.С. Отев, Л.И. Мучкинова // Наука, технологии, общество – НТО-2021, 2021. – С. 41-46.

3. МИ 3290-2010. ГСИ. Рекомендация по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Справочно-правовая система Техэксперт, <https://docs.cntd.ru/document/456026529>

4. Отев К.С. Особенности контроля расхода нефти и нефтепродуктов на приемо-сдаточных пунктах / К.С. Отев, А.М. Базарова // Севергеоэкотех-2024: Материалы XXV Международной молодёжной научной конференции. В 2-х частях, Ухта, 28-29 марта 2024 года. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2024. – С. 419-422.

5. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений [Электронный ресурс]: [официальный сайт]. – Режим доступа: <http://fgis.gost.ru/fundmetrology>

6. РМГ 74-2004. ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Справочно-правовая система Техэксперт, <https://docs.cntd.ru/document/1200039109>

7. Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений: приказ Министерства энергетики РФ от 15.03.2016 г. № 179. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Справочно-правовая система Техэксперт, <https://docs.cntd.ru/document/566385039>

8. ГОСТ Р 55610-2013 Системы измерений количества и показателей качества нефти. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Справочно-правовая система Техэксперт, <https://docs.cntd.ru/document/1200108067>

# МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВОЧНОГО РАСЧЕТА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ДВЕРНЫХ МОДУЛЕЙ ВЕРТОЛЕТА СРЕДНЕГО КЛАССА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Костин, А.С. Луканкин

Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н. Туполева – КАИ,  
г. Казань

*Аннотация.* Целью проведения проектного расчета является оценка принятых новых конструктивных технологических решений взамен традиционным принятым материалам при проектировании дверных модулей, входящих в состав фюзеляжа вертолета.

*Ключевые слова:* Дверной модуль, элементы кинематики, проектный расчет, статическая нагрузка, тонкостенная конструкция, трехслойная панель.

Конструкция дверных модулей (например, дверь пилотской кабины и дверь грузового отсека вертолета АНСАТ) представляет собой, как правило, тонкостенную конструкцию, жесткость которой обеспечивается установкой системы рифтов и трехслойных панелей с сотовым наполнителем (Рис.1 и Рис.2).  
[1]

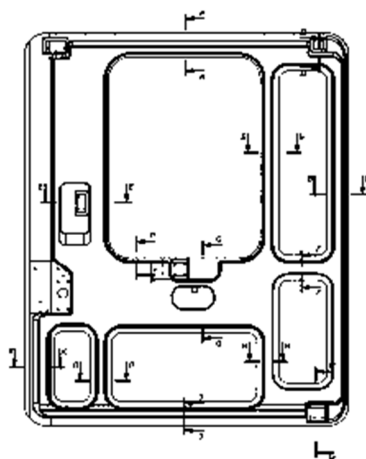


Рис. 1. Конструктивная схема двери грузового отсека вертолета АНСАТ

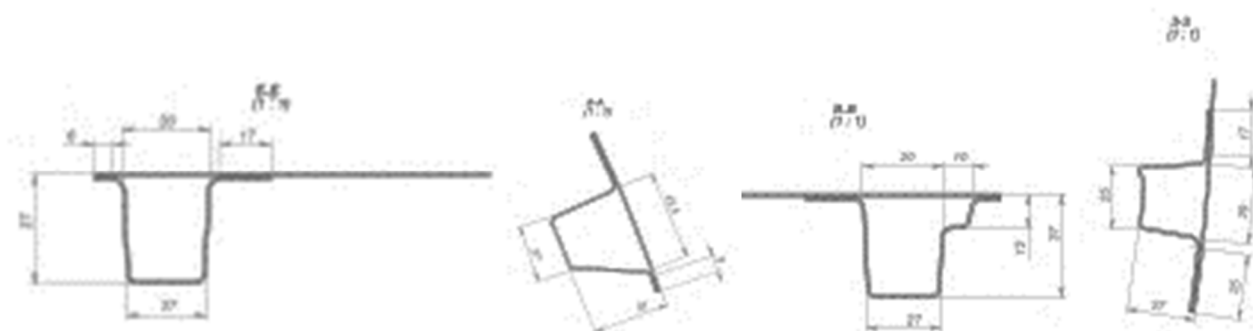


Рис.2. Сечения двери грузового отсека вертолета АНСАТ в зонах установки рифтов

Рассматриваемые элементы конструкции являются малонагруженными и их проектный расчет, с целью уменьшения времени проектирования, оптимально проводить по эквивалентной стержневой расчетной схеме.

Формирование эквивалентной стержневой расчетной схемы производится в три этапа:

1. Построение эквивалентной рамы;
2. Построение эквивалентных поперечных сечений стержней эквивалентной рамы;
3. Определение эквивалентной погонной расчетной нагрузки, прикладываемой к стержням эквивалентной рамы;
4. Построение эквивалентной композитной структуры (тип армирующего волокна, тип связующего, направление и укладка слоев) для определения жесткостных параметров стержневых элементов эквивалентной рамы.

На Рис. 3 приведена схема эквивалентной рамы, а на Рис. 4 приведена схема расположения унифицированных стержневых элементов в эквивалентной раме с их поперечными сечениями. Унифицированные сечения стержней учитывали присоединенную обшивку в зонах их расположения. [1]

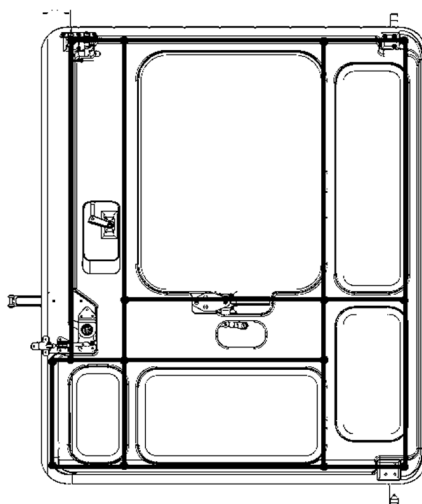


Рис.3.Эквивалентная рама

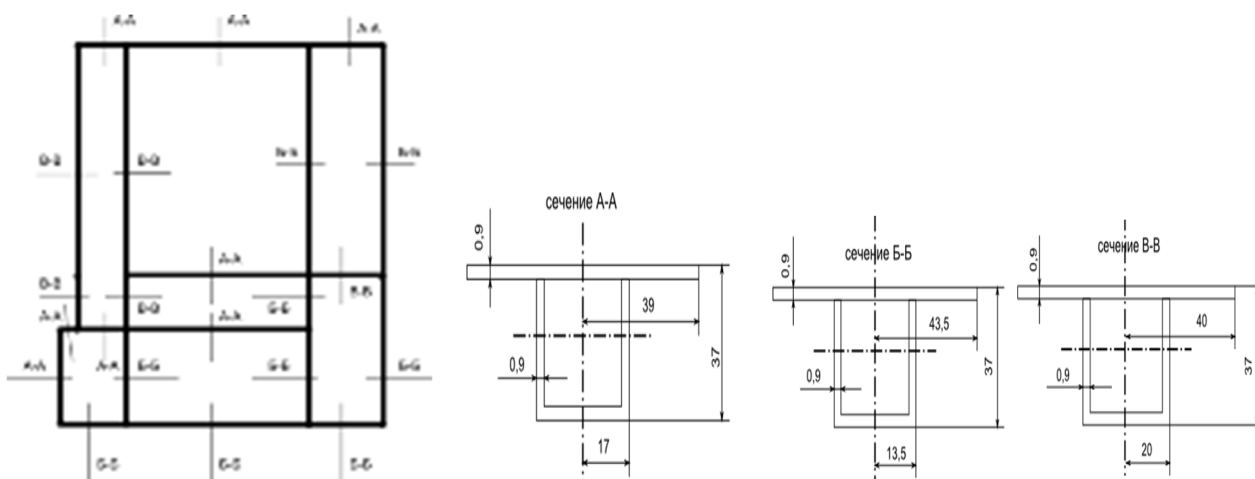


Рис. 4. Схема сечений стержневых элементов в эквивалентной раме

Расчетная погонная нагрузка вычислялась для случая «полет со скольжением» при угле атаки 100. Она учитывала требуемые коэффициенты запаса для подобных конструкций из композиционных материалов. На рис. 5 приведены схемы нагружения эквивалентной рамы.

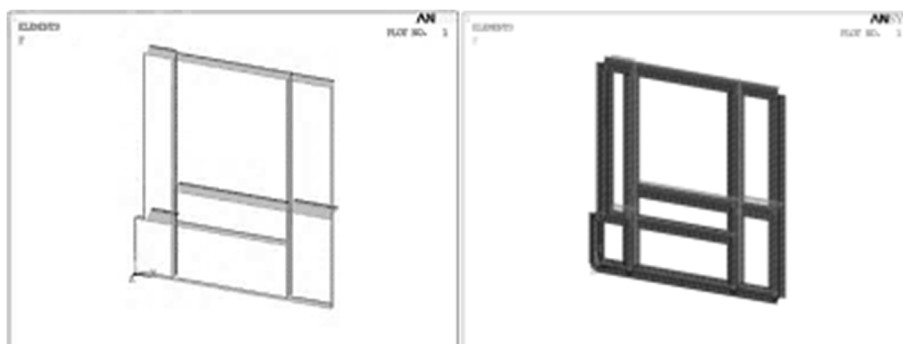


Рис.5. Схемы нагружения эквивалентной рамы

Прочностной анализ проводился в среде конечно-элементного комплекса ANSYS. Для проведения расчетов был выбран, основанный на уточненной теории стержней типа С.П.Тимошенко трехмерный балочный конечный элемент (Beam 189) с шестью степенями свободы (три перемещения и три угла поворота с учетом деформации поперечного сечения) с квадратичной аппроксимацией неизвестных кинематических функций. На Рис. 6 и Рис. 7 приведены некоторые результаты расчетов.

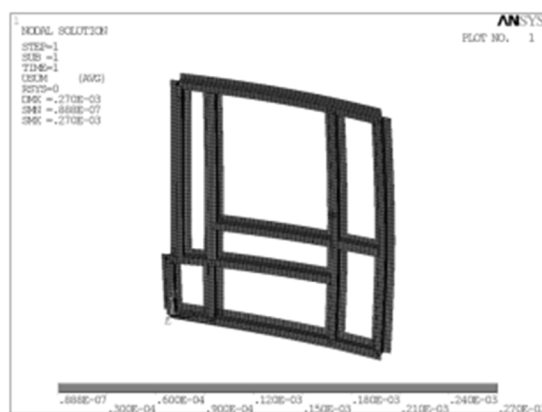


Рис. 6. Деформированное состояние рамы (модуль вектора перемещений точек осевой линии, размерность в метрах)

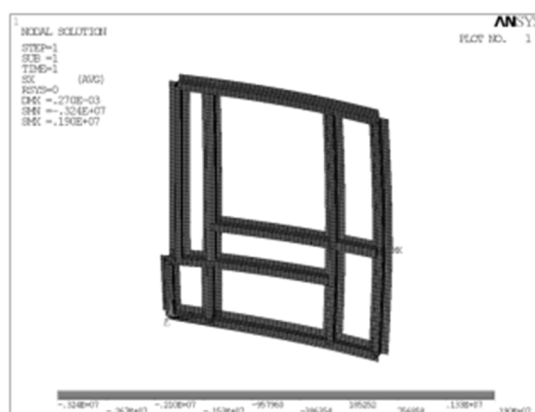


Рис. 7. Распределение нормальных напряжений в поперечных сечениях рамы (размерность в паскалях Н/м<sup>2</sup>)

Проведенный прочностной анализ позволил сделать вывод о том, что при рассматриваемом расчетном случае выбранная конструктивная схема дверного модуля и структура пакета его слоев полностью обеспечивают его несущую



способность. Незначительность величины расчетных параметров напряженно-деформированного состояния позволили дать рекомендацию о дальнейшей оптимизации структуры пакета слоев двери с целью ее уменьшения веса [2].

### Список литературы

1. АП-29 Нормы лётной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории (с изменениями). – МАК, 2003.
2. Ансат-легкий многоцелевой вертолет: рекламное издание. – 2003 г
3. Костин В.А. Ресурсные испытания композитных направляющих сдвижной грузовой двери легкого вертолета Ансат / В.А. Костин, А.С. Луканкин // Материалы XXIX Международного симпозиума. им. А.Г. Горшкова. г. Москва Том 2. «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» Кремёнки, 15-19 мая. – Изд-во Общество с ограниченной ответственностью «ТРП», 2023. – С.101-104.

## МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВКЛЕИВАНИЯ К МОДЕЛЯМ ЭЛЕМЕНТОВ ДВЕРНОГО МОДУЛЯ ВЕРТОЛЕТА СРЕДНЕГО КЛАССА ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. Луканкин

Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А. Н. Туполева – КАИ,  
г. Казань

*Аннотация.* В статье описывается часть проведения работ в рамках модернизации вертолета Ансат и перевода его на композиционные материалы. В ходе работы были рассмотрены разные предложения по реализации модели конструкции «фюзеляж-проем-дверь» входящая в состав фюзеляжа вертолета. Была сформулирована новая концепция, предлагающая объединения пилотской и грузовой сдвижной двери в единый модуль. Вместе с этим была предложена технология вклеивания модернизированной конструкции дверного модуля и его элементов в контур фюзеляжа вертолета с применением полиуретанового герметика взамен традиционным материалам.

*Ключевые слова:* Ансат, грузовая дверь, ПКМ, дверной модуль, полиуретановый герметик.

В целом недостатком сдвижной грузовой двери вертолета Ансат является ее вес, который составляет вместе с установленными рельсами 15.522 кг, аналогичная по размерам не сдвижная дверь, устанавливаемая на вертолете, весит не более 10 кг, так как каркас двери выполнен из дюраль алюминиевых листов толщиной 0,8-1 мм. Данный недостаток влияет на эксплуатационные и летные характеристики вертолета.[1]

Также установка нижнего рельса сдвижной двери не исключает скапливания в полости рельса атмосферных осадков, что может привести к коррозии металла в дальнейшем при эксплуатации вертолета.

В связи с этим было предложено применение принципа объединения противопоставлением, лежащего в основе концепций эклектики, имеющей

целью гармоничное объединение разнородных элементов в единую систему. Примером такого решения может служить модель вертолета Augusta Westland AW-109 и его модификаций. Данная схема представлена на Рис (3) предполагает улучшить аэродинамику вертолета, существенно не меняя теоретический контур, но убирая из потока все элементы кинематики, узлы навески и т.д., выглаживая и повышая качество поверхности фюзеляжа. Увеличить степень надежности работы и ресурса механизмов сдвижной двери за счет защиты от попадания влаги и снега. Возможность изготовления интегральной конструкции в виде полностью законченного модуля, объединяющего все элементы в единый агрегат, имеющий достаточно высокие параметры собственной жесткости и прочности с применением новых клеевых соединений в замен традиционным материалам применяемыми ранее, примером этому послужил полиуретановый клей герметик «Эласил 137-83» обладающим гарантированным соединением с эпоксидной матрицей. Кроме того, в варианте применения герметика обеспечивается, максимально возможная простота установки элементов с фюзеляжем при минимальной зависимости от неточностей и погрешностей изготовления реального фюзеляжа. На Рис 1 представлено конструктивное решение крепление модуля в проем фюзеляжа с применением герметика. [2]

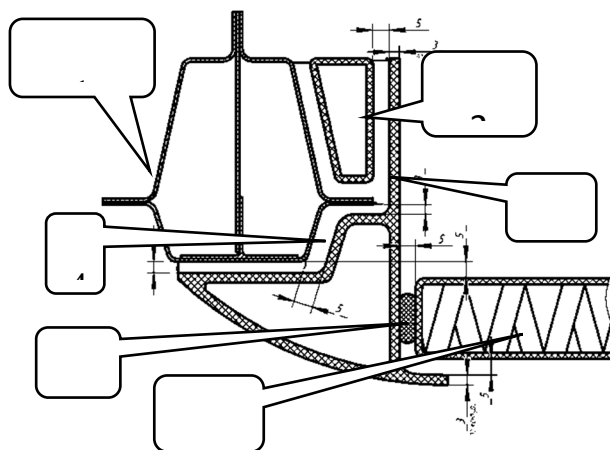


Рис.1. Крепление модуля в проем фюзеляжа

(1-Силовой набор фюзеляжа, 2-фиксирующая вставка из углеродного ПКМ, 3-несущий профиль контур модуля их углеродного ПКМ, 4-клеевой шов с компенсацией размерных отклонений модуля углеродный ПКМ, 5-сдвижная дверь, 6-уплотнитель резиновый профиль)



Рис.2. Элементы сдвижной двери, вклеенные с применением полиуретанового герметика в проем фюзеляжа

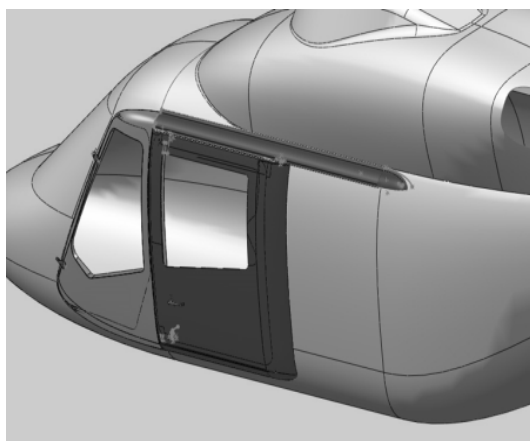


Рис.3. Предлагаемый объединённый модуль

Задачей исследований послужило сравнения применяемого герметика на основе каучука с резиной (181-5) имеющие аналогичные физико-механические характеристики. Для подтверждения правильности выбора конструктивно-технических решений и прогноза срока службы элементов были проведены испытания полиуретановой резины соответствующим ГОСТУ.[4]

Для определения деформационно-прочностных свойств полиуретана готовили две серии образцов в виде двухсторонних лопаток с рабочим участком 25 мм представленных на Рис.4

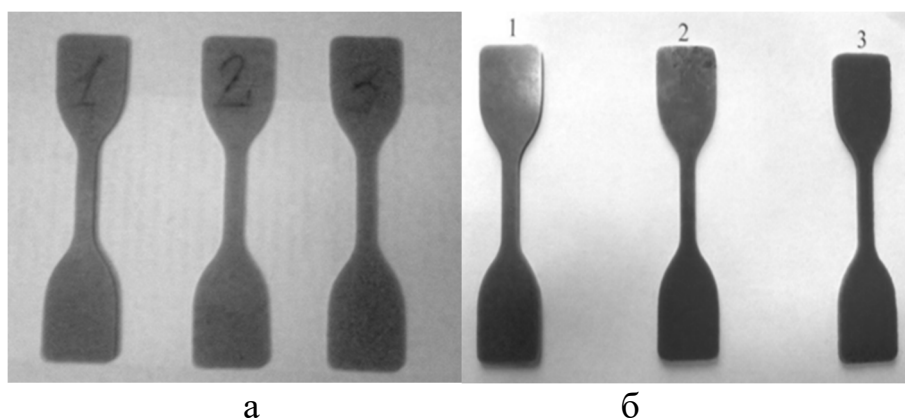


Рис.4. Образцы – лопатки до испытаний: а – серия 1; б – серия 2

Напряжение при удлинении и условную прочность при разрыве вычисляли по формуле  $\sigma = \frac{F}{S}$ , Па где F – нагрузка ; S – площадь сечения образца, м<sup>2</sup>. (1)

Относительное удлинение образца вычисляли по формуле:  $\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%$  (2)

где  $l_0$  – начальная длина образца, см;  $l_1$  – длина образца в момент измерения, см.

Для определения показателей сопротивления раздиру были изготовлены дугообразные образцы удовлетворяющие требованиям испытаниям, по этим

показателям в дальнейшем можно определить насколько прочно слои связаны между собой и способны сопротивляться расслаиванию Рис.5.

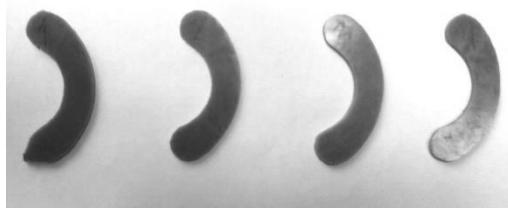


Рис.5. Дугообразные образцы для испытаний на сопротивление раздиру

Сопротивление раздиру образцов определялось по формуле  $T_s = \frac{F}{d}$ , кН (3)

где F-максимальная нагрузка, Н; d-толщина образца, мм. В таблицах 1-4 представлены показатели замера образцов.

Характеристики физико-механических исследований образцов представлены в таблицах 5-8.

Таблица 1  
Лопатки (Серия 1)

№ образца	Толщина, мм				Ширина в рабочей части, мм			
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Среднее	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Среднее
1	1,88	1,91	1,92	1,9	6,12	6,13	6,11	6,12
2	1,72	1,72	1,72	1,72	6,08	6,13	6,12	6,11
3	1,74	1,75	1,74	1,74	6,12	6,07	6,10	6,09

Таблица 2  
Лопатки (Серия 2)

№ образца	Толщина, мм				Ширина в рабочей части, мм			
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Среднее	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Среднее
1	1,925	1,924	1,924	1,924	6,19	6,17	6,16	6,17
2	1,864	1,868	1,869	1,867	6,21	6,24	6,24	6,23
3	1,881	1,881	1,884	1,882	6,12	6,16	6,12	6,13

Таблица 3  
Дугообразные образца (Серия 1)

№ образца	Толщина, мм			
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Среднее
1	1,84	1,86	1,86	1,85
2	1,80	1,81	1,81	1,81
3	1,84	1,81	1,85	1,83
4	1,93	1,93	1,93	1,93

Таблица 4  
Дугообразные образцы (Серия 2)

№ образца	Толщина, мм			
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Среднее
1	1,983	1,983	1,984	1,983
2	1,765	1,767	1,765	1,766
3	1,868	1,868	1,868	1,868
4	1,914	1,915	1,916	1,915

Таблица 5  
Сопротивление раздиру (1 серия образцов)

Образец	Нагрузка, Н	Сопротивление раздиру, кН/м
1	64,0	34,6
2	36,2	20,0
3	53,6	29,3
4	46,4	24,0

Таблица 6  
Сопротивление раздиру (2 серия образцов)

Образец	Нагрузка, Н	Сопротивление раздиру, кН/м
1	69,2	34,9
2	66,8	37,8
3	68,0	36,4
4	68,2	35,6

Таблица 7  
Условная прочность при растяжении (1 серия образцов)

Образец 1	
Относительное удлинение, %	Напряжение при удлинении, МПа
100	2,98
200	4,11
300	7,09
400	11,54
500	20,78
600	23,76
Характер разрыва	Образец выскочил из зажима
Образец 2	
Относительное удлинение, %	Напряжение при удлинении, МПа
100	3,35

Продолжение таблицы	
200	5,45
300	8,39
400	14,67
500	25,14
510 (разрыв)	26,41
Характер разрыва	Сломался в месте зажима
Образец 3	
Относительное удлинение, %	Напряжение при удлинении, МПа
100	3,69
200	6,09
300	8,67
Продолжение Табл-7	
400	13,68
500(разрыв)	23,66
Характер разрыва	Сломался в месте зажима

Таблица 8

Условная прочность при растяжении (вторая серия образцов)

Образец 1	
Относительное удлинение, %	Напряжение при удлинении, МПа
100	2,87
200	3,90
300	7,15
400	13,24
500(разрыв)	21,56
Характер разрыва	Выше рабочей зоны
Образец 2	
Относительное удлинение, %	Напряжение при удлинении, МПа
100	3,53
200	5,28
300	6,97
400	13,17
500(разрыв)	20,30
Характер разрыва	Выше рабочей зоны
Образец 3	
Относительное удлинение, %	Напряжение при удлинении, МПа
100	4,12
200	6,19
300	8,37

Продолжение таблицы	
400	14,42
500(разрыв)	23,00
Характер разрыва	Выше рабочей зоны

На Рис.6 представлены фотографии образцов-лопаток после проведения испытаний.

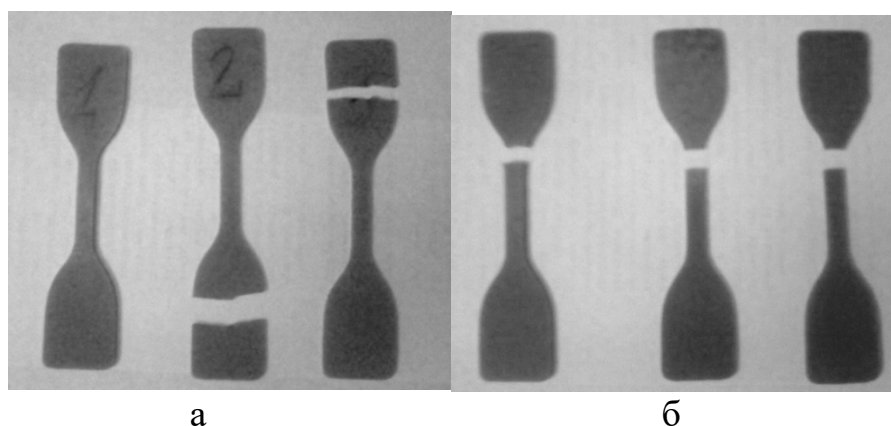


Рис.6. Образцы лопаток после проведения испытаний: а – серия 1; б – серия 2

В Табл. 9 представлены сравнительные характеристики полученные при проведении исследований резины (181-5) и полиуретановой резины на основе полиуретанового каучука (СУ-8ТБ).

Таблица 9  
Сравнительные характеристики двух материалов

Показатель	Резина 181-5	Полиуретановая резина
Твердость по Шору А, отн. ед.	55-70	55
Эластичность по отскоку	-	39
Удлинение при разрыве, %	500	500
Условная прочность при растяжении, МПа	7,8	23,1
Сопротивление раздиру, кН/м	-	31,6
Остаточная деформация после разрыва	50	4

В свете полученных результатов можно полагать что вязкоупругие характеристики для обоих материалов совпадают. При этом условная прочность при растяжении для полиуретановой резины в 3 раза выше аналогичного показателя для резины марки 181-5. Из этих характеристик можно сделать вывод что применяемую технологию вклеивания с использованием полиуретанового герметика на основе каучука СКУ-8ТБ в потенциале можно использовать для применения в конструкциях с ПКМ в авиационной отрасли, для окончательного

вывода о правильности выбора использования метода в дальнейшем нужно провести ряд дополнительных испытаний включающие в себя комплекс исследований в данной области.

### Список литературы

1. АП-29 Нормы лётной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории (с изменениями). – МАК, 2003.

2. Костин В.А. Ресурсные испытания композитных направляющих сдвижной грузовой двери легкого вертолета Ансам / В.А. Костин, А.С. Луканкин // *Материалы XXIX Международного симпозиума. им. А.Г. Горикова. г. Москва Том 2. «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» Кремёнки, 15-19 мая.* – Изд-во Общество с ограниченной ответственностью «ТРП», 2023. – С.101-104

3. Костин В.А. Испытания на выкрашиваемость композитных направляющих сдвижной грузовой двери вертолета Ансам / В.А. Костин, А.С. Луканкин // *Материалы конференции XXVI Туполевские чтения школа молодых ученых, посвящена 100-летию со дня основания гражданской авиации России: сборник докладов, электронное издание 9-10 ноября.* – Казань: Изд-во ИП Сагеев А.Р., 2023. – С.114-117.

[https://drive.google.com/file/d/1ITMN7m2fc7ADaujn5N5s6Jt\\_WZwvg3Dt/view](https://drive.google.com/file/d/1ITMN7m2fc7ADaujn5N5s6Jt_WZwvg3Dt/view)

4. Проектирование, расчет и испытания конструкций из композиционных материалов Выпуск IV. – Изд-во Отдел Центрального Аэро-Гидродинамического Институт им. проф. Н.Е. Жуковского (ЦАГИ), 1975. – С. 81-110.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ СНИЖЕНИЯ НАКЛАДНЫХ РАСХОДОВ НА ПОСТРОЙКУ СУДОВ

Е.С. Губин, А.А. Губина, Л.Д. Макагон

Сибирский государственный университет водного транспорта,  
г. Новосибирск

**Аннотация.** В последние годы в отечественном судостроении складывается весьма неблагоприятная ситуация с обеспечением предприятий (особенно крупного судостроения) заказами на постройку судов. Кризис все более углубляется, несмотря на старение флота России и, следовательно, возрастание потребности в судах на внутреннем рынке. Причина этого заключается не только в отсутствии денег у внутренних (прежде всего государственных) заказчиков на закупку новых судов, но и в том, что себестоимость строящихся в настоящее время судов настолько велика, что часто гораздо дешевле купить готовое судно за рубежом.

**Ключевые слова:** себестоимость, затраты, организация производства, производственные процессы, судостроительное предприятие, морской транспорт.

Анализ состава затрат и структуры себестоимости отечественной судостроительной продукции показывает высокий удельный вес в общих затратах накладных расходов, составляющих 25-30 % всей себестоимости постройки судов (до 90 % стоимости нормо-часа). Это отрицательно сказывается



на конечной цене судов и объясняется комплексом объективных и субъективных причин.

К объективным причинам относится недостаточно высокий уровень технологии и организации производства большинства отечественных предприятий. На уровень технологии прежде всего влияет использование малопроизводительного оборудования на основных видах производств, в ряде случаев – устаревшие построечные места, здания и сооружения, требующие капитального ремонта и делающие невозможным достижение высокой производительности труда, а также недостаточная организация работ и материально технического снабжения, срывы поставок, простои, неритмичность работ и исправление неизбежного брака. Одна из субъективных причин связана с определением трудоемкости работ по постройке судна [1].

Накладные расходы начисляются пропорционально затраченной трудоемкости. В результате большая часть накладных расходов включается в себестоимость строящихся судов. Другая причина высокой доли накладных расходов в судостроении: ввиду малого количества заказов на те из них, которые все же удалось получить, за время строительства приходится относить как можно больше расходов, зависящих от времени (т.е. затраты, связанные с амортизацией и ремонтом зданий и сооружений, оплатой труда вспомогательных рабочих, ИТР и т.д.). Поэтому сокращать сроки постройки получается невыгодно из-за необходимости финансирования всего, перечисленного выше.

Большая длительность стапельных работ снижает пропускную способность стапелей и делает необходимым отнесение амортизации стапеля (наиболее дорогого из оборудования) на себестоимость строящихся судов. Результатом неоправданного повышения себестоимости является сокращение числа заказов.

Снижение себестоимости постройки судов и постепенное изменение неблагоприятного положения с получением заказов на их строительство в первую очередь зависит от сокращения накладных расходов.

К сокращению накладных расходов приведут те мероприятия, которые дадут возможность сократить трудоемкость и длительность производственных процессов.

Наиболее простой путь сокращения трудоемкости и длительности производственных процессов, а вместе с этим и накладных расходов – повышение уровня технологий на основных производствах судостроительного предприятия, что неизбежно связано с крупными инвестициями в производство – закупка нового и дорогого высокопроизводительного оборудования.

Повышение уровня организации производства – второй наиболее действенный путь снижения объема условно-постоянной части накладных расходов, относимых на себестоимость постройки судов [2]. Предполагается, прежде всего, создание системы подготовки и управления производством на современном уровне, в рамках которой планирование работ и оптимизация организации производственных процессов должны осуществляться на основе моделирования различных вариантов его развития и их оценки с использованием информационных технологий. Важная роль должна отводиться использованию

методологии управления проектами и автоматизированных систем управления проектами, с помощью которых возможно (в рамках созданной компьютерной модели) проведение в автоматизированном режиме оптимизации загрузки производственного персонала и разработка наиболее оптимальной организационно-технологической схемы производственного процесса. После ее разработки остается только организовать жесткий контроль производственной дисциплины и соблюдения графика работ [3].

Кроме автоматизированных систем управления проектами важная роль отводится также автоматизированным системам экономического анализа деятельности предприятия, позволяющим в кратчайшие сроки оценить экономическую эффективность любого предложенного технического, технологического или организационного решения. Внедрение информационных технологий позволит не только выполнять разработку организационно-технологических схем производственных процессов и оценку эффективности проектов постройки судов на современном уровне, но и детально спланировать мероприятия по реконструкции производства, внедрению новых технологий и вариантов организации производства и, оценив их экономическую целесообразность, подготовить бизнес-план наиболее эффективного варианта. Ввиду того, что в условиях рынка любое мероприятие, связанное с вложением капитала (например, дорогостоящего оборудования, или менее значительные затраты на улучшение подготовки и организации производства), должно приносить экономическую выгоду, оно должно иметь технико-экономическое обоснование. В условиях необходимости большого объема экономических расчетов наиболее ощутимы преимущества, предоставляемые информационными технологиями [4].

В результате работ был разработан целый ряд прикладных программ, позволяющих производить автоматизированные расчеты экономической эффективности различных мероприятий по совершенствованию производственных процессов в цехах судостроительного предприятия.

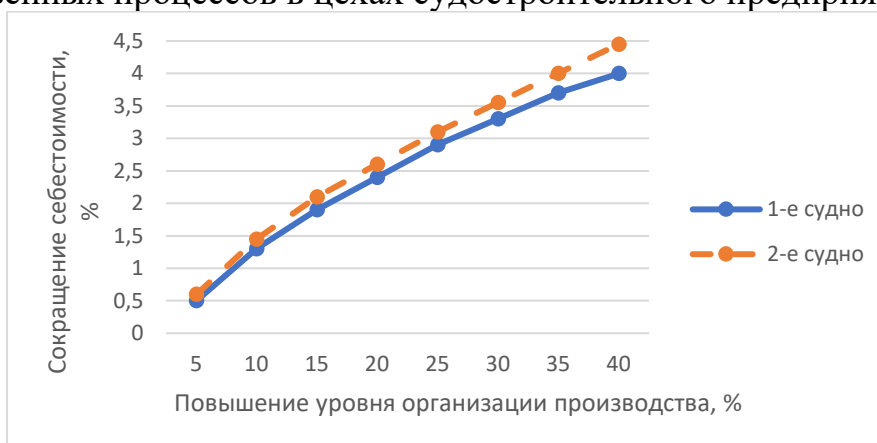


Рис. 1. Диаграмма влияния уровня организации производства на себестоимость продукции

На рис. 1 в качестве примера приведен расчет влияния уровня организации производства на себестоимость продукции (танкеров), произведенный при помощи специально разработанного программного обеспечения. Диаграмма показывает влияние повышения уровня организации производства на

себестоимость постройки судов. Расчет произведен для двух судов. Любые изменения уровня технологии и организации производства влекут изменение себестоимости продукции. Например, чем выше уровень организации производства на предприятии, тем слабее влияние повышения уровня технологии на снижение себестоимости продукции. Поэтому необходим постоянный контроль соотношения различных параметров производственных процессов, необходимы четкое планирование программы (последовательности) нововведений и расчеты их экономической эффективности в каждой конкретной ситуации, что также потребует большого объема вычислений и использования для их осуществления информационных технологий.

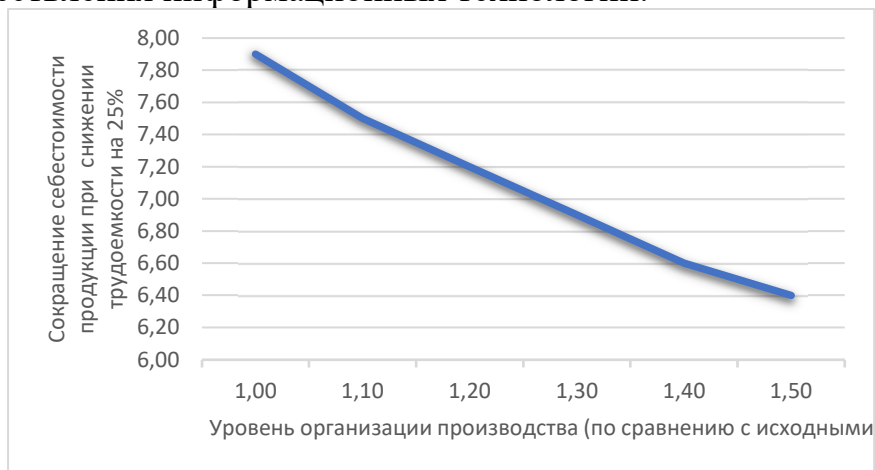


Рис. 2. Диаграмма взаимозависимости уровней технологии и организации производства

На рис. 2 показано влияние сокращения трудоемкости постройки судна на его себестоимость при различных уровнях организации производства. Значение снижения трудоемкости для анализа принято – 25 %, исходный уровень организации производства – 1. На диаграмме видно, что одно и то же сокращение трудоемкости по-разному влияет на снижение себестоимости при различных уровнях организации производства. То есть, чем более организованными становятся производственные процессы на предприятии, тем менее необходимыми являются крупные инвестиции на закупку нового оборудования для повышения производительности труда.

Максимальный эффект может принести лишь комплексный подход к проведению вышеперечисленных мероприятий во всех подразделениях предприятия. Локальные же усовершенствования производственных процессов могут привести не к сокращению затрат по предприятию в целом, а лишь к перераспределению их между различными видами выпускаемой предприятием продукции.

Совершенствование производств по данным направлениям будет способствовать сокращению цикла постройки судов, отнесению меньшего размера накладных расходов на суда и снижению их себестоимости, что позволит строить конкурентоспособные суда, повысить количество выпускаемых судов и снизить их цену. Это привлечет заказчиков и, в свою очередь, даст возможность предприятию получить новые заказы и относить накладные расходы на большее количество судов.

## Список литературы

1. Скрынник А.М. Система управления инфраструктурой водного транспорта: учебно-практическое пособие / А.М. Скрынник. – М.: Мини Тайп, 2016. – 340 с.
2. Концепция развития внутреннего водного транспорта РФ. Последняя редакция. – М.: РосКонсульт, 2008. – 24 с.
3. Окунев М.М. Краткое руководство теории кораблестроения / М.М. Окунев. – М.: Гангут, 2012. – 128 с.
4. Гуткин Ю.М. Гидротехнические сооружения верфей. Некоторые вопросы проектирования / Ю.М. Гуткин. – М.: Политехника, 2018. – 430 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИКИ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

З.Ю. Сафонов

Ульяновский государственный технический университет,  
г. Ульяновск

***Аннотация.** В данной статье производится исследование работы схемы автоматики зарядного устройства повышенной надежности. Приводится схема зарядного устройства, принцип работы данной схемы. Приводятся графики напряжения на нагрузке, на базо-эмиттерном переходе в процессе заряда, на базо-эмиттерном переходе по окончании процесса заряда. В соответствии проведенным исследованием был сделан вывод, что данная схема является достаточно простой и дешевой и имеет достаточную ремонтпригодность, поскольку состоит из недорогих и широко распространённых компонентов.*

***Ключевые слова:** зарядное устройство, автоматика, силовая схема, триггер, транзистор, генератор, конденсатор, заряд, резистор, источник питания, биполярный транзистор, аккумуляторная батарея, постоянный ток, диод, тиристор.*

Сложно представить современную жизнь без транспортных средств. Почти в каждом транспортном средстве, будь это легковые автомобили или грузовики различных классов, не обойтись без источника постоянного тока. На данный момент в этой роли, чаще всего, выступают свинцово-кислотные аккумуляторы. В связи с этим актуален вопрос разработки и создания устройств, способных качественно и эффективно заряжать автомобильные аккумуляторные батареи (АКБ). В статье я рассматриваю схему автоматического зарядного устройства повышенной надежности, а именно узел автоматики.

На рис. 1 изображена принципиальная схема устройства. Как можно увидеть она не содержит интегральных схем и микроконтроллеров, что благоприятно влияет на надежность. В качестве силовой схемы используются связка двух диодов и тиристоров, выпрямляющие напряжение с трансформатора. Тиристоры, открываясь в определенной точке синусоиды, обрезают её, следовательно, изменяя мощность на выходе выпрямителя. Тиристорами управляет релаксационный генератор, вырабатывающий импульсы определенной частоты, задаваемой переменным резистором. За счёт импульсного режима работы КПД схемы достаточно высокий.

Схема автоматики предназначена для работы защит и отключения аккумулятора от питания. Когда значение напряжения достигнет 14,5 В включится индикация, генератор отключится и заряд прекратится. Регулятором R20 настраивается порог окончания заряда аккумулятора [2].

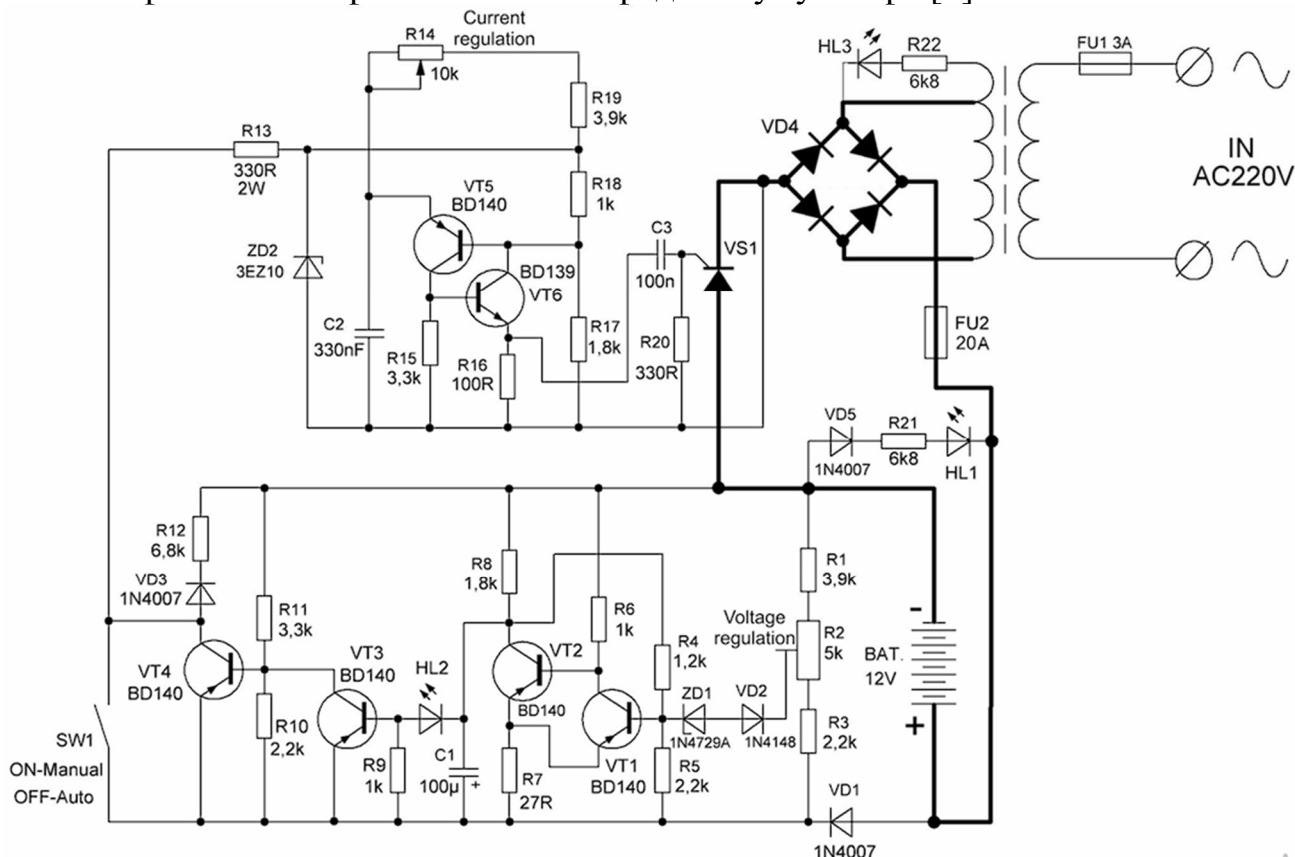


Рис. 1. Схема зарядного устройства

На рисунке 2 представлена часть структурной схемы, отвечающая за автоматику. Она построена на основе биполярных транзисторов PNP структуры. Схема питается от подключенного АКБ, поэтому в его отсутствии пуск схемы не произойдет. На этом и основывается защита от короткого замыкания – на выходе отсутствует напряжение без подключённой батареи. Защита от неправильной полярности реализована на диоде VD1.

При подаче напряжения разряженной батареи на вход, транзисторы VT2 и VT4 будут постоянно открыты, а VT1 и VT3 – постоянно закрыты. В таком случае питание беспрепятственно поступит на генератор импульсов, батарея начнет заряжаться. В продолжение процесса заряда на линии обратной связи по напряжению, состоящей из элементов R1, R2, VD2 и ZD1 будет увеличиваться потенциал. При достижении выставленного порога напряжения сработает стабилитрон, тем сам откроет транзистор VT1, тот в свою очередь закроет VT2, он откроет VT3, и в конечном счете VT4 закроется и заряд АКБ прекратится.

Связка ключей VT1 и VT2 образуют триггер, с обратной связью через R4. При срабатывании он отключает питание, вне зависимости от последующего потенциала на стабилитроне. Возобновить заряд в дальнейшем возможно только переподключив батарею.

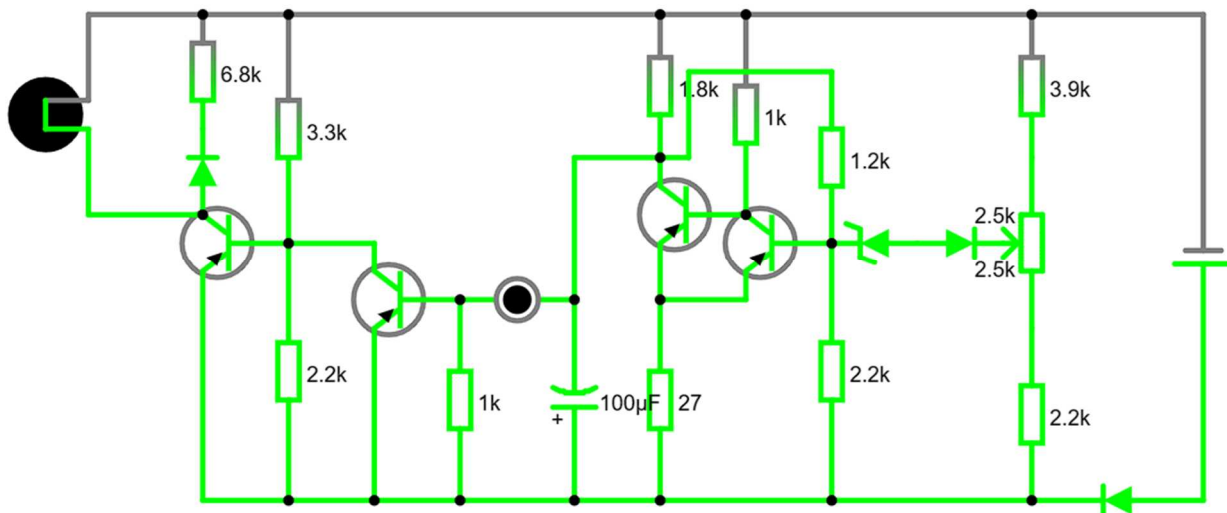


Рис. 2. Схема автоматики зарядного устройства

Чтобы оценить правильную работу устройства была построена модель в симуляторе электрических схем Circuit Simulator Applet. В качестве нагрузки была использована лампа накаливания на 10 Вт. По результатам были получены графики, изображенные на рисунках 3 и 4.

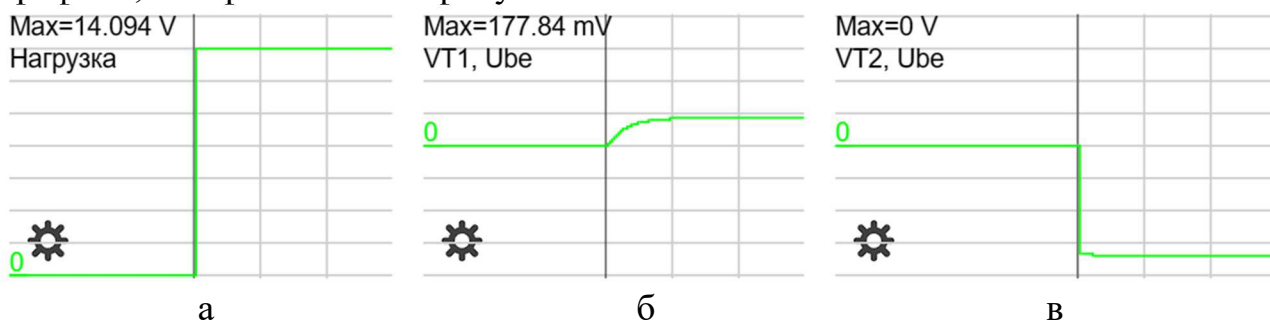


Рис. 3. Графики напряжения на: а) нагрузке, б) базо-эмиторном переходе VT1, в) базо-эмиторном переходе VT2 при пуске и процессе заряда батареи

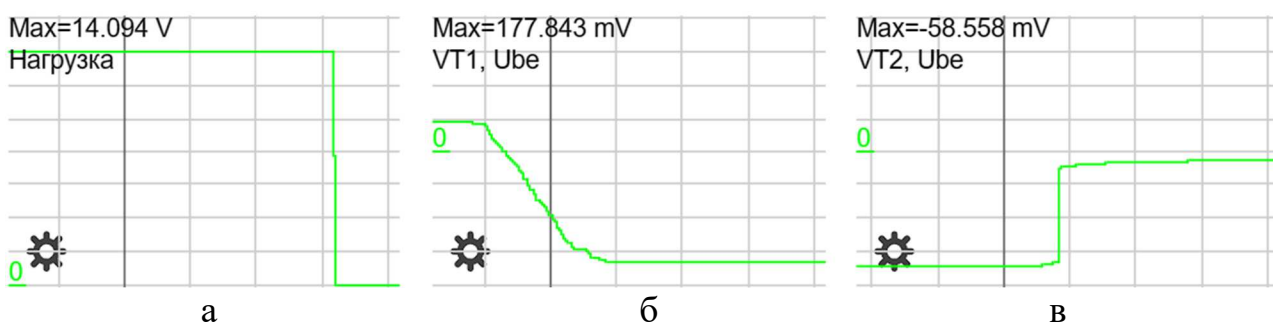


Рис. 4. Графики напряжения на: а) нагрузке, б) базо-эмиторном переходе VT1, в) базо-эмиторном переходе VT2 при окончании заряда

Как можно видеть, чтобы нагрузка отключилась от питания, нужно обеспечить падение напряжения на базо-эмиторном переходе VT1 большим, чем на VT2. Так как транзисторы имеют структуру PNP, графики расположены в отрицательном сегменте. Отключение нагрузки отстает от начала срабатывания транзистора VT2 на промежуток времени, равный времени заряда конденсатора C1. Данные графики наглядно описывают работу схемы автоматики.

Перед запуском устройства схема требует предварительной настройки – нужно выставить напряжение окончания заряда. Порог напряжения выставляется при помощи переменного резистора R2. Таким образом автоматика устройства будет полностью настроена и готова к работе.

Как можно заметить схема достаточно проста, при своей функциональности. По итогу можно сказать, что схема актуальна и выполняет поставленные задачи полностью.

### Список литературы

1. Захаров И.А. Зарядное устройство для свинцово-кислотных автомобильных аккумуляторов 40 Ач / И.А. Захаров // *Инновационная наука*. – 2022. – С. 1-3.

2. *RucovodstvoRus.ru. Руководство по эксплуатации зарядного устройства ресурс 1 [Электронный ресурс] /– Режим доступа: <https://rukovodstvorus.ru/rukovodstvo-po-ekspluataczii-zaryadnogo-ustrojstva-resurs-1/?ysclid=luwkp0gicw567354502>*

3. Ходасевич А.Г. Зарядные устройства. Выпуск 1: Информационный обзор для автолюбителей / А.Г. Ходасевич, Т.И. Ходасевич. – М.: НТ Пресс, 2005. – 192 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛК АБАК К3 ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПВХ ПЛЁНКИ ЭКСТРУЗИОННЫМ МЕТОДОМ

К.М. Хуснутдинов

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* В данной статье рассматривается возможность применения программируемых логических контроллеров АБАК К3 при автоматизации процесса производства ПВХ плёнки экструзионным методом.

Плёночный пластикат – это термопластичный полимерный поливинилхлорид, полученный путем переработки гранулированного полимерного материала. Пластикат применяется для изоляции проводов, в качестве материала упаковки различных товаров, изготовления эластичных профилей, лент, трубок мембран и т.д. Спецодежда из пластиката применяется при работе в условиях загрязнения радиоактивными, токсичными либо агрессивными веществами.

Пленочный пластикат получают вальцеванием и экструзией. Технологический процесс производства пленочного пластиката методом экструзии состоит из следующих стадий: подготовка сырья, смешение массы, каландрование пленки, перемотка и упаковка пленки [1].

С целью поддержания нормального протекания процесса необходимо осуществлять контроль, регулирование, управление, сигнализацию и защиту

технологических параметров согласно регламенту. К таким параметрам относятся: температура, уровень, расход, скорость вращения, давление и степень вибрации.

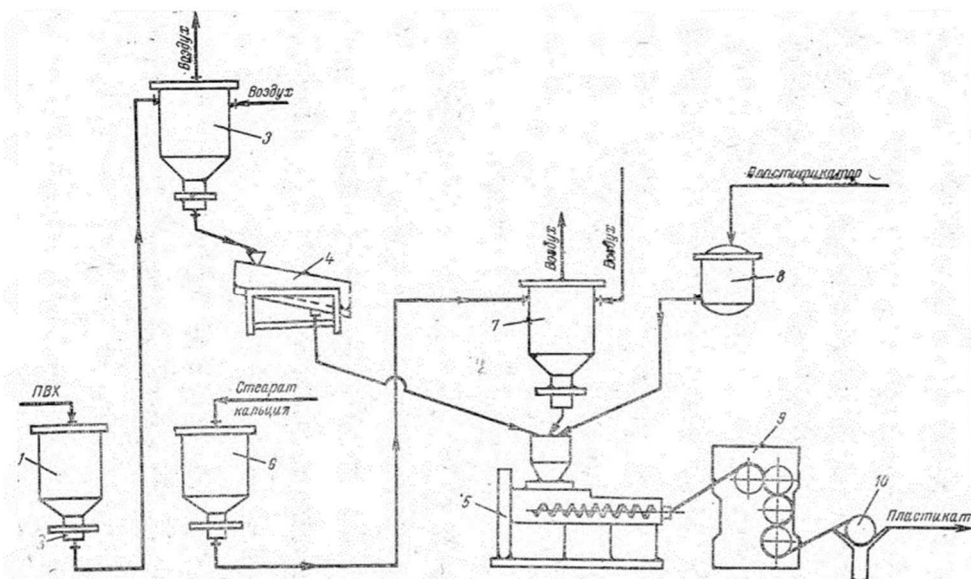


Рис. 1. Схема процесса производства пленочного пластика

В настоящее время существует необходимость использования отечественных контроллеров при построении автоматизированных систем управления технологическими процессами. АБАК ПЛК производства компании АО НИЦ «Инкомсистем» является одним из представителей отечественных контроллеров, имеющий широкий функционал и массу достоинств, позволяющий в полном объеме автоматизировать технологические процессы любой сложности [2,3].

Для получения и обработки измерительной информации с датчиков используются модули аналогового ввода. АБАК ПЛК К3 располагает 8-канальными модулями, позволяющими получить информацию 0-20mA или 0-5В, в зависимости от выхода датчика и его схемы подключения.

В большинстве случаев в экструзионных установках используются термопреобразователи сопротивления и термоэлектрические преобразователи. Для данной задачи идеально подойдут специальные модули аналогового ввода термоспротивлений и термопар с номинальными статическими характеристиками в соответствии с ГОСТ Р 8.585 – 2001.

Для получения дискретных сигналов, например состояния концевиков исполнительных устройств или состояния работы электродвигателей, используются модули дискретного ввода, позволяющие получить сигнал 24 VDC, в том числе с возможностью контроля цепи.

Для выдачи аналоговых сигналов для регулирующих клапанов, используются 4-х или 8-канальные модули аналогового вывода.

Для выдачи дискретных сигналов, используются модули дискретного вывода DO.

На рисунке 2 представлен пример АБАК ПЛК с модулями ввода/вывода, в исполнении К3.





Рис. 2. АБАК ПЛК с модулями ввода/вывода в исполнении КЗ

Для исполнения КЗ, помимо модулей центрального процессора и ввода/вывода, необходимо использовать также и следующие типы модулей: Модуль РМ для каждого модуля центрального процессора, для передачи электропитания. Модуль ТМ для распределения питания по CAN-шине, на которую устанавливаются все модули АБАК ПЛК.

Для запитывания терминального модуля ТМ необходимо использовать блоки питания с выдачей 24В на выходе. АБАК ПЛК также имеет возможность расширения корзины модулей ввода/вывода с помощью подключения дополнительных терминальных модулей ТМ на отдельную DIN-рейку.

Модули центрального процесса CPU имеют возможность резервирования. Параметры резервирования указываются в специальном ПО «Конфигуратор АБАК ПЛК». Для написания прикладного программного обеспечения, используется среда программирования CODESYS V3.5 SP15. На момент написания статьи также ведётся разработка исполняемой среды Runtime «Альфа Платформа» от отечественного разработчика «Атомик Софт». Использование данной исполняемой среды позволит в одной программной конфигурации DevStudio разрабатывать прикладное программное обеспечение сразу для двух уровней АСУТП: среднего уровня ПЛК, и для верхнего уровня: серверов ввода/вывода, истории и автоматизированных рабочих мест инженеров и операторов-технологов.

Для передачи данных АБАК ПЛК поддерживает различные протоколы передачи данных, в том числе Modbus и OPC UA. Можно подключать и передать данные между различными локальными системами управления и HMI-панелями. При производстве ПВХ плёнки экструзионная установка может иметь собственный локальный контроллер. Таким образом, можно подключить данный контроллер к АБАК ПЛК, например через интерфейс RS-232, используя протокол Modbus RTU [4]. Таким образом будет реализовано получение данных о всех необходимых составляющих экструзионной установки: температура зон цилиндра, скорость вращения шнека, давления формирующей головки, внутренние диагностические сигналы.

### Список литературы

1. Кузнецов Е.В. Альбом технологических систем производства полимеров и пластических масс на их основе / Е.В. Кузнецов, И.П. Прохорова, Д.А. Файзуллина. – второе изд. – М.: Химия, 1976. – 108 с.;
2. Чупаев А.В. Обзор МЭК-комплексов программирования / А.В. Чупаев, Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина // Приоритетные направления развития науки

*и технологий: доклады XXXII международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Издательство «Инновационные технологии», 2023. – С. 181-185. – EDN WZDRYY*

*3. Нурғалиев Р.К. Лабораторный стенд «Информационно-измерительный комплекс на базе ПЛК АБАК» / Р.К. Нурғалиев, А.В. Чупаев, Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 10. – С. 210-212. – EDN IXJKXM.*

*4. <https://incomsystem.ru/>.*

## АСУТП ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДНОГО ПЛАСТИКА

Д.А. Куприяшкин

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

***Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка системы автоматизации производства карбамидного пластика. Данный процесс был рассмотрен с позиции задач управления, были определены технологические параметры контроля, регулирования, защиты и сигнализации. Осуществлен выбор комплекса технических средств для автоматизации данного технологического процесса.*

Производство карбидного пластика начало развиваться в 1920 годах [1] и на данный момент составляет значительную долю от общего производства пластмасс. Карбамидным пластиком называют прессовочные материалы на основе термореактивных аминокальдегидных олигомеров.

Карбамидные прессовочные материалы получают суховальцевым или водно-эмульсионным методом. Суховальцевый метод менее распространен из-за неоднородных по составу прессматериалов на выходе. Суть водно-эмульсионного метода состоит в смешивании предварительно полученного водного раствора олигомера или эмульсии с наполнителем. Далее происходит смешивание с дополнительными компонентами, сушка и измельчение. Разработанная схема АСУТП производства карбамидного пластика представлена на рисунке 1.

Основными параметрами, подлежащими контролю, регулированию, сигнализации, защите и блокировке являются: давление, расход, уровень, температура, рН, влажность, перепад давления. Для получения информации о значении технологических параметров предлагается использовать радарные уровнемеры, деформационные датчики давления, термопреобразователи сопротивления Pt100, весовые дозаторы. Для непрерывного регулирования технологических параметров предлагается использовать центробежные насосы, регулирующие и отсекающие клапана.

Для управления данным процессом выбран АБАК ПЛК от «Инкомсистем». К важным характеристикам АБАК ПЛК относятся:

– резервирование и «горячая» замена ЦПУ и модулей ввода-вывода;

- подключение до 100 модулей ввода/вывода;
- скорость опроса модулей 10 миллисекунд;
- встроенная поддержка HART-протокола;
- встроенная поддержка контроля цепей;
- диапазон рабочих температур от -40 до +70 °С, потребление 4 Вт;
- программирование на 5 языках стандарта МЭК 61131;
- низкая стоимость как самого центрального процессора, так и модулей ввода/вывода [2,3].

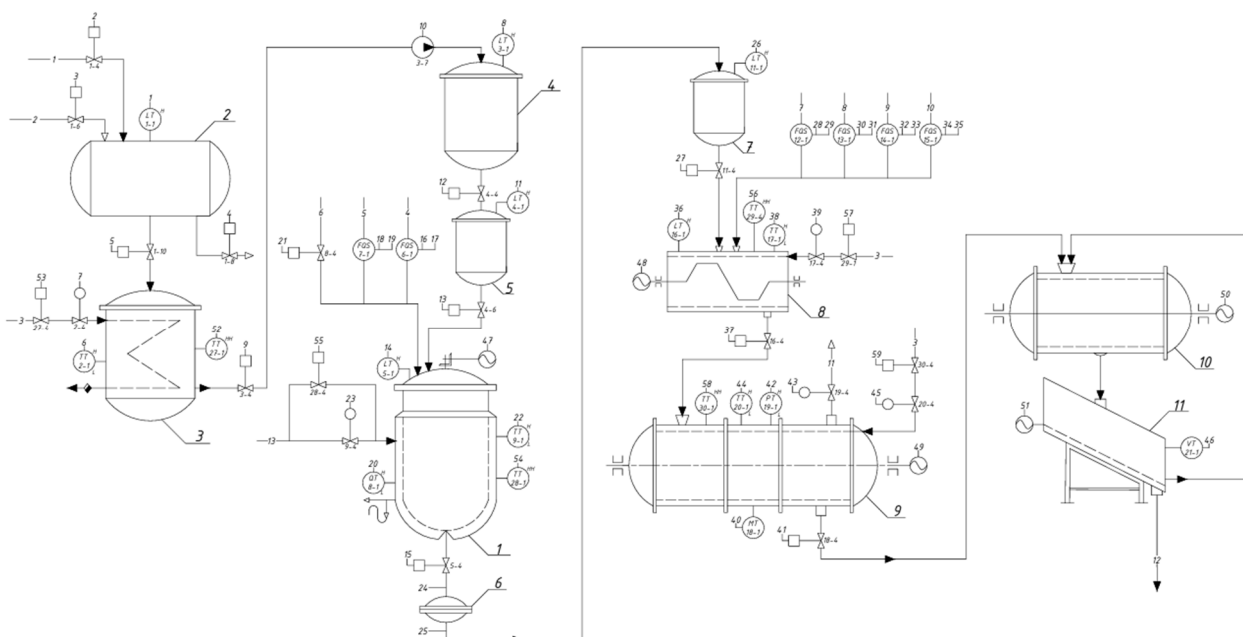


Рис. 1. Схема АСУТП производства карбамидного пластика

Данный контроллер также может использоваться в качестве системы противоаварийной защиты: он имеет сертификат соответствия уровню SIL3. Исполняемая программа для ПАЗ контроллера разрабатывается в одном проекте с программой для СУ в среде разработки и загружается по защищенному каналу Safety EtherCAT [4].

Результатом работы является система автоматизации процесса производства карбамидного пластика, которая обеспечит безопасность ведения технологического процесса и позволит получать конечный продукт заданного качества, при минимизации сырьевых и энергетических ресурсов.

### Список литературы

1. Кузнецов Е.В. Альбом технологических систем производства полимеров и пластических масс на их основе / Е.В. Кузнецов, И.П. Прохорова, Д.А. Файзуллина. – второе изд. – М.: Химия, 1976. – 108 с.
2. <https://incomsystem.ru/>
3. Чупаев А.В. Обзор МЭК-комплексов программирования / А.В. Чупаев, Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXII международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2023. – С. 181-185. – EDN WZDRYY.

4. Нургалиев Р.К. Лабораторный стенд «Информационно-измерительный комплекс на базе ПЛК АБАК» / Р.К. Нургалиев, А.В. Чупаев, Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 10. – С. 210-212. – EDN IXJKXM.

## АСУТП ПРОИЗВОДСТВА ЭМУЛЬСИОННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Э.И. Гимадиев

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

**Аннотация.** В рамках данной статьи приведен процесс разработки автоматизированной системы управления производства эмульсионного поливинилхлорида. Рассмотрена технология производства, определен перечень параметров, для которых важен контроль и сигнализация, а также приведен оптимальный выбор контроллерного оборудования.

Эмульсионный поливинилхлорид представляет собой продукт эмульсионной полимеризации винилхлорида [1].

Процесс производства эмульсионного поливинилхлорида состоит из следующих стадий: получения водного раствора инициатора и эмульгатора в смесителе, двухступенчатая полимеризация винилхлорида, дегазация поливинилхлорида, нейтрализация поливинилхлорида, коагуляция поливинилхлорида, промывка, отжим и сушка поливинилхлорида.

Одной из важнейших задач автоматизации в данном процессе является обеспечение пожаро- и взрывобезопасности полимеризаторов, ввиду высокой пожароопасности винилхлорида при контакте с воздухом.

На рисунке 1 представлена схема процесса производства эмульсионного поливинилхлорида.

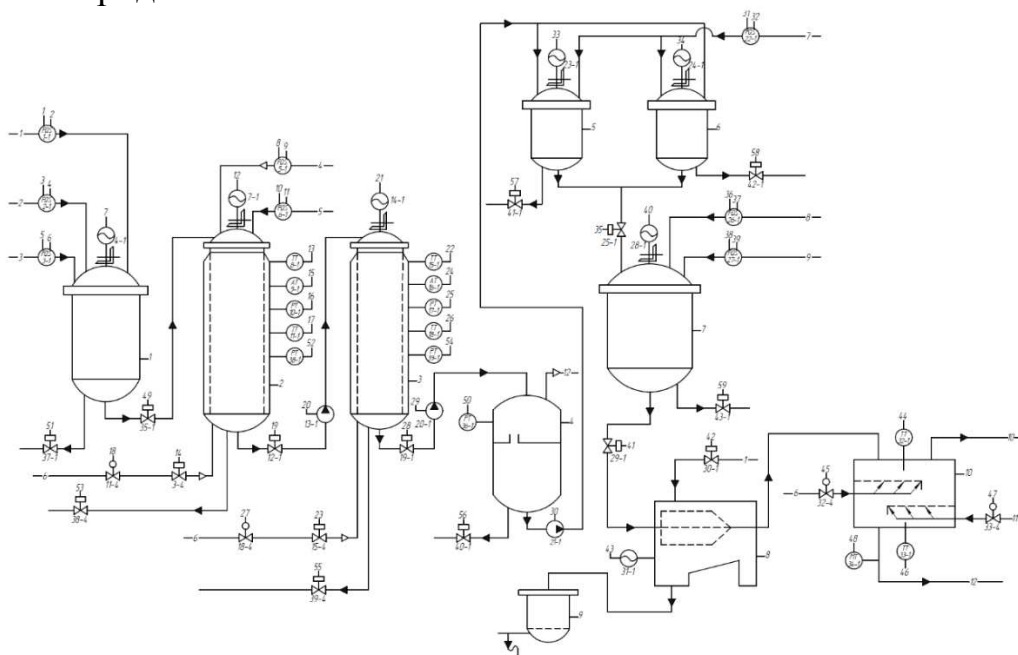


Рис. 1. Схема процесса производства эмульсионного поливинилхлорида

Как и в случае с любым другим технологическим процессом, для повышения эффективности и безопасности производства нужно точно определить параметры, подлежащие сигнализации и контролю. Такими параметрами являются давление и температура, как факторы правильного протекания технологического процесса, а также влажность готового поливинилхлорида. Для своевременного контроля за данными параметрами в системе используется большое количество датчиков, таких как термопреобразователи сопротивления, тензорезистивные датчики давления и многие другие.

В качестве промышленного контроллера для управления данным технологическим процессом служит АБАК ПЛК КЗ от компании АО НИЦ «Инкомсистем». Контроллер обладает следующими преимуществами:

- Большая номенклатура модулей ввода/вывода, а также совместимость между модулями разных моделей АБАК ПЛК;
- Поддержка большинства актуальных протоколов обмена данными, включая Profibus и Profinet;
- Низкое энергопотребление;
- Наличие модулей ввода/вывода со встроенной поддержкой HART;
- Наличие функциональных (пожарных) модулей, а также модулей со встроенным контролем цепи;
- Возможность установки до 100 модулей ввода/вывода, в т.ч. в разных корзинах (крейтах);
- «Горячая» замена как модулей ввода/вывода, так и модулей ЦПУ;
- Поддержка программной среды Codesys 3.5 с возможностью программирования на 5 языках стандарта МЭК 61131-3[2].

Использование данного контроллера позволяет значительно повысить надежность протекания технологического процесса, а также повысить его безопасность и эффективность.

Таким образом, рассмотренный автоматизированный процесс производства эмульсионного поливинилхлорида представляет собой современную и технологичную систему, обеспечивающую высокий уровень безопасности и высокое качество выходного продукта.

### Список литературы

1. Кузнецов Е.В. Альбом технологических систем производства полимеров и пластических масс на их основе / Е.В. Кузнецов, И.П. Прохорова, Д.А. Файзуллина. – второе изд. – М.: Химия, 1976. – 26 с.;
2. <https://incomsystem.ru/>.
3. Чупаев А.В. Обзор МЭК-комплексов программирования / А.В. Чупаев, Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXII международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Издательство "Инновационные технологии", 2023. – С. 181-185. – EDN WZDRYY
4. Нурғалиев Р.К. Лабораторный стенд «Информационно-измерительный комплекс на базе ПЛК АБАК» / Р.К. Нурғалиев, А.В. Чупаев, Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 10. – С. 210-212. – EDN IXJKXM.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОЛЕФИНОВ НА ОСНОВЕ ЛЕГКИХ АЛКАНОВ C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>

Е.В. Писаренко<sup>1</sup>, А.Б. Пономарев<sup>2</sup>, А.А. Шевченко<sup>1</sup>, Д.А. Русаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,

<sup>2</sup> Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН,  
г. Москва

*Аннотация.* В работе рассмотрены ставшие уже традиционными промышленные технологии дегидрирования легких алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> в олефины, которым в последние годы уделяется все большее внимание, а также представлены современные достижения в этой области. Представлены конструкции каталитических реакторов, оптимальные режимы их промышленной эксплуатации, эффективные промышленные каталитические системы.

Легкие олефины являются важнейшими химическими веществами, используемыми в производстве широкого спектра продуктов химической промышленности. Объем мирового рынка пропилена в 2024 г. оценивается в 109,49 млрд долларов США, а к 2032 г., по прогнозам, достигнет 153,45 млрд долларов США, при этом среднегодовой темп роста составит 4,31 % с 2025 по 2032 г. Объем мирового рынка бутилена в 2023 г. оценивается в 38,8 млрд долларов США, а к 2034 г., по прогнозам, достигнет 58,4 млрд долларов США, при этом среднегодовой темп роста составит 4,1 % с 2024 по 2034 г. [1-2].

Традиционные процессы производства олефинов (каталитический крекинг и пиролиз углеводородного сырья) уже не могут удовлетворить растущий мировой спрос на пропилен и бутилен. За последние десятилетия существенно выросла добыча сланцевого газа, который в основном состоит из метана и других легких алканов, среди которых этан, пропан и бутан составляют до 15 % углеводородов. Поэтому растет интерес к превращению легких алканов в олефины путем прямого или окислительного дегидрирования [3].

Дегидрирование легких алканов обеспечивает высокую селективность по целевым олефинам. В то же время стоит отметить, что реакция дегидрирования является высокоэнталпийной и термодинамически ограниченной. Обычно процесс проводят при температуре 550-750 °С. Повышая температуру реакции и уменьшая парциальное давление, можно достичь высокой конверсии легких алканов. Такие жесткие условия проведения процесса увеличивают потребление энергии, приводят к спеканию частиц катализатора, способствуют протеканию побочных реакций (термический крекинг, образование кокса и т.д.). Для устранения этих недостатков в промышленности проводят постоянную регенерацию катализатора, что значительно увеличивает стоимость процесса.

Существует несколько реализаций процесса дегидрирования легких алканов, отличающихся конструкциями реакторов, применяемыми катализаторами и методами регенерации катализаторов [4]. Сырье могут дополнительно разбавлять водородом или паром, чтобы снизить парциальное давление н-алканов.

В технологии Catofin компании АВВ Lummus для производства олефинов

используют катализатор на основе  $K(Na)-CrO_x/Al_2O_3$ . Установка Catofin обычно состоит из 5-8 параллельных адиабатических реакторов с неподвижным слоем катализатора, который нагревают регенерационной смесью (воздухом и метаном). Реакция протекает при температуре 560-650 °С и давлении 0,2-0,5 бар. В процессе Catofin используют технологию противоточного потока для получения большего количества продуктов с меньшим количеством сырья, за счет чего снижаются эксплуатационные расходы.

В реакторах чередуются этапы дегидрирования, продувки, регенерации катализатора и вакуумирования, каждый из которых длится несколько минут (для одного полного цикла требуется 15-30 мин). Каждый отдельный реактор предназначен для непрерывной работы, поэтому всегда присутствуют несколько параллельно работающих реакторов, в которых проводятся реакции дегидрирования, в то время как другие реакторы работают в режимах регенерации катализатора или продувки, что приводит к непрерывному образованию продуктов реакции. Продолжительность стадии дегидрирования зависит от теплосодержания слоя катализатора. Часть тепла, необходимого для реакции, вводится в реакторы путем предварительного нагрева реакционного сырья, дополнительное тепло обеспечивается соседними реакторами, в которых проводится регенерация закоксованных катализаторов. После стадии дегидрирования указанные реакторы продувают паром для удаления всех углеводородов, а затем регенерируют катализатор воздухом. За этим этапом следует вакуумирование и восстановление водородом, затем снова начинается реакция дегидрирования. Топливный газ подается в реактор на стадии регенерации для выработки дополнительного тепла, а инертный материал добавляется в слой катализатора для увеличения его теплоаккумулирующей способности. Катализатор остается в эксплуатации в течение 2-3 лет. Постепенное повышение температуры обеспечивает постоянную активность катализатора в течение всего его срока службы. Конверсия легких алканов составляет около 45-50 %, а селективность по целевым олефинам более 89 %.

Oleflex – технология дегидрирования легких алканов в олефины, разработанная компанией UOP. Процесс имеет низкие производственные затраты, может быть интегрирован с существующими технологиями последующего производства ключевых продуктов химического синтеза.

Процесс Oleflex разделен на 3 различные секции: каталитическое дегидрирование, извлечение продукта и регенерация катализатора. В процессе используется катализатор на основе  $K(Na)-Pt-Sn/Al_2O_3$ , обладающий высокой активностью и селективностью при низких скоростях истирания. Реакция протекает в реакторе с радиальным адиабатическим подвижным слоем при давлении 1-3 бар и температуре 525-705 °С. Три или четыре адиабатических реактора с радиальным потоком, содержащих катализатор, соединены последовательно с промежуточными подогревателями. Эти подогреватели газового потока представляют собой основной источник тепла реакторной системы. Последний реактор соединен с блоком непрерывной регенерации катализатора, в котором производится обработка катализатора смесью хлора и воздуха и работает непрерывно. Регенерированный катализатор вводят в первый

реактор, завершая полный цикл каждые 5-10 дней.

В секции извлечения продукта продуктовый поток после последнего реактора охлаждается в теплообменнике, проходит отделение разделения и стабилизации, сжимается в компрессоре, поступает в осушитель и направляется в криогенную систему для отделения водорода от углеводородов. Последние проходят через установку селективного гидрирования для удаления диолефинов и ацетилена. Затем углеводороды поступают в дезанизатор и колонну стабилизации для получения целевого продукта. Оставшиеся пропан и бутан возвращают в реакторную секцию. Селективность по олефинам и конверсия легких алканов составляют 85-88 и 30-40 % соответственно.

Паровой активный риформинг (STAR) – технология окислительного дегидрирования легких алканов, разработанная компанией Uhde. Реакция протекает при давлении 5-6 бар и температуре 480-620 °С. Процесс проходит в присутствии пара, поэтому давление в секции реактора выше, чем в других технологиях, при сохранении низкого парциального давления углеводородов и высокой конверсии легких алканов. На поверхности катализатора осаждаются очень мало кокса, поэтому циклы дегидрирования могут длиться до 7 ч, прежде чем станет необходимой регенерация (1 ч). Используется реакторная система с неподвижным слоем, состоящая из двух отдельных реакторов, расположенных последовательно. Трубчатый реактор с верхним нагревом нагревается снаружи печью. Газовая смесь, выходящая из первого реактора, охлаждается путем впрыскивания конденсата. Пар также впрыскивается для регулирования температуры на входе и соотношения пара и углеводородов во втором реакторе (кислородном). Впрыскиваемый непосредственно над слоем катализатора кислород селективно сжигает водород, что не только сдвигает термодинамическое равновесие реакции в сторону более высокой равновесной конверсии, но в то же время обеспечивает необходимое тепло для дальнейшего дегидрирования. Смесь продуктов, состоящая из алканов, олефинов, водорода, воды и CO<sub>2</sub> охлаждается путем обмена теплом для предварительного нагрева сырья, получения пара и подачи тепла в секцию разделения.

Для установки риформинга и секции окислительного дегидрирования используется катализатор Pt-Sn/ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Катализатор очень стабилен в присутствии пара при высоких температурах, что обеспечивает преимущество процесса. Катализатор имеет срок службы более 5 лет. Регенерация происходит только в присутствии пара и воздуха без дополнительных требований к реактивации катализатора. Конверсия легких алканов составляет 35 %, селективность по олефинам 80-90 %. Процесс STAR имеет самый высокий выход олефинов из всех технологий дегидрирования легких алканов, что позволяет использовать реакторы меньшего размера и в конечном итоге снизить затраты.

Дегидрирование в псевдооживленном слое (FBD) – разработанная Советской компанией «Ярсинтез» технология дегидрирования для производства олефинов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> на катализаторе CrO<sub>x</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с использованием реактора с псевдооживленным слоем, аналогичная процессу жидкостного каталитического крекинга, используемому на нефтеперерабатывающих заводах.

В FBD сырье пропускают через ступенчатый псевдооживленный слой при



давлении 1,1-1,5 бар и температуре 550-600 °С. Твердые частицы катализатора удерживаются во взвешенном состоянии подаваемым газом или воздухом с помощью распределителя. Высокий уровень перемешивания твердых частиц усиливает как тепло-, так и явления массообмена. Наблюдается значительный разброс времени контакта с газом, снижается селективность по олефинам при увеличении конверсии легких алканов. Явления обратного перемешивания контролируются путем размещения псевдоожиженного слоя с помощью специально спроектированных внутренних перегородок. Установка перегородок позволяет существенно уменьшить скорость потока.

Катализатор со временем дезактивируется, поэтому непрерывно перемещается в регенератор, соединенный с реактором, для сжигания отложений кокса. Тепло для реакции подается за счет циркулирующего регенерированного катализатора (>650 °С), время пребывания которого в реакторе и регенераторе составляет 10-30 мин. Топливный газ обычно добавляют во время регенерации, так как сжигание одних только коксовых отложений не дает достаточного количества тепла для достижения этих температур. Перед переносом регенерированного катализатора из регенератора кислородсодержащие продукты удаляют с катализатора и восстанавливают в секции очистки в нижней части регенератора. По возвращении в реактор катализатор снова охлаждают до температуры ниже 560 °С. Конверсия легких алканов и селективность по олефинам составляют 45-50 и 80-85 % соответственно.

Технология PDH (propane dehydrogenation), разработанная компаниями Linde AG и BASF, предназначена для селективного каталитического дегидрирования пропана и изобутана в пропилен и изобутилен соответственно. Многотрубчатый реактор с неподвижным слоем с внешним подогревом работает при давлении выше атмосферного и температуре 550-650 °С. Секция реактора включает в себя 3 параллельных реактора дегидрирования. Два из этих реакторов работают на дегидрирование, в то время как третий реактор находится на регенерации воздухом, обеспечивая непрерывный поток продуктов реакции. Смесь воздуха и пара используется для регенерации катализатора, реактор продувается до и после стадии регенерации.

В процессе используется катализатор на Pt-Sn/ZrO<sub>2</sub>, с высокой селективностью по олефинам (около 95 %) и конверсией легких алканов 40-45 %. Срок службы катализатора превышает 2 года из-за меньшего содержания кокса и низкой скорости дезактивации. Простота конструкции реактора требует меньшего количества оборудования и, следовательно, меньших затрат.

В 2016 г. Китайский нефтяной университет объявил о новой технологии дегидрирования пропана (ADHO) [5]. Реакцию и регенерацию катализатора осуществляют непрерывно с высокой производительностью. Процесс осуществляют при температуре 500-650 °С и атмосферном давлении с использованием нетоксичного, неагрессивного и не содержащего благородных металлов оксидного катализатора в высокоэффективном реакторе с циркулирующим псевдоожиженным слоем. Катализатор не загрязняет окружающую среду и не вызывает коррозии оборудования, обладает высокой Механической прочностью и низким расходом реагентов. Конверсия легких

алканов составляет около 50 %, а селективность по олефинам около 90 %.

В 2016 г. химическая компания Dow объявила о разработке процесса псевдооживленного каталитического дегидрирования (FCDh) для получения пропилена из сырья сланцевого газа на основе технологии жидкостного каталитического крекинга. Реакция протекает в реакторе с псевдооживленным слоем катализатора при температуре 600 °С и атмосферном давлении. В конструкции используют технологию реактора/регенерации катализатора, которая позволяет масштабировать процесс по мере необходимости. Катализаторы Pt-Ga-K/Si-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> обеспечивают селективность по пропилену 93% при конверсии пропана 45 %. Технология может быть интегрирована с существующими установками для крекинга этилена, что может увеличить производство пропилена за счет существующих установок по производству легких углеводородов.

В конце 2018 г. американская компания KBR сообщила о новом процессе дегидрирования пропана K-Pro. Технология предлагает новый катализатор дегидрирования пропана с высокой селективностью по пропилену (87-90 %) и конверсией пропана около 45 %, не содержащий драгоценных металлов и хрома. Технология может быть реализована как автономная установка по производству пропилена. Реакция протекает при температуре 600 °С и давлении 1,5 бар. В секции реакции пропан подается в реактор. Выходящий из реакционной секции газ поступает в блок сжатия, секцию охлаждения и секции очистки. Реактор с псевдооживленным слоем катализатора включает в себя непрерывную регенерацию катализатора и подвод тепла.

Таким образом, в работе рассмотрены существующие промышленные технологии процессов дегидрирования легких алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>, проанализированы их достоинства и недостатки, определены основные показатели работы технологического оборудования, а также основные показатели процессов по производительности и селективности по целевым продуктам.

### Список литературы

1. <https://www.databridgemarketresearch.com/ru/reports/global-propylene-market?ysclid=m4ycyio6mc690760533>
2. <https://www.transparencymarketresearch.com/butene-market.html>
3. Zheng Y., Zhang X., Li J., An J., et al. CO<sub>2</sub>-assisted oxidation dehydrogenation of light alkanes over metal-based heterogeneous catalysts // *Chinese Journal of Catalysis*, 2024. Vol. 65. P. 40-69.
4. Писаренко Е.В. Перспективы развития процессов и производств получения олефинов на основе легких алканов / Е.В. Писаренко, А.Б. Пономарев, В.Н. Писаренко, А.А. Шевченко // *Теоретические основы химической технологии*, 2022. – Т. 56, №5. – С. 559-595.
5. Sai C. Propane dehydrogenation: catalyst development, new chemistry, and emerging technologies / C. Sai, C. Xin, S. Guodong, Z. Tingting [et al] // *Chemical Society Reviews*, 2021. – Vol. 50. – P. 3315-3354.

# ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Д.И. Сиразетдинов  
Ульяновский государственный технический университет,  
г. Ульяновск

*Аннотация.* В данной статье рассмотрена система тиристорный регулятор – двигатель постоянного тока в различных режимах работы центробежного насоса. Приведены возможные средства повышения производительности данной системы путём снижения потерь электродвигателя.

Электродвигатели постоянного тока представляют собой электрические машины, предназначенные для преобразования электрической энергии постоянного тока в механическую энергию. Такие двигатели нашли своё применение в промышленности различных масштабов, начиная с малых производств, заканчивая предприятиями мирового уровня.

В качестве устройств управления двигателями постоянного тока (ДПТ) могут выступать следующие устройства:

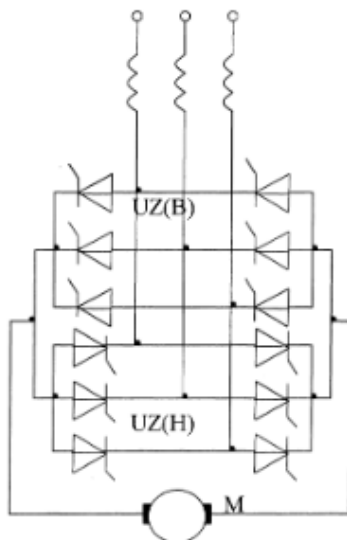
- Тиристорные регуляторы;
- Контроллеры на базе широтно-импульсной модуляции;
- Промышленные ПЛК (программируемые логические контроллеры) с функциями управления;
- DC-драйверы, предназначенные для управления ДПТ;
- Различные выпрямители для питания от сети переменного тока.

Тиристорные электродвигатели постоянного тока (двигатели под управлением тиристорных регуляторов) являются наиболее целесообразным выбором для центробежного насоса. В основе работы такой системы лежит принцип управления потоком электрической энергии с помощью тиристоров. Сами тиристоры контролируются системой импульсно-фазового управления (СИФУ). После подачи управляющего сигнала на управляющий электрод тиристора, последний остаётся открытым даже после снятия сигнала управления, а выходит из работы при смене полярности тока анод-катод и его последующего спада до нуля.

Тиристорные преобразователи (ТП) в схемах с электродвигателями постоянного тока, используемых с центробежными насосами, несут две основные функции: выпрямление (преобразование переменного тока в постоянный) питающего напряжения сети и регулирование усреднённого значения выпрямленного напряжения. ТП не просто выполняют свои функции, но и имеют некоторые преимущества перед конкурентами:

- Использование тиристоров способствует снижению общих потерь при переключении и открывает возможности эффективно регулировать мощность двигателя;

- За счёт изменения напряжения на якоре двигателя обеспечивается плавное и точное управление скоростью вращения ротора, что позволяет адаптировать работу насоса к изменениям нагрузок;
- Широкий диапазон регулирования напряжения с помощью тиристоров также обеспечивает и широкий диапазон регулирования скорости электродвигателя.



Структурная схема системы тиристорный регулятор – электродвигатель

Центробежные насосы различного применения выдвигают практически идентичные требования к электроприводу, который взаимодействует с ними: точное управление, обеспечение стабильного потока жидкости, безопасная работа.

Двигатели постоянного тока под управлением тиристорного регулятора способны не только отвечать данным требованиям, но и предоставлять другие преимущества использования конкретно этого типа электропривода: точность регулирования скорости и направления двигателя, надёжность и долговечность, высокая эффективность и мощность, а также компактность и гибкость самой конструкции.

Прежде, чем перейти к методам повышения производительности электропривода постоянного тока при различных режимах работы центробежного насоса, необходимо, в первую очередь, выделить эти самые режимы. Выделяют:

*Номинальный режим.* В данном режиме обеспечивается максимальная эффективность работы, потери энергии минимальны. Это связано с работой насоса в точке, соответствующей его спецификации (расход, напор, КПД).

*Работа с пониженным расходом.* Из названия следует, что насос работает с расходом, который ниже номинальной величины. При таком режиме работы насос может перегреваться, а также возможно возникновение рециркуляции (процесс, когда жидкость циркулирует внутри насоса).

*Режим большого расхода.* Характеризуется снижением КПД, увеличением износа и снижением напора. Насос работает на завышенном от номинального расходом.

Рассмотрим возможные пути повышения коэффициента полезного действия на основе конкретного двигателя постоянного тока с тиристорным управлением в номинальном режиме работы центробежного насоса. Справедливо отметить, что нижепредставленные формулы будут справедливы для всех режимов работы центробежного насоса. Разница будет заключаться лишь в показаниях расхода и напора. Даже в режиме большого расхода падения КПД могут быть не такими значительными ввиду повышения номинального коэффициента полезного действия.

Принимаем следующие параметры режима работы:

Производительность насоса  $Q_{\text{нас}} = 0.2 \text{ м}^3/\text{с}$ ; полный напор жидкости  $H = 14 \text{ м}$ ; скорость вращения вала насоса  $n_{\text{нас}} = 950 \text{ об/мин}$ ; КПД насоса  $\eta_{\text{нас}} = 0.75$ ; КПД передачи  $\eta_{\text{пер}} = 0.95$ ; плотность жидкости  $\rho_{\text{ж}} = 900 \text{ кг/м}^3$ ; коэффициент запаса  $K_3 = 1.15$ ; ускорение свободного падения  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ .

Номинальная мощность требуемого ДПТ должна удовлетворять условию:

$$P_{\text{н}} \geq P_{\text{расч}} = K_3 \cdot \frac{Q \cdot H \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g}{\eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{пер}}} \cdot 10^{-3} = 1.15 \cdot \frac{0.2 \cdot 14 \cdot 900 \cdot 9.81}{0.75 \cdot 0.95} \cdot 10^{-3} = 39.9 \text{ кВт.} \quad (1)$$

Выбираем двигатель постоянного тока серии 2ПН180ЛУХЛ4, характеристики которого приведены в таблице.

Технические характеристики двигателя постоянного тока

Тип двигателя	Мощность	Напряжение	Частота вращения		Сопротивление обмотки при 15 град.		КПД
			Ном.	Макс.	якоря	доб. полюсов	
			об/мин				
2ПН180ЛУХЛ4	42	440	3000	3500	0.065	0.044	90.5

Мощность на выходе можно рассчитать следующим образом:

$$P_2 = P_{\text{н}} - \sum P \quad (2)$$

где  $P_{\text{н}}$  – номинальная мощность электродвигателя,  $\sum P$  – сумма всех учитываемых потерь двигателя.

В данном случае под учитываемыми потерями принимаем следующие потери: потери в цепи возбуждения, потери в обмотках цепи якоря, электрические потери в контакте щёток, механические потери. В качестве примера ниже приведена формула для расчёта механических потерь. Формулы для расчёта иных потерь можно уточнить в учебниках или специализированных учебных пособиях.

Механические потери складываются из потерь от трения щёток о коллектор, трения в подшипниках и на вентиляцию:

$$P_{\text{м}} = P_{\text{к}} + P_{\text{п}} + P_{\text{вен}} = k_{\text{тр}} S_{\text{щ}} f_{\text{щ}} V_{\text{к}} + P_{\text{п}} + P_{\text{вен}}, \quad (3)$$

где  $P_{\text{к}}$  - потери от трения щёток о коллектор;

$P_{\text{п}}$  – потери трения в подшипниках;

$P_{\text{вен}}$  - потери на вентиляцию;

$k_{\text{тр}}$  - коэффициент трения щёток о коллектор;  
 $S_{\text{щ}}$  – поверхность соприкосновения всех щёток с коллектором;  
 $f_{\text{щ}}$  - удельное давление;  
 $V_{\text{к}}$  – окружная скорость коллектора.

Сумма всех потерь двигателя постоянного тока в номинальном режиме работы:

$$\sum P = P_{\text{м}} + P_{\text{э.в.}} + P_{\text{э.а.}} + P_{\text{э.щ.}} \quad (4)$$

КПД двигателя постоянного тока можно найти по формуле:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_{\text{н}} - \sum P}{P_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{P_{\text{н}} - (P_{\text{м}} + P_{\text{э.в.}} + P_{\text{э.а.}} + P_{\text{э.щ.}})}{P_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (5)$$

В таком случае мы получим КПД двигателя без учёта дополнительных возможностей снижения общих потерь двигателя постоянного тока. Далее перечисляются некоторые из них:

- Использование высококачественных подшипников с низким коэффициентом трения в общем случае может снизить потери на 10-15%;
- Энергоэффективный источник питания может способствовать снижению потерь в цепи возбуждения на 5-10 % за счёт оптимизации тока возбуждения;
- Существуют щётки из материалов с низким сопротивлением и повышенной износостойкостью. Такой способ открывает возможности по снижению электрических потерь в контакте щёток на 5 %;
- Использование проводников с наименьшим из доступных сопротивлений позволяет снизить потенциальные потери в обмотках цепи якоря на 10 %.

Учитывая возможные пути снижения общих потерь двигателя постоянного тока при номинальном режиме работы центробежного насоса, формула КПД приобретает следующий вид:

$$\eta = \frac{P_{\text{н}} - \left( \left( P_{\text{м}} \cdot \left( 1 - \frac{10\%}{100\%} \right) \right) + \left( P_{\text{э.в.}} \cdot \left( 1 - \frac{5\%}{100\%} \right) \right) + \left( P_{\text{э.а.}} \cdot \left( 1 - \frac{10\%}{100\%} \right) \right) + \left( P_{\text{э.щ.}} \cdot \left( 1 - \frac{5\%}{100\%} \right) \right) \right)}{P_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (6)$$

где 10 % – проценты снижения механических потерь и потерь в обмотках цепи якоря.

5 % – снижение потерь в цепи возбуждения и контакте щёток.

Сравнивая формулы (5) и (6) можно прийти к заключению, что во втором случае КПД двигателя будет выше за счёт увеличения числителя дроби. Следует отметить, что повешенный КПД будет положительно сказываться на производительности центробежного насоса под управлением тиристорного двигателя постоянного тока.

Подводя итоги, можно сказать, что был проведён анализ путей повышения

производительности тиристорного электропривода постоянного тока в различных режимах работы центробежного насоса. Снижение потерь двигателя, под управлением которого находится центробежный насос, положительно сказываются на работе всей системы в целом. Однако, это лишь один из путей возможного повышения производительности, коих огромное множество. В заключение, также необходимо отметить, что способ повышения производительности, рассмотренный в данной статье, не является универсальным, на практике следует учитывать огромное количество факторов и требования отдельной системы.

### Список литературы

1. Забоин В.Н. *Расчёт потерь и к.п.д. машин постоянного тока* / В.Н. Забоин. – СПб.: Изд-во «НЕСТОР», 2006. – 28 с.
2. Марков А.В. *Элементы и устройства систем управления. Практикум: учеб. – метод. пособие. В 2 ч. Ч. 1: Электрические двигатели в системах управления* / А.В. Марков, А.С. Шмарловский. – Минск: БГУИР, 2012. – 116 с.: ил.

## ТИПЫ АДСОРБЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОСВЕТЛЕНИЯ ПИВА

О.Д. Авдюкова

Уральский государственный лесотехнический университет,  
г. Екатеринбург

*Аннотация.* В исследовательской работе изучены способы и методы, применяемые для осветления пива. Изучены причины возникновения помутнений, а также факторы, оказывающие влияние на коллоидную стойкость пива. Пиво является полидисперсной системой, в которой вещества в которой находятся в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Под влиянием некоторых физических факторов, таких как свет, перепады температуры, встряхивание, контакт с металлическими поверхностями, наличие окислителей и других, вызывают дестабилизацию этой системы, что приводит к появлению помутнений физико-химической природы. Пиво относится к скоропортящимся продуктам, в связи с этим, одной из важнейших задач является сохранение его вкусоароматических свойств на протяжении всего срока годности продукта. Наибольший интерес с точки зрения технико-экономических показателей производства и качественных показателей пива вызывают сорбционные методы.

Одним из важнейших показателей пива является стойкость. Стойкость пива – это количество суток, в течение которых пиво может храниться без изменения своего качества (прозрачности).

В зависимости от природы возникновения помутнений различают микробиологическую и коллоидную стойкость. Физико-химические помутнения разделяют на чисто белковое помутнение, холодное помутнение, металло-белковое, оксалатное, клейстерное, смоляное и окислительное.

В настоящее время применяются следующие основные способы повышения коллоидной стойкости пива – осветление и фильтрование [1]. Нами изучено осветление пива с помощью адсорбции.

Под действием адсорбентов и осадителей снижается концентрация белковых и полифенольных веществ. В качестве осадителей и адсорбентов в производстве пива применяют танин, бентониты, активный уголь, силикагельные препараты.

Танин осаждает главным образом высокомолекулярные белки и оказывает значительное стабилизирующее действие.

Бентониты – это силикаты группы монтмориллонитов, их основная составляющая – силикат алюминия. Бентонит – глина, которая образовалась в результате химического распада вулканического пепла. При погружении в воду она разбухает, увеличивая свой объем в несколько раз. В объемной форме, где достаточно много свободного места, бентонит может увеличиться в 15 раз от своего первоначального объема и в 5 раз от своего первоначального веса за счёт впитывания влаги.

Активный уголь адсорбирует азотистые вещества, но с меньшей эффективностью. Активный уголь адсорбирует полифенолы, горькие и красящие вещества, и его стабилизирующее действие объясняется, прежде всего, адсорбцией полифенолов. При дозе активного угля более 10 г/гл отмечается изменение качества пива, так как активный уголь адсорбирует также вещества, составляющие вкус пива.

Силикагели используют для повышения стойкости пива. Их получают обработкой серной кислотой силиката натрия - гидрогели и ксерогели.

Предпочтительнее всего силикагели с размером пор 3...3,5 мкм, обладающие оптимальной способностью адсорбировать образующие помутнение белки.

Работать с силикагельными препаратами легче, чем с бентонитами, так как они не набухают, но при внесении в пиво они распыляются.

В случае использования для вывода из пива полифенольных соединений сорбента поливинилпирролидона – это нейлоновый порошок, адсорбирует дубильные (полифенольные) соединения путем образования водородных связей с ними.

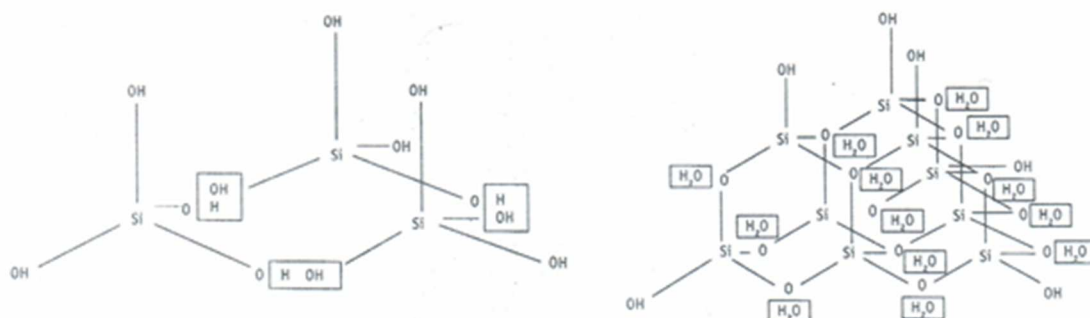
Водородная связь зависит от pH – в щелочных растворах адсорбированные фенольные соединения снова десорбируются. Благодаря этому ПВП можно регенерировать и многократно использовать. Поливинилпирролидон в дозе 30...50 г/гл достигают увеличения стойкости пива до 4...6 мес. [2, 3]

Кизельгур. Гели кизельгуровой кислоты относятся к классу веществ с большой площадью поверхности контакта, это означает, что они содержат большое количество мелких пор.

Процесс его изготовления проходит в два этапа: первый – получение золя и второй – получение геля из золя. Исходными продуктами для изготовления кизельзоля в большинстве случаев являются растворы соединений кремния (силикаты) в воде. В основном применяют силикат натрия. Основной структурный элемент – ортокизельгуровая кислота. ОН-группы, тетрагонально расположенные вокруг кремния, называют силанольными группами, которые и имеют большую реакционную способность (рисунок). При дальнейшем добавлении кислоты происходит присоединение друг к другу молекул



кызельгуровой кислоты с выделением воды. Это преобразование соединений Si-O-Si в поликызельгуровые кислоты ведет к образованию частиц, размером 3...50 раз больше исходных молекул. В процессе образования золя кызельгуровой кислоты раствор становится более вязким и опалесцирующим. Далее в ходе реакции конденсируется все больше силанольных групп из уже образовавшихся в золе поликызельгуровых кислот. Так с выделением воды из соединений Si-O-Si формируются молекулы, по величине уже в 600 раз больше предыдущих. Это ведет к образованию соединения с открытой непрерывной структурой, представляющей собой трехмерную сеть, состоящую из проходящих во все стороны цепочек, петель и колец поликызельгуровой кислоты. Золь застывает, превращаясь в гидрогель – высокопористое твердое вещество. После вымывания образовавшегося во время реакции сульфата натрия из пор с помощью подачи тепла удаляется синерезисная вода. Из гидрогеля образуется активизированный кызельгель – ксерогель. Процесс высушивания производится таким образом, что силанольные группы, которые занимают теперь всю внутреннюю площадь, сохраняются.



Молекулы кремния с силанольными группами

Они придают кызельгелю гидрофильные свойства и наряду с капиллярной системой определяют его адсорбционные способности [4, 5].

В последнее время широкое распространение получают адсорбционные способы стабилизации пива. В качестве адсорбентов используют вещества, удаляющие полипептиды или полифенолы [6].

Полифенолы в пиве можно адсорбировать органическими веществами: нейлоновым порошком, поливинилпирролидоном (ПВП). На данный момент влияние применения модифицированных углей в производстве пива окончательно не изучено.

### Список литературы

1. Нимиш К. Стабилизация пива кызельгелем [Текст] / К. Нимиш, В.Н. Николашкин, Ф.В. Николашкин // Журнал пиво и напитки. – 2003. - №4. – С.36 – 39.
2. Кунце И. Производство сусла [Текст] / И. Кунце. – М.: ПивоАгросервис, 2000. – 365с.
3. Панова Т.М. Технология пива и солода. Методические указания по выполнению лабораторного практикума для студентов очной и заочной форм

обучения специальности 240406 «Технология химической переработки древесины» и направления 240100 «Химическая технология и биотехнология» [Текст] / Т.М. Панова. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.

4. Кретов И.Т. Осветление пива в аппарате с тангенциально-поточной микрофльтрацией / И.Т. Кретов, А.И. Ключников, А.И. Потапов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2006. – № 6(295). – С. 66-68.

5. Визир Д.М. Научное обеспечение и разработка способа термической регенерации кизельгура для повторного использования в процессе осветления пива: специальность 05.18.12 "Процессы и аппараты пищевых производств" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Визир Дмитрий Михайлович. – Воронеж, 2012. – 196 с.

6. Шахов С.В. Термическая регенерация кизельгура для повторного использования в процессе осветления пива / С.В. Шахов, В.Н. Шаршов, Е.В. Литвинов, П.В. Груздов // Центральный научный вестник. – 2017. – Т. 2, № 18(35). – С. 8-9.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОЛОГИИ SIX SIGMA

К.С. Иванова

Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ,  
г. Казань

*Аннотация.* В современных условиях эффективное ведение бизнеса, его автоматизация, является важным качеством повышения конкурентоспособности предприятия. В данной статье рассмотрена методология Six Sigma, разработанная для управления качеством и снижения количества дефектной продукции на предприятии, исследуется взаимосвязь между автоматизацией и методологией, выявляются преимущества и недостатки, а также причины немногочисленного применения данного метода в России. На основе этого рассмотрены предприятия, успешно применившие методологию, также даны рекомендации для предприятий, начинающие свою профессиональную деятельность.

Эффективный бизнес – это продуманная идея, квалифицированный персонал, минимум затрат и максимум результата. Последнее возможно получить двумя способами: снижением издержек или повышением качества продукции, к чему и относится методология «шести сигм» (Six Sigma).

«Шесть сигм» - шесть уровней отклонения от нормы. Целью методологии является оптимизация производственного процесса [1], показатель качества продукции должен соответствовать 3-4 бракованным изделиям на миллион. Базовые принципы методологии:

1. Ориентированность на клиента.
2. Использование проверенных данных в управлении предприятием
3. Управление процессами.
4. Учет возможных последствий и результатов.

5. Постоянное совершенствование.

6. Вовлеченность сотрудников [2].

Как правило, компании, основываясь на базовых принципах, внедряют в управление производством новые информационные системы с целью автоматизации производственных процессов и повышения эффективности компании. Однако на практике случается, что новые системы не обеспечивают ожидаемого результата. Причиной является неверная оценка компании-производителя, которая поспешно сделала выводы о продукте. Один из наиболее частых используемых инструментов оценки качества считается контрольная карта Уолтера Шухарта. Основная идея карты состоит в следующем: если система за определенный промежуток времени остается стабильной, то есть проверяемые параметры не выходят за границы допустимого, то с большой вероятностью в будущем она останется стабильной. Однако если система проявляет нестабильность, то она отправляется на доработку, и первым шагом будет определение причин. Контрольная карта не говорит о качестве продукта, однако показывает его стабильность. Отсюда определяется среднее значение возникновения браков за определенный период, а на уровне  $3\sigma$  откладывается коридор стабильности в верхнем и нижнем уровнях, представленном на рисунке 1 [3].

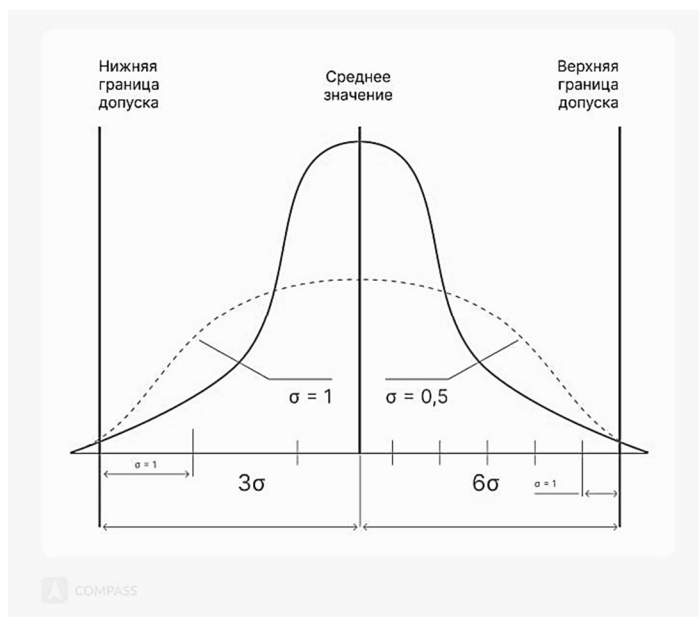


Рис.1. Коридор стабильности

Данная концепция относится не только к информационным системам, но и к любой продукции в целом. Она также помогает выделить значимые несоответствия и системно работать над ними на этапе производства, при этом не потеряв статус компании. Преимуществами данной концепции являются:

1. Универсальное применение к любому продукту и процессу.

2. Простота проведения систематического анализа.

3. Методология базируется на процессном подходе, отсюда решение проблем происходит поэтапно с повышенной концентрацией и мотивацией сотрудников.

4. Удовлетворение потребности клиента ставит ориентир сотрудников на конечный результат своего труда.

5. Объединение всех инструментов компании в одну систему, что дает преимущество компании в совершенствовании своего производства.

Так как «шесть сигм» не подразумевает ужесточений к требованиям качества, улучшения организации и планирования, а только сокращает число брака, то у этой концепции есть и недостатки: у компании должна быть сильная управляющая команда, в противном случае заинтересованность и мотивация сотрудников в совершенствовании и производстве качественной продукции может уменьшиться. Примерами ведущих компаний, применившие методологию, служат:

- 3M – американская химическая корпорация: на 2022 год компания завершила 30 000 успешных проектов в области «шесть сигм» на международном рынке;

- McKesson Business: подход помог достичь компании эталонных показателей и выделить ее среди лучших мест для работы специалистов методологии;

- Abbot: входит в число лауреатов премии Шинго за операционное превосходство на международном уровне [4];

- Красноярский алюминиевый завод;

- Альфа-Банк: набирает популярность среди клиентов в последние несколько лет.

В зарубежных странах данная концепция применяется во многих областях: промышленность, медицина, сфера услуг, образование, оборона [5]. Несмотря на то, что среди ведущих компаний есть и российские, раньше данная методология была популярна на более глобальных предприятиях. Рассматривая текущую ситуацию на мировом рынке, Россия сделала большой скачок в применении метода почти во всех экономических сферах, однако во многих компаниях не удалось полноценно раскрыть концепцию. Причинами служат ситуации, когда владелец компании планирует применение, но на рынке труда в России не хватает специалистов в этой сфере. В таком случае есть возможность пригласить зарубежного специалиста, что понесет большие затраты, которые компания не всегда может осилить. Еще одна причина – это лояльное руководство, молодым специалистам нравится лояльное руководство, что это не всегда бывает на пользу предприятию. Исходя из этого, можно сделать следующие выводы по рекомендациям для предприятий:

1. Теория «шесть сигм» – часть бережливого производства. Вся деятельность предприятия должна стремиться к постоянному совершенству (0,000004% брака), при этом не теряя в ресурсах.

2. Бережливость начинается с персонала. При внедрении методологии следует ранжировать персонал на «черные» и «зеленые» пояса. Это будут те специалисты, которые внедряют данную методологию. Определение ролей на начальном этапе внедрения также важно, как и выполнение основных функций.

3. При планировании любого проекта сначала определяются цели, приоритеты, база данных, с которой придется работать. Следует использовать

статистические методы анализа данных, как было описано ранее.

4. Применение методологии DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) - алгоритм применения метода «шесть сигм» упростит процесс понятия данной темы.

5. На российском рынке данная теория в расцвете своего распространения: она либо используется на предприятии, либо нет. Однако если руководство малого предприятия взялось за развитие, следует оценить всю концепцию бережливого производства в целом, затем углубляться в практику «шесть сигм».

6. Данная теория применима к разным спецификам деятельности предприятия, как к информационным технологиям с большой обработкой данных, так и к машиностроению.

### Список литературы

1. *Философия или метод: шесть сигм в управлении производством // Бизнес URL: <https://journal.sovcombank.ru/biznesu/filosofiya-ili-metod-shest-sigm-v-upravlenii-proizvodstvom> (дата обращения: 17.12.2024).*

2. *Шесть сигм: что это такое и где применяется // Бизнес URL: <https://timeweb.com/ru/community/articles/shest-sigm-cto-eto-takoe-i-gde-primenyaetsya> (дата обращения: 19.12.2024).*

3. *Теория «шесть сигм» и автоматизация процессов предприятий // Управление предприятием URL: <https://upr.ru/article/teoriya-shest-sigm-i-avtomatizaciya-processov-predpriyatij/> (дата обращения: 19.12.2024).*

4. *Top 7 Six Sigma Companies With Successful Implementation // Education URL: <https://www.knowledgehut.com/blog/quality/six-sigma-companies> (дата обращения: 22.12.2024).*

5. *Американская система качества: на 1 миллион производственных операций приходится лишь 3,4 дефекта // Журнал URL: <https://bolgarttx.livejournal.com/365869.html> (дата обращения: 17.12.2024).*

## ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ АППАРАТНОГО ЛОКАЛИЗАТОРА МНОЖЕСТВЕННЫХ DATAMATRIX КОДОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Н.В. Калинин, А.И. Ефимов

Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина,  
г. Рязань

*Аннотация.* В данной статье описывается процесс создания и результаты тестирования аппаратного локализатора для множественных DataMatrix кодов на изображении. В результате был получен аппаратный локализатор на базе ПЛИС, способный локализовать множество кодов в реальном времени. Данная разработка решает одну из задач промышленной камеры для валидации множества кодов для маркировки продукции, выпускаемых различными предприятиями.

*Ключевые слова:* ПЛИС, реальное время, обработка изображений, машинное зрение.

## 1. Введение

Системы автоматической идентификации и сбора данных играют важную роль в современной промышленности и производственных процессах. Одним из таких инструментов является двумерный штрих-код, известный как Data Matrix. Данный штрих-код используется для маркировки товаров, что позволяет производителям, логистическим компаниям и реселлерам оперативно определять, что именно находится перед ними. Data Matrix представляет собой двумерный штрих-код, который может кодировать буквенно-цифровую информацию о продукции (наименование, вес, марка и т.д.). Структура Data Matrix включает в себя квадратные или прямоугольные модули, расположенные в виде сетки, где каждый модуль соответствует элементу информации.

Несмотря на свои преимущества, Data Matrix также имеет некоторые ограничения. Ограниченная читабельность оказывает большое влияние на сложность взаимодействия с данным видом штрих-кодом — при чрезмерном уменьшении размера кода может возникнуть проблема с его считыванием. Также существует ряд ограничений на геометрические искажения — код может находиться на сферической поверхности, на вогнутых частях, на цилиндрической части упаковки. Также основным требованием является необходимость использования специализированного оборудования — для считывания Data Matrix требуется наличие соответствующих сканеров и программного обеспечения.

Размещение множества кодов на одном изображении часто приводит к тому, что разрешение каждого кода в отдельности оказывается низким, а их пространственная ориентация в кадре — произвольной. Из-за этого анализ структурных элементов и локализация кодов низкого разрешения значительно усложняется, что, в конечном итоге, делает невозможным их прочтение даже при использовании методов исправления на основании избыточной информации, содержащейся в коде. С точки зрения программирования, данную задачу можно решить только и использованием больших вычислительных мощностей, однако в таком случае это не является оптимальным с точки зрения затрат трудовых и денежных ресурсов.

## 2. Метод локализации кода на изображении

Коды DataMatrix в низком разрешении имеют высокочастотный характер изменения яркостей структурных элементов в силу их близкого расположения на изображении. Идея поиска областей изображения с высокочастотной составляющей яркости лежит в основе предлагаемого метода локализации. Предлагается вычислить высокочастотную составляющую изображения, после чего бинаризовать и сгруппировать результат в локальные фигуры. Применяя заранее составленный классификатор, определить, является ли фигура кандидатом локализации или нет. Классификатор строится на основе параметров фигуры, таких как длина, ширина окна, описывающего фигуру, отношение сумм 1 и 0 в бинарном представлении и т.д.

Высокочастотная составляющая фильтруется путем свертки изображения оператором Собеля. Вычисляется приближённое (упрощенное) значение величины градиента оператором Собеля. Разница в результате по сравнению с

оригинальным алгоритмом вычисления градиента не существенная, но с точки зрения аппаратной реализации, позволяет существенно сэкономить ресурсы программируемой логики.

Реальные изображения кодов могут быть подвержены яркостным искажениям, таким как блики, неравномерно меняющаяся яркость по площади кода, что не позволяет корректно бинаризовать изображение кода, не прибегая к дополнительной коррекции яркостной составляющей. Попытки повернуть изображение кода с низким разрешением приводит к снижению его информативности. В предлагаемом подходе мы не используем коррекцию яркости для бинаризации. Бинаризация выполняется только с целью локализовать четырехугольный фрагмент изображения кода.

### 3. Аппаратная реализация алгоритма локализации на FPGA.

Для реализации алгоритма был выбран кристалл семейства Zynq7000 XC7z020clg400-2 фирмы Xilinx. Выбор был сделан исходя из следующих критериев:

1. Объем ресурсов PL(ПЛИС) части достаточный для реализации разнообразных поточных и конвейерных алгоритмов обработки изображений.
2. Наличие ядер ARM (2x cortex A9) для алгоритмов, требующих процессорного решения (передача данных по Ethernet на ПК, отладка, передача кадров на ПЛИС).
3. Низкая стоимость и наличие данной ПЛИС на рынке в свободном доступе.

Алгоритм локализации, описанный во второй главе, до получения бинарного изображения будет реализовывать на PL части (ПЛИС), сборку фигур и анализ по классификатору выполнить на PS(ARM) части

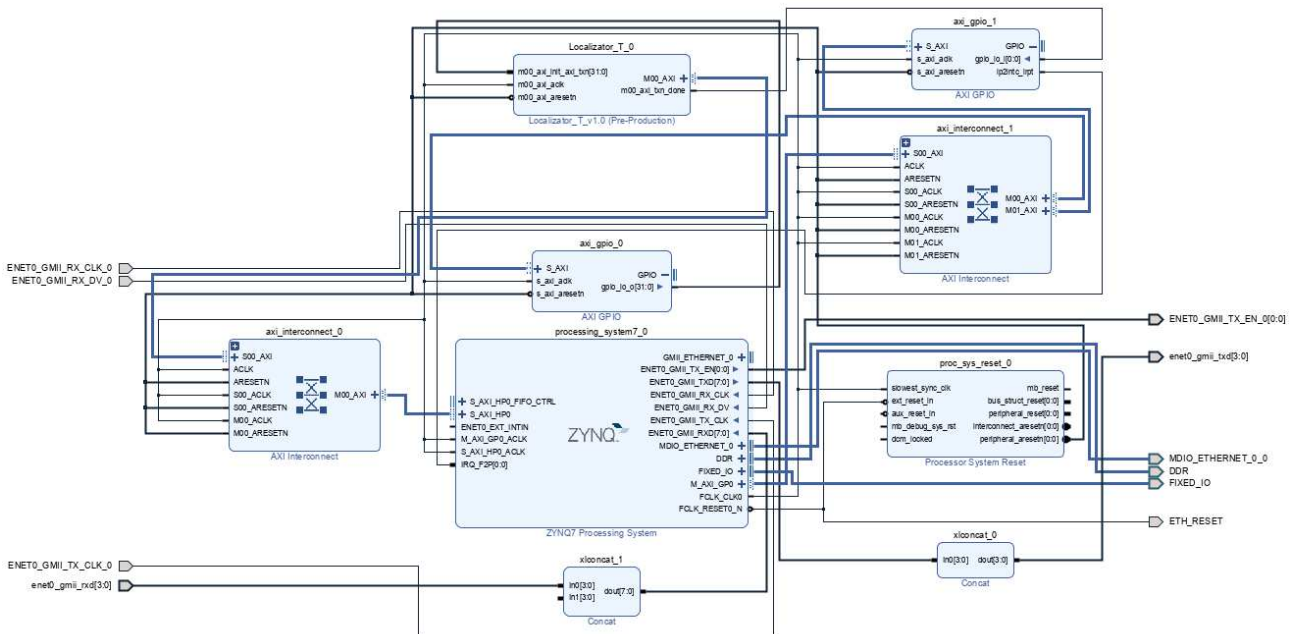


Рис. 1. Функциональная схема прошивки кристалла

Основным блоком на данной диаграмме является Localozator\_T\_v.1.0. Для управления блоком введен регистр axi\_gpio\_0 передающий управляющие параметры для алгоритма, такие как ширина, высота изображения, пороги

обработки, режимы работы. После завершения алгоритма локализации генерируется прерывание средствами `axi_gpio_1` регистра. С помощью протокола AXI он подключен к блоку, который требуется для работы ARM-ядер (ZYNQ Processing system).

Для реализации алгоритма фильтрации Собеля необходимо получить данные от 3 строк, поэтому в схему вводится мультиплексор входных линий. Для экономии ресурсов и обеспечению разводки схемы на высоких частотах, мультиплексор выполнен с `latency 3` такта. Таким образом мультиплексор + Собель имеет общую `latency 7` тактов. Так как их `latency` меньше, чем у блока вычисления минимума, требуется линия задержки (DELAY LINE) в 15 тактов. Далее результат с линии задержки бинаризируется с учетом значения с блока минимума и результат записывается в выходное FIFO, а затем по шине AXI попадает в буфер результата.

#### 4. Оценка реализованного алгоритма

Проведем эксперимент, позволяющий оценить работоспособность полученного алгоритма локализации. На компьютере установлена специальная программа, написанная на языке Delphi, а PS (ARM) части реализован прием и передача кадра по Ethernet. Более подробно на программе и коде ARM ядра мы останавливаться не будем, т.к. это вспомогательные части для локализатора. В первом эксперименте (Рис. 2) аппаратный алгоритм локализовал 8 из 9 Data Matrix



Рис. 2. Результат локализации

Проведем второй эксперимент с большим количеством двумерных штрих-кодов (Рис. 3). По его результатам видно, что алгоритм способен локализовать коды даже в том случае, если они имеют разную яркость (область 1 на рисунке 3). Точность данного алгоритма составляет более 90%, поэтому такой результат можно считать подходящим. Однако данный алгоритм имеет одну важную особенность – он работает на поиске областей с высокочастотной составляющей яркости, поэтому текст тоже может быть локализован как штрих-код. Однако это не является слабой стороной алгоритма, так как:

1. Этот дефект можно устранить, подбирая другие коэффициенты у алгоритма Собеля, но в таком случае процент локализованных областей будет меньше.

2. Проверять область на наличие штрих-кода проще и быстрее, чем изменять текущий алгоритм.



3. Устранение данного дефекта сделает невозможным поиск штрих-кодов меньшей интенсивности.

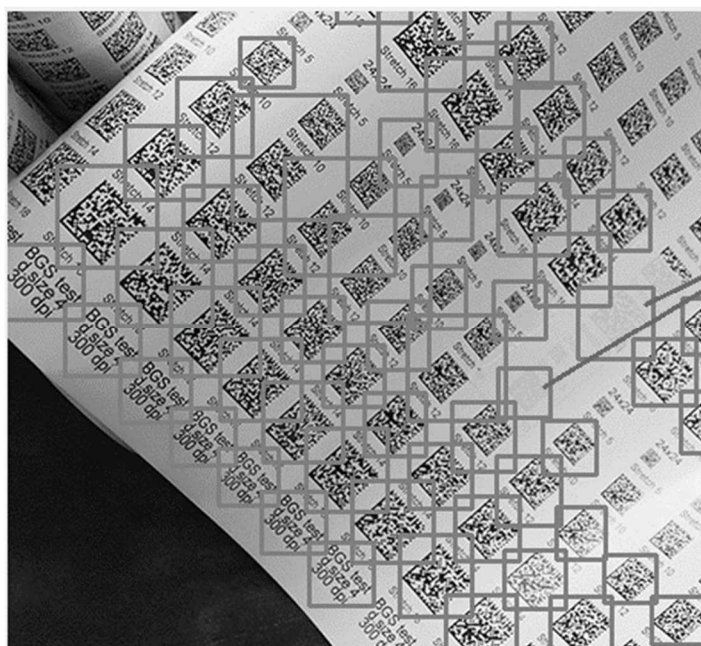


Рис. 3. Результат локализации

## 5. Заключение

Математическая часть локализатора была упрощена заменой классического расчета градиента на фильтр Собеля в угоду возможности ее реализации на кристалле ПЛИС, однако результат локализации при этом можно считать допустимым. Такое упрощение также позволяет ощутимо ускорить процесс обработки, что крайне важно для систем обработки в реальном времени. Удалось добиться локализации более 50 Data Matrix за кадр при частоте кадров равной 60 (0,0003 с на локализацию вместо 0,03 с) в опытном образце.

## Список литературы

1. Беляков П.В. Методы оптимизации в задаче вычисления оптического потока в системе на кристалле / П.В. Беляков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – Вып. 2. – С. 45-52.
2. Братулин А.В. Метод вычисления плотного оптического потока на ПЛИС в реальном времени / А.В. Братулин, М.Б. Никифоров, П.В. Беляков, Е.Ю. Холопов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – Т. 15. - № 2. – С320-330.
3. Muratov Y.R., Nikiforov M.B., Video-computer technology of real time vehicle driver fatigue monitoring, *Studies in computational intelligence. Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research III*, 2019, P 106-115
4. "AMBA | Documentation". Arm Holdings.
5. Toole, Christina. *Introduction to AXI Protocol: Understanding the AXI interface*. Arm Limited.

## РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ С МОДЕРНИЗАЦИЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

С.А. Одиноков, С.А. Луканкин

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева-КАИ,  
г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные этапы обратного проектирования малонагруженной детали летательного аппарата на примере лючка аккумуляторной батареи МиГ-29 UPG. В первую очередь с использованием данных, полученных в процессе 3D сканирования, создается электронная модель, на основе которой проектируется деталь из композиционных материалов. По результатам проведенных проектировочных расчётов на прочность электронная модель детали дорабатывается, после чего производится окончательный расчёт на прочность, передача на производство, изготовление и установка.

В настоящее время в эксплуатации находится значительное число летательных аппаратов (ЛА), у которых малонагруженные элементы конструкции (лючки, панели корпуса, и т.д.), вследствие их длительной эксплуатации или по каким-либо другим причинам (например, накопление остаточных деформаций планера) утрачивают функциональность, что выводит ЛА из эксплуатации. Зачастую технологическая оснастка (ТО), техническая документация на указанные элементы конструкции отсутствуют либо устарели. В особенности, это касается экспортно-импортных серий и модификаций авиационной техники.

В связи с этим особенно актуальной становится разработка комплексной цифровой технологии, позволяющей разработку и изготовление новых конструктивных элементов для замены аварийных элементов планера ЛА. Процесс реверс-инжиниринга (с модернизацией, т.к. конструкция аварийного элемента заменяется композитной) данных деталей представлен на примере лючка аккумуляторной батареи (АКБ) самолета МиГ-29 UPG.

Первым этапом реверс-инжиниринга стало получение предварительной электронной модели (ЭМ) путем 3D сканирования аварийной детали ЛА. На основе данной модели были сформированы номинальные форма и размеры детали.

Уточнение геометрической формы было произведено при помощи лазерной координатно-измерительной системы на базе лазерного трекера API Radian, с помощью которой было получено цифровое описание обводов планера ЛА в области указанного элемента конструкции. С помощью трекера был определены наборы координат точек посадочного места аккумуляторного лючка, которые в дальнейшем были применены для аппроксимации его поверхности с использованием виртуальных конечно-элементных моделей пластин и оболочек. Погрешность данного метода аппроксимации не превышает 1%, что было подтверждено при аппроксимации различных кривых и поверхностей, описываемых аналитическими или табличными функциями. Подробно метод аппроксимации обводов ЛА с помощью указанной методики

представлен в статьях [1,2]. Погрешность аппроксимации вычислялась отдельно по координатам по формуле:

$$\Delta = \left| \frac{x_{ан} - x}{\Delta x_{ан}} \right| * 100\%, \quad (1)$$

где  $x_{ан}$  и  $x$  – аналитическое и вычисленное значение координаты,  $\Delta x_{ан}$  – разница между её максимальным и минимальным аналитическим значением.

В результате выполнения работ по анализу и выбору основных технических решений по разработке лючка, было создано несколько вариантов его конструкции из композиционных материалов (КМ). По итогам проведения проектировочных расчетов с использованием программного комплекса ANSYS, для увеличения прочностных характеристик лючка было принято решение увеличить количество слоев КМ в зоне контакта с посадочным местом (именно в этой зоне в оригинальном лючке произошло разрушение).

В результате расчета были получены схемы прогибов и распределения критериев разрушения КМ. Использовались критерии Цая-Ву, Цая-Хилла, и Хоффмана [3]. Распределения критерия разрушения для всех расчётных случаев представлены на рисунке 1.

Из результатов видно, что критерии разрушения для всех слоев не превысили 0,9 во всех расчётных случаях, включая третий – открывание лючка не с нужного направления и его удержание одним замком и петлями. Таким образом, критерии разрушения во всех расчётных случаях меньше 1, изделие надежно держит как максимальную нагрузку, установленную заказчиком, так и стандартное и нестандартное открывание лючка. После указанной апробации была разработана рабочая конструкторская документация.

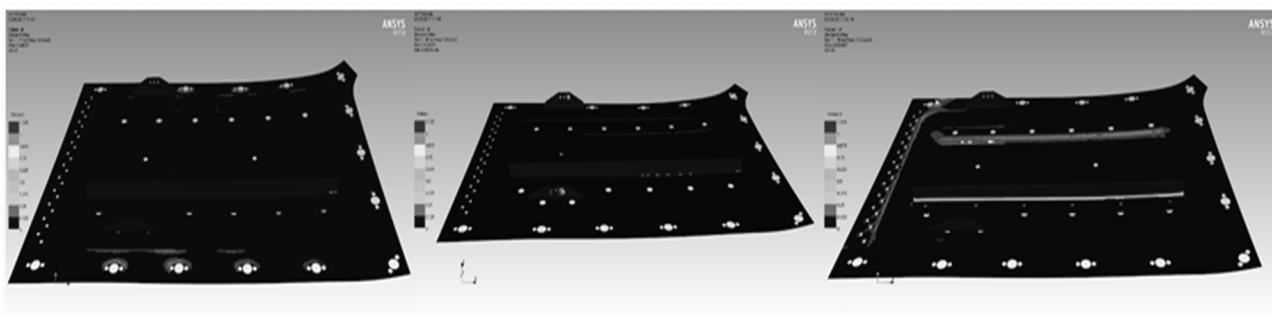


Рис.1. Распределение критериев разрушения композитного лючка АКБ истребителя МиГ-29UPG для 3 расчетных случаев

Процесс изготовления изделия включает разработку ТО – мастер-моделей и выкладочных матриц элементов конструкции лючка. Основой для разработки ЭМ мастер-моделей являлась доработанная ЭМ соответствующей панели из КМ. Мастер-модель, в свою очередь, являлась основным геометрическим элементом для разработки рабочей поверхности ТО (матрицы) для формования деталей методом вакуумной инфузии. Мастер-модель, матрица ложементов и процесс вакуумного формования детали представлены на рисунке 2. После изготовления и сборки образца он был передан заказчику и установлен на ЛА (Рис. 3).

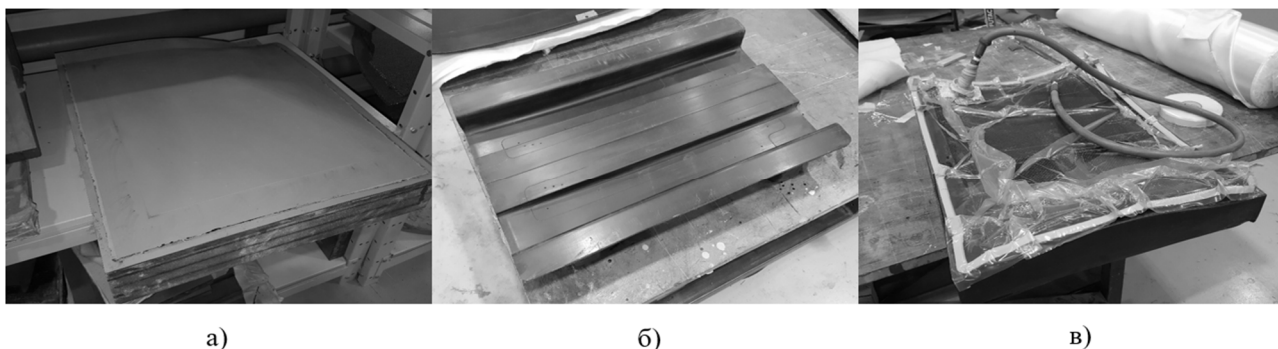


Рис.2. Этапы изготовления лючка АКБ и его ТО:  
 а) мастер-модель, б) матрица ложементов, в) вакуумное формование лючка

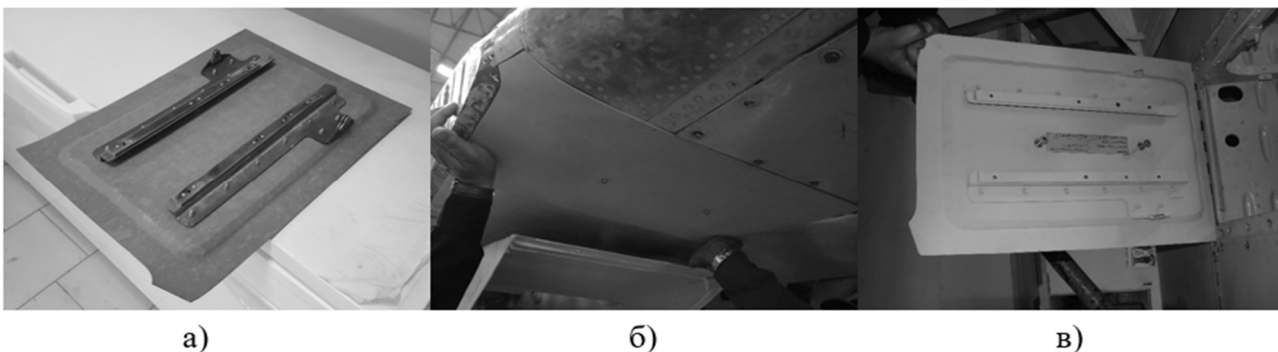


Рис.3. Процесс сборки и установки лючка АКБ:  
 а) частично собранный неокрашенный лючок, б) предварительная установка детали, в) окончательная установка лючка на МиГ-29 UPG

Таким образом, в рамках данной работы решена задача создания обводов реального, требующего замены элемента конструкции, создание ТО, изготовление детали и обеспечение её установки на аварийный ЛА.

Полученные результаты показывают, что современные цифровые технологии разработки и изготовления конструкций из КМ позволяют осуществить реверс-инжиниринг с модернизацией деталей ЛА даже при отсутствии технической документации, ТО или 3D-модели. Установка детали без дополнительной доработки свидетельствует о высокой точности реверс-инжиниринга даже при отсутствии качественной ЭМ.

Доработка и апробация малонагруженной детали с помощью расчета на прочность методом конечных элементов без проведения испытаний на прочность позволяет значительно снизить затраты на опытно-конструкторские работы.

### Список литературы

1. Одинокоев С.А. Аппроксимация обводов летательных аппаратов с использованием моделей упругих тел / А.С. Кретов, С.А. Одинокоев // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2011. – №4, – С.5-12.
2. Одинокоев С.А. Моделирование обводов летательных аппаратов с помощью виртуальных упругих тел / С.А. Одинокоев // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2013. – №1. – С. 3-7.
3. Гриневич Д.В. Критерии разрушения полимерных композиционных материалов / Д.В. Гриневич, Н.О. Яковлев, А.В. Славин // Труды ВИАМ. – 2019. – №7(79). – С. 92-111.

## ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕВОЛОКНИСТОГО КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ НЕИЗВЛЕКАЕМОЙ АРМИРУЮЩЕЙ ОПАЛУБКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОМПОЗИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Д.В. Лещенко, Н.М. Максимов, В.А. Тыщенко, И.В. Нечаев, Л.Д. Лещенко,  
Д.С. Калиновский, Е.А. Головачева, Д.А. Свириденко  
Самарский государственный технический университет,  
г. Самара

***Аннотация.** В настоящее время для тюнинга автомобилей существует технология изготовления кузовных деталей из углеродной ткани, которая заливается эпоксидной смолой при разряжении воздуха с помощью вакуумного насоса в заливаемом эпоксидной смолой пространстве. Эта технология в основном применяется для производства плоских деталей. Кроме того, уже широко используются аддитивные технологии для печати различных мелких пластиковых деталей для автомобилей. Однако эта технология имеет ограничения по стоимости и времени печати деталей. Но эти две технологии можно объединить, если на 3D-принтерах печатать неизвлекаемую армирующую опалубку, а затем заливать ее эпоксидной смолой, применяя при заливке смолы разряжение воздуха во внутреннем пространстве формы (неизвлекаемой армирующей опалубки) но при таком подходе возникает проблема прочности изделия, поскольку на границе между эпоксидной смолой и пластиком, используемым для 3D-печати, не образуется прочного соединения. Для повышения адгезии между пластиком и эпоксидной смолой предлагается наносить на пластик железный углеволоконный катализатор. В работе рассмотрено улучшение механических свойств композиционного материала на основе эпоксидной смолы, армированного элементами неизвлекаемой опалубки, покрытыми железным углеволоконистым катализатором. В качестве неизвлекаемой армирующей опалубки применялись напечатанные на 3D-принтере объемные элементы, представляющие из себя пустотелые гексагональные сетки. На элементы неизвлекаемой армирующей опалубки наносился железный углеволоконистый катализатор и далее весь объем опалубки заливался эпоксидной смолой. Выполнено сравнение механических свойств полученных изделий.*

***Ключевые слова:** углеволоконистый катализатор, эпоксидная смола, неизвлекаемая армирующая опалубка, аддитивные технологии, гексагональные сетки.*

Железный углеволоконистый катализатор для реакций органического синтеза изготавливается электрохимическим способом [1], и виду высокой активности осажденного железа на поверхности углеволокна образуется слой  $Fe_2O_3$ , который широко применяется как наполнитель эпоксидной смолы. Кроме того, на поверхности углеволокна остаются активные фазы железа, что способствует более эффективной полимеризации смолы и увеличению прочности связи между углеволокном, образующим структуру углеволоконистого катализатора, и смолой.

Это может значительно улучшить процессы полимеризации, усилить сцепление углеволоконистых материалов с затвердевшей эпоксидной смолой и, как следствие, повысить прочность и надежность изделий на их основе. Это способствует более эффективной полимеризации смолы и увеличению прочности связи между волокнами наполнителя и смолой.

На 3D принтере (Crealty Ender-3 S-1 Pro) из филаментов PLA и ABS была напечатана неизвлекаемая армирующая опалубка, повторяющая основной контур лопаточек для испытания на растяжение по ГОСТ 11262-2017.

Внутренняя армирующая структура этих лопаточек выполнена в виде пустотелой гексагональной сетки не препятствующей затеканию эпоксидной смолы (см. Рис. 1).

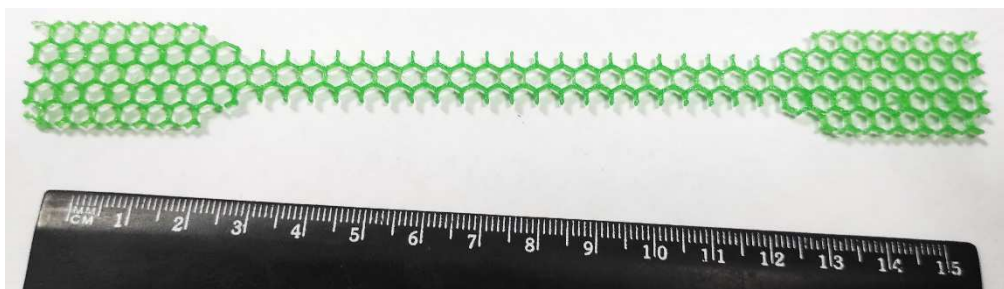


Рис. 1. Незвлекаемая армирующая опалубка в форме лопаточки

После помещения в силиконовые формы, напечатанные на 3D принтере, образцы гексагональной армирующей опалубки были залиты эпоксидной смолой ЭД-20 и подвергнуты механическим испытаниям на растяжение по ГОСТ 11262-2017. Результаты испытаний на растяжение приведены в таблице 1. Как оказалось смола в чистом виде и отдельно испытанные пластики PLA и ABS в чистом виде имеют более высокие характеристики, чем в виде композита (эпоксидной смолы армированной неизвлекаемой армирующей опалубкой). Результаты испытаний приведены в таблице 1 и расположены по убыванию прочности при растяжении.

Таблица 1  
Результаты испытаний на растяжение

Наименование материала	Прочность при растяжении ( $\sigma^M$ ) МПа	Модуль растяжения ( $E_t$ ) МПа	Удлинение на пределе прочности ( $\epsilon^M$ ) %
PLA	57,53	2550	1,80
Эпоксидная смола	20,05	4770	0,45
Композит из эпоксидной смолы армированный PLA	13,65	4502	0,30

Далее на новые образцы неизвлекаемой армирующей опалубки был предварительно нанесен железный углеволокнистый катализатор (см. Рис. 2).

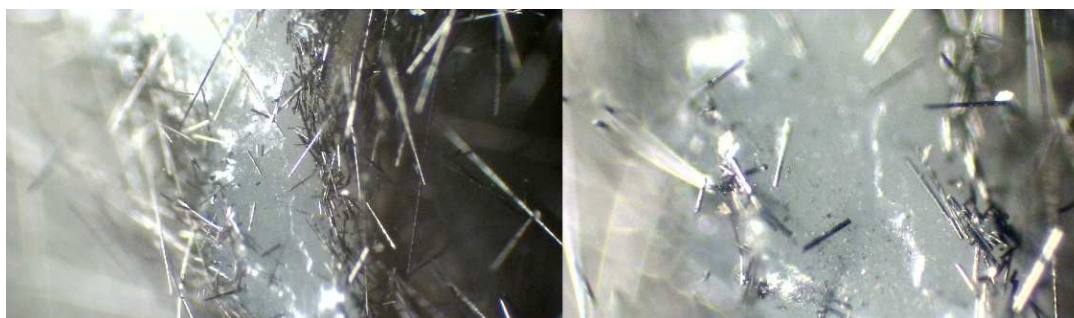


Рис. 2. Фрагмент неизвлекаемой армирующей опалубки, покрытой железным углеволокнистым катализатором, под микроскопом с увеличением 10 и 40 крат

Как оказалось в случае нанесения на объемную структуру неизвлекаемой армирующей опалубки углеволокнистого катализатора выявлено улучшение механических свойств композита. Результаты испытаний приведены в таблице 2 и расположены по убыванию прочности при растяжении.

Таблица 2

Результаты испытаний на растяжение композита, изготовленного из неизвлекаемой армирующей опалубки с применением углеволокнистого катализатора

Наименование материала	Прочность при растяжении ( $\sigma^M$ ) МПа	Модуль растяжения ( $E_t$ ) МПа	Удлинение на пределе прочности ( $\varepsilon^M$ ) %
PLA	57,53	2550	1,80
Композит из эпоксидной смолы армированный PLA с покрытием железным углеволокнистым катализатором	20,30	4881	0,48
Эпоксидная смола	20,05	4770	0,45
Композит из эпоксидной смолы армированный PLA	13,65	4502	0,30

Как видно из значений прочности, за счет применения углеволокнистого катализатора удалось поднять механическую прочность композита до прочности самой эпоксидной смолы, что немаловажно для продвижения технологии, так как первичным эффектом применения неизвлекаемой гексагональной опалубки было катастрофическое снижение прочности композита.

### Выводы

Нанесение углеволокнистого катализатора на объемную структуру неизвлекаемой армирующей опалубки перед заливкой эпоксидной смолой способствует образованию прочного соединения между эпоксидной смолой и армирующим материалом, улучшая адгезию и в итоге повышая общую прочность изделия.

Применение данной технологии не ограничивается тюнингом автомобилей, а может быть успешно использовано в других технических областях, таких как беспилотная авиация, судостроение, детали промышленных машин и для создания легких и прочных композитных конструкций в строительстве.

### Список литературы

1. Лещенко Д.В. / Композитные материалы с армированием на углеволокнистом катализаторе / Д.В. Лещенко, Н.М. Максимов, В.А. Тыщенко [и др.] // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXIV международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2024. – 165 с. УДК 61 УДК 658.5 УДК 67 ББК 91.9

# ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОЛЕФИНОВ ИЗ МЕТАНОЛА НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

М.А. Брейкин, Е.В. Писаренко

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва

*Аннотация.* Рассмотрены технологии получения олефинов из метанола на цеолитсодержащих катализаторах. Изучены современные способы производства олефинов из метанола в промышленном масштабе. При разработке технологий одной из ключевых задач является синтез высокоэффективного и стабильного катализатора, способного преобразовывать метанол в олефины с высокой степенью конверсии метанола и селективностью по легким олефинам. Исследованы каталитические системы на основе цеолитсодержащих катализаторов, в частности ZSM-5 и SAPO-34.

Традиционными промышленными технологиями производства легких олефинов являются проводимые при повышенных температурах процессы каталитического крекинга, каталитического пиролиза, пиролиза в присутствии иницилирующих добавок, термического пиролиза, парового или пароводородного термического пиролиза [1]. Эти процессы являются очень энергозатратными с низким выходом олефинов.

В настоящее время перспективной является переработка метана следующими способами:

- 1) метан → синтез газ → метанол и ДМЭ → олефины (МТО)
- 2) метан → синтез-газ → метанол и ДМЭ → пропилен (МТР)
- 3) метан → синтез газ → олефины по процессу Фишера Тропша (ФТО)
- 4) окислительная димеризация метана в этилен (ОСМ)

Процесс превращения метанола в бензин (MTG, впервые представлен исследователями Mobil в 1977 году) и его спутник, процесс превращения метанола в олефины (МТО, впервые представлен Union Carbide в 1981 году) являются двумя основополагающими технологическими прорывами в исследовании синтетического топлива [2].

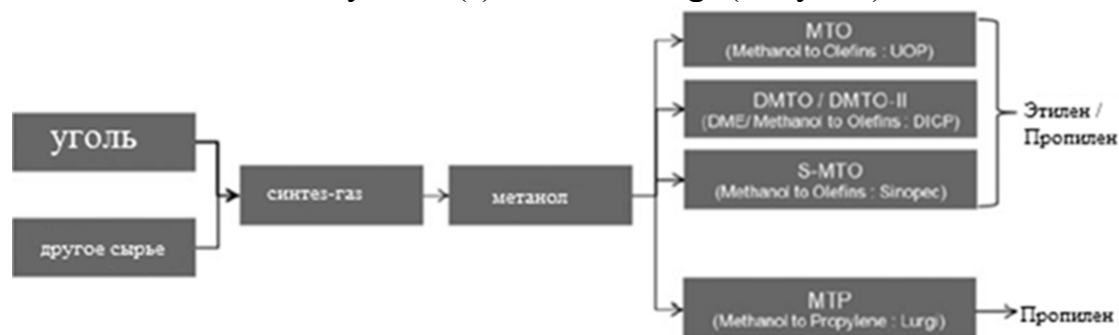
В общем механизме процесса метанол-в-бензин (MTG) большинством экспериментальных исследований на сегодняшний день окончательно доказано, что метанол сначала дегидратируется/превращается в равновесную смесь метанола, диметилового эфира (ДМЭ) и воды над кислотным HZSM-5, которая затем преобразуется в смесь олефинов, алифатических и ароматических соединений до C<sub>10</sub> при условиях реакции 350–400 °С и атмосферном давлении. Процесс MTG предлагает следующие уникальные преимущества: (а) Углеводороды производятся в довольно узком композиционном диапазоне; образуется мало метана и не образуется углеводородов больше C<sub>11</sub>, (б) Высокая конверсия метанола может сочетаться с высокой селективностью по изопарафинам и ароматическим соединениям с более высоким октановым числом, и (в) Катализаторы на основе ZSM-5 характеризуются очень низкой скоростью дезактивации.

Разработка реакции превращения метанола в углеводороды и, в частности,



процесса превращения метанола в бензин (MTG) была открытием корпорации Mobil Oil Corporation (теперь ExxonMobil). Было обнаружено, что прерывание реакции превращения метанола в углеводороды путем тщательного контроля условий процесса (Т, объемная скорость) привело к ныне распространенному процессу превращения метанола в олефины (МТО). Исследователи из Union Carbide были первыми, кто продемонстрировал превосходную селективность и контроль над распределением продукта легких олефинов, С<sub>2</sub>–С<sub>4</sub>, на новом катализаторе SAPO-34. Уменьшенный размер пор SAPO-34, 3,5 Å, ограничивает диффузию тяжелых и разветвленных углеводородов и увеличивает селективность по легким олефинам. Более мягкая кислотность SAPO-34 снижает долю реакций переноса водорода, что минимизирует выход парафиновых продуктов и увеличивает выход олефинов. Однако, катализаторы SAPO-34 также склонны к сильной дезактивации. Исследовательская группа Union Carbide, которая разработала технологию МТО, позже стала частью совместного предприятия UOP/Norsk.

Существует 4 основных технологии метанол-олефины (МТО), все 4 из которых используются в бурно развивающейся китайской отрасли переработки угля в олефины. Эти технологии следующие: (а) D-МТО/D-МТО-II, (б) S-МТО, (в) МТО от UOP/Norsk Hydro и (г) МТР от Lurgi (Рисунок).



Обзор процесса переработки метанола в олефины (МТО) с четырьмя основными технологиями, доступными для коммерческих установок

Реактор и условия проведения реакции метанол в олефины, следующие: Технологии D-МТО/D-МТО-II представляет собой реакцию, катализируемую со 100 % степенью конверсии метанола. Процесс происходит при высокой температуре и среднем давлении (400-500 °С и 0,1-0,3 МПа) и является экзотермическим. Установка D-МТО/D-МТО-II состоит из каталитического реактора с псевдоожиженным слоем, регенератора катализатора, блока разделения этилена (С<sub>2</sub>)/пропилена (С<sub>3</sub>) и более тяжелых углеводородов (+С<sub>4</sub>) и вспомогательного оборудования. Ключевое отличие технологий D-МТО/D-МТО-II и S-МТО заключается в том, что технология S-МТО использует новую (запатентованную) версию SAPO-34 в качестве катализатора, которая способна изменять смесь продуктов (выход) этилена по сравнению с пропиленом. Соотношение этилена и пропилена можно регулировать от 0,6 до 1,3. Соотношение продуктов этилена и пропилена 1,3 предполагает выход продукта этилена к пропилену 57 % и 43 %. В технологии UOP/Norsk метанол предварительно нагревают и вводят в реактор МТО для синтеза олефинов.

Реактор работает при температуре 340-540 °С и давлении 0,1-0,3 МПа. Затем выходящий из реактора поток (т. е. этилен, пропилен, более тяжелые олефины и вода) охлаждают. Вода отделяется от потока продуктового газа. Затем стоки подаются в установку, которая разделяет этилен (С2) и пропилен (С3), в то время как более тяжелые олефины С4-С6 отправляются на крекинг в олефины С3 (пропилен) или С4 (бутадиен). Пропилен рециркулируется для восстановления легких олефинов, в то время как С4 используется в качестве топлива для процесса МТО или других процессов. В процессе Lurgi МТР метанол сначала предварительно нагревается до 260 °С перед подачей в реактор DME, где в присутствии кислотного катализатора дегидратации 75 % исходного метанола преобразуется в DME и воду. Оставшиеся 25 % стока реактора представляют собой непрореагировавший метанол. Затем реакционную смесь нагревают до 470 °С и подают в первый реактор МТР с паром (0,3-0,8 кг пара реакционной смеси или 0,75-2 кмоль пара/кмоль реакционной смеси). Первый реактор МТР преобразует более 99 % смеси метанол/ДМЭ в пропилен. Затем реакционную смесь подают во второй и третий реактор МТР для дальнейшего увеличения выхода пропилена.

Проведен анализ и систематизация научно-технической информации по известным способам получения модифицированных цеолитсодержащих катализаторов в реакции МТО (метанол в олефины). Сравнительный анализ каталитических систем по показателям селективности, активности и длительности эксплуатации в реакции МТО показал, что перспективными каталитическими системами являются цеолиты структурного типа MFI и CHI, модифицированные металлами Ti, Au, Ni, Ce, Ge, Fe, Ag, Ga, Zn, Mg Zr.

### Список литературы

1. Писаренко Е.В. Перспективы развития процессов и производств получения олефинов на основе легких алканов / Е.В. Писаренко, А.Б. Пономарев, А.В. Смирнов, В.Н. Писаренко, А.А. Шевченко // *Теоретические Основы Химической Технологии*. – 2022. – Том 56 №5. – С.559-595.

2. Makarand R. Gogate. *Methanol-to-olefins process technology: current status and future prospects* / R. Makarand // *Petroleum Science and Technology*. – 2019. – V. 37, I. 5. – P. 559-565.

## ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ ПАНЕЛЕЙ КОМПОЗИТНЫХ КАПОТОВ ДВИГАТЕЛЬНОГО ОТСЕКА МОТОГОНДОЛЫ ВЕРТОЛЁТА КА-226Т

Р.Р. Мирхазов

Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н. Туполева – КАИ,  
г. Казань

*Аннотация.* В данной работе рассмотрена разработанная трехслойную панель с гофрозаполнителем и наружными слоями из композиционного материала. Оценка прочности элементов конструкции производилась путём расчёта коэффициента запаса прочности.

Расчётные модели строились на основании разработанных твердотельных трёхмерных моделей, полученных расчетным путем данных по внешним нагрузкам, а также свойств материалов, полученных исходя из проведенных стандартных испытаний.

В современных конструкциях широкое распространение получили детали, выполненные из композиционных материалов. Применение подобных, материалов, помимо их высоких удельных характеристик, обусловлено возможностью придания им требуемых механических свойств, учитывающих особенностей функционирования.

В ходе выполнения работы по модернизации капотов мотогондолы вертолета КА-226Т была разработана панели двигательного отсека, соответствующую требованиям АП-29 [1]. Данная панель представляет собой трехслойную панель с гофрированным наполнителем и наружными слоями из композиционного материала (Рис. 1). Все элементы конструкции выполнены из углепластика на основе препрега бисмалеимидного М250. На внешней стороне панели клеена молниезащитная сетка. Схема укладки слоев представлена на рисунке 2. Свойства материалов, используемых в конструкции, были получены из общедоступных справочных данных.

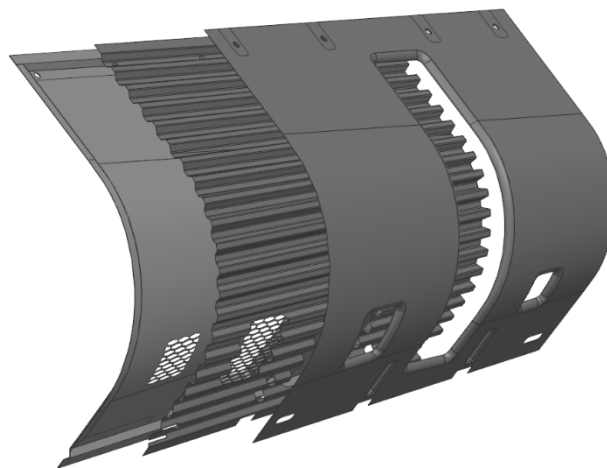


Рис. 1. Композитная конструкция модифицированной створки двигательного отсека

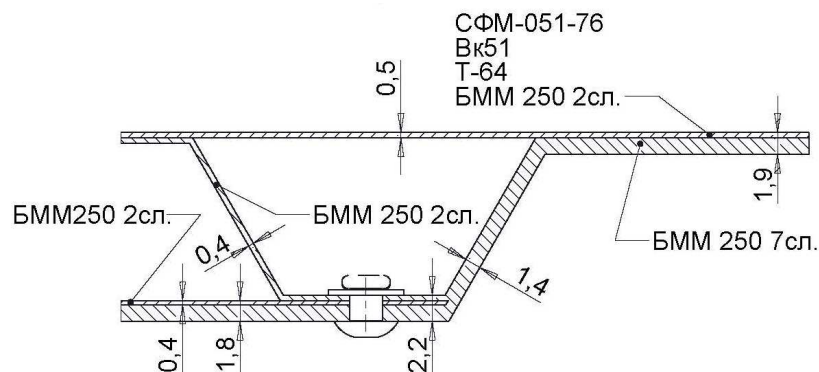


Рис. 2. Схема укладки трехслойной конструкции капотов двигательного отсека

В качестве расчётных случаев выбраны указанные в техническом задании случаи с однократными предельными перегрузками без аэродинамической нагрузки и многократные эксплуатационные перегрузки совместно с

аэродинамической нагрузкой. Схема приложения нагрузок в моделируемых случаях нагружения приведена в таблице 1. Перегрузка прикладывалась в виде компонент вектора ускорения, аэродинамическая нагрузка прикладывалась в виде распределённого давления на внешние поверхности мотогондолы. Аэродинамическая нагрузка определялась путём численного моделирования режимов полёта, соответствующих указанным значениям ВВФ.

Таблица 1

Силловые факторы, определяемые предельными перегрузками

Вариант нагружения	Перегрузка $n_x$	Перегрузка $n_y$	Перегрузка $n_z$	Скорость воздушного потока, м/с
1	-12,0	0	0	0
2	2,0	0	0	0
3	0	1,5	0	0
4	0	-12,0	0	0
5	0	0	6,0	0
6	3,5	0	0	87
7	-3,5	0	0	87
8	0	3,5	0	25
9	0	-3,5	0	25
10	0	0	3,5	14
11	0	0	-3,5	14

Основной коэффициент безопасности в расчётных случаях с однократными предельными перегрузками принимался равным 1,0. В расчётных случаях с многократными эксплуатационными перегрузками основной коэффициент безопасности принимался равным 1,5. Дополнительный коэффициент безопасности для композиционных материалов во всех случаях принимался равным 2,16. Кроме того, для соединений принимался дополнительный коэффициент безопасности равный 1,15.

Для оценки прочности конструкции выполнен анализ деформированного состояния конструкции и определены поля напряжений элементов конструкции с учётом соответствующих коэффициентов безопасности. В качестве критерия, с помощью которого определялась достаточная прочность конструкции, был выбран коэффициент запаса прочности. При вычислении запаса прочности элементов конструкции учитывались только общий коэффициент безопасности и дополнительный для композиционных материалов.

Для моделирования деталей конструкции применены, в основном, трёх- и четырёхузловые элементы оболочки. При моделировании обшивки и силового набора характерный размер элементов принимался равным 10 мм (Рис. 3).

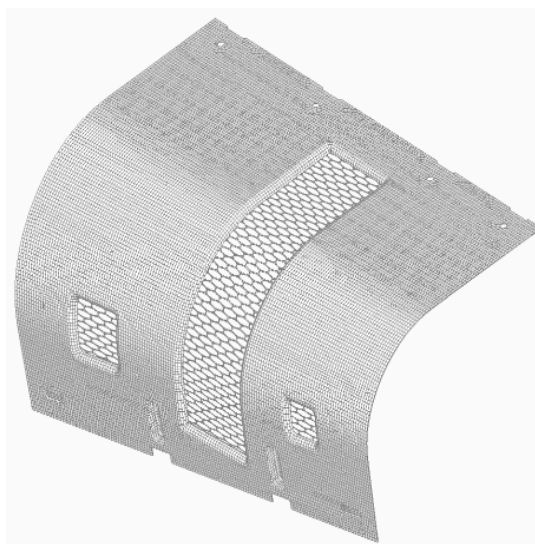


Рис. 3. Расчетная модель конструкция капотов двигательного отсека

Контактное взаимодействие гофрированного заполнителя с наружным и внутренним слоями выполнялось с использованием так называемого элемента контакта. Закрепление конструкции во всех случаях нагружения осуществлялось путём запрещения поступательных и вращательных перемещений точек крепления панелей к силовым элементам каркаса мотогондолы.

По результатам расчетов было определено, что минимальный коэффициент запаса прочности для композитной панели наблюдается в зоне установки замков и составляет 8,379 – для случаев однократной предельной перегрузки, и 2,467 – для случаев многократных эксплуатационных перегрузок. На рисунке 4 представлены изополю коэффициентов прочности для расчетного случая №6 при температуре 25 °С. Минимальное значение коэффициент запаса прочности наблюдается в узле крепления панели и замка створки капота, и отличается от допустимого с учетом дополнительных коэффициентов безопасности на 0,7 %.

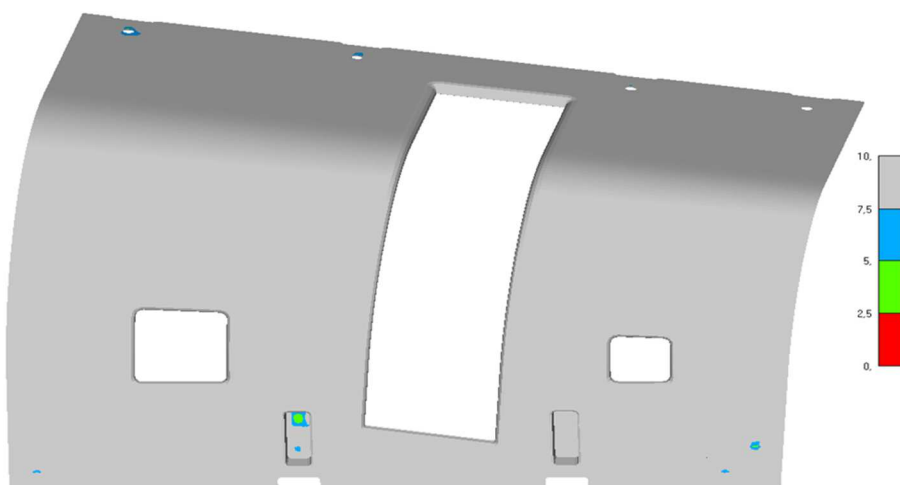


Рис. 4. Изополю коэффициента запаса прочности

### Список литературы

1. АП-29 Нормы лётной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории (с изменениями). МАК. 2003.

2. Hill. R., 1948. *A theory of the yielding and plastic flow of anisotropic metals. Proc. Roy. Soc. (London) A* 193. 281-297.

3. *NX Nastran 7 User's Guide. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., 2009.*

4. Мирхазов Р.Р. Сравнительный анализ параметров напряженно-деформированного состояния капотов двигательного отсека мотогондолы вертолета КА-226Т / Р.Р. Мирхазов, В.А. Филиппов // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция, 9-10 ноября 2023 года: Материалы конференции. Сборник докладов. – Казань: ИП Сагеев А.Р., 2023. – С. 125-130.

5. Мирхазов Р.Р. Определение характеристик напряженно-деформированного состояния капотов двигательного отсека мотогондолы вертолета КА-226Т / Р.Р. Мирхазов, С.А. Луканкин, В.А. Филиппов // Материалы XXIX Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. Т.2. – М.: ООО "ТРИП", 2023. – С. 114–120.

6. Мирхазов Р.Р. Оценка несущей способности композитных капотов двигательного отсека мотогондолы вертолета КА-226Т при огневом воздействии / Р.Р. Мирхазов, С.А. Луканкин, Л.У. Султанов // Материалы XXX Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. Т.2. – М.: ООО "ТРИП", 2024. – С. 45-48.

7. Мирхазов Р.Р. Анализ напряженно-деформированного состояния капотов двигательного отсека мотогондолы вертолета КА-226Т после воздействия стандартным пламенем / Р.Р. Мирхазов // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики (АНТЭ-2024): материалы IX Всероссийской научно-технической конференции. Казань, 03-04 октября 2024 г. – Казань: ИП Сагеев А.Р., 2024. – С. 22-24.

## **ТВЕРДОФАЗНЫЙ СИНТЕЗ СИЛИЦИДОВ НИОБИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЛЬНИЦЫ «АКТИВАТОР 2SL»**

Н.Е. Беляев, Е.Д. Головин

Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск

*Аннотация.* В работе показана актуальность механохимического синтеза, как способа получения, силицидов ниобия в планетарной шаровой мельнице «Активатор 2SL». В исследовании проведены два практических эксперимента. Показано актуальное направление исследования по данной теме.

Используемые сегодня суперсплавы близки к пределу своих возможностей в контексте высокотемпературного применения. По этой причине, исследователи во всём мире заинтересованы в новых материалах, способных превзойти эти пределы. Большой потенциал в этой области имеют материалы на

основе интерметаллидов, обширной группы материалов, среди которых выделяют алюминиды титана и железа, силициды молибдена и ниобия [1, 2].

В 1990-х годах материалы на основе силицида ниобия привлекли внимание научного сообщества благодаря своей способности выдерживать высокие температуры. Начиная с 1990-х, во всём мире активно ведутся исследования в области получения этих материалов. Первоначально основное внимание уделялось изучению и уточнению свойств новых материалов. В настоящее время приоритетом стали разработки технологий производства композитов на основе интерметаллидов с целью их промышленного применения.

Механохимический твердофазный синтез – один из перспективных способов получения порошковых интерметаллидов. Возможности современного оборудования позволяют проводить механохимический синтез соединений, имеющих низкоэнергетический порог реакций. Качество и результат данного синтеза зависят от многих параметров системы, в том числе от воздействующей энергии на материал посредством мелющих тел [3].

Работ по получению силицидов ниобия с помощью механохимического синтеза немного. Исследовано влияние набора энергии при механической активации на параметры последующего послойного горения при СВС [4]. Широко исследовано влияние механической активации на последующие снижение энергии и ускорение процесса реакций самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) в системе Nb-2Si [5]. В большинстве существующих работ исследования направлены на влияние предварительной механической активации порошковой смеси на последующие процессы синтеза. Они проводились с использованием планетарной шаровой мельницы мощностью не превышающей 60g и временем обработки в пределах до 10 минут.

Интенсивность воздействия на материал в планетарной шаровой мельнице напрямую зависит от энергии мелющих тел, и как следствие от их массы и ускорения. Существуют планетарные шаровые мельницы с ускорением мелющих тел в диапазоне до 168g. В сочетании с водяным охлаждением это позволяет в течение длительного времени без остановок воздействовать большой энергией на обрабатываемый материал. А замена стальных барабанов на барабаны из твердого сплава в исследованиях позволит избежать натирания железа при механической активации и синтезе.

Нами были проведены практические эксперименты по получению силицидов ниобия в планетарной шаровой мельнице. Один эксперимент поставлен таким образом, чтобы первично оценить степень прохождения реакций и взаимодействия материалов, при обработке на планетарной шаровой мельнице «Активатор 2SL». Второй эксперимент направлен на то, чтобы оценить влияние замены стальных барабанов и шаров на барабаны и шары из твердого сплава.

Для первого эксперимента использовались стандартные стальные барабаны и шары. Массовая составляющая соответствовала стехиометрии Nb<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>. В эксперименте использовались шары разных диаметров с промежуточными точками отбора образцов по времени – 5, 10, 15 и 30 минут.

Второй эксперимент отличался заменой стальных барабанов и шаров на аналогичные по размерам, но изготовленные из твердого сплава.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в первые минуты происходит доизмельчение и смешение кремния и ниобия (исходные размеры частиц больше 150 мкм), а при последующей обработке уменьшается количество чистого ниобия и кремния с появлением и увеличением количества NbSi<sub>2</sub> и Nb<sub>3</sub>Si.

Практический эксперимент подтверждает взаимодействие ниобия с кремнием в планетарной шаровой мельнице с образованием фаз NbSi<sub>2</sub> и Nb<sub>3</sub>Si. На основе вышеуказанного эксперимента и полученных данных будут скорректированы последующие эксперименты направленные на изучение влияния ускорения мелющих тел, а также их энергии, на механохимический синтез силицидов ниобия и на подбор оптимальных режимов обработки для твердофазного синтеза порошкового материала.

### Список литературы

1. Morris D. G., & Muñoz-Morris, M. A. (2005). *Intermetallics: Past, present and future*. *Revista de Metalurgia*, 41(Extra), 498-501. <https://doi.org/10.3989/revmetalm.2005.v41.iExtra.1084>

2. Bewlay B.P., Jackson M.R., Subramanian P.R., & Zhao, J.-C. (2003). *A review of very-high-temperature Nb-silicide-based composites*. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 34(10), 2043–2052. <https://doi.org/10.1007/s11661-003-0269-8>

3. Лапшин О.В. Роль смешения и диспергирования в механохимическом синтезе (Обзор) / О.В. Лапшин, Е.В. Болдырева, В.В. Болдырев // Журн. неорг. химии. - 2021. – Т. 66, № 13. – С. 402-424. – DOI: 10.31857/S0044457X21030119.

4. Шкода О.А. Влияние дискретной механической активации на параметры послыного СВС – горения в низкоэнергетической системе ниобий-кремний / О.А. Шкода, Е.Н. Зуева, О.Г. Терехова // Горение и плазмохимия – 2008 – Т. 6, №2. – С. 136-141.

5. Лапшин О.В. Двухстадийный механохимический синтез силицидов ниобия в режиме послыного горения / О.В. Лапшин, О.А. Шкода // Физика горения и взрыва – 2023 – Т. 59, №1. – С. 77-84. DOI: 10.15372/FGV20230108.

## К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИМПЛАНТОВ

Е.Д. Головин, В.А. Воронцов, Д.А. Калинин  
Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск

**Аннотация.** В работе обсуждаются проблемы разработки оборудования для финишной обработки металлических имплантов. Приводится описание технологий, применяемых для обработки металлических имплантов в массовом производстве. Оцениваются технологические параметры, которые необходимо учитывать на этапе проектирования установки.



Металлические импланты, используемые для эндопротезирования суставов, работают в подвижном соединении. Часто в этих соединениях используется пара трения металл-пластик, например, сплав системы Co-Cr сочетается со сверхвысокомолекулярным полиэтиленом (СВМПЭ). Для уменьшения износа СВМПЭ, поверхность металлической части протеза должна иметь шероховатость Ra в диапазоне 0,05...0,4 мкм [1].

Преобладающей технологией массового производства имплантов из сплавов системы Co-Cr является литьё по выплавляемым моделям. Параметр шероховатости Ra изделий, полученных литьём по выплавляемым моделям, составляет от 3,2 до 6,3 мкм [2].

После литья по выплавляемым моделям, полученные изделия необходимо подвергать дополнительной обработке, чтобы получить требуемую шероховатость поверхности. В условиях массового производства имплантов, часто применяются технологии барабанной и вибрационной галтовки.

Однако эти методы имеют некоторые недостатки. Во время обработки детали могут соударяться друг с другом, что может привести к их повреждению или деформации. Кроме того, барабанная и вибрационная галтовка являются достаточно длительными процессами: согласно рекомендациям производителей галтовочного оборудования, время вибрационной галтовки изделий для медицины составляет от 4 до 12 часов [3].

Поэтому при выборе метода полировки металлических имплантов необходимо учитывать как требования к качеству поверхности, так и требования к производительности процесса. Исходя из этих требований, в настоящее время для финишной обработки металлических имплантов эндопротезов в условиях массового производства, применяются высокоэнергетические методы обработки поверхности.

К высокоэнергетическим методам обработки поверхности относят те методы обработки на основе абразивных сред, которые используют силы, превышающие силу тяжести. Применяя данный критерий классификации методов финишной обработки поверхности, выделяют «традиционные» методы, в которых перемешивание и взаимодействие абразивных тел и обрабатываемых объектов происходит за счёт силы гравитации. Пример таких технологий – вибрационная и барабанная галтовка.

Примеры высокоэнергетических методов – это шпиндельная, буксирная, планетарная, центробежная и другие методы галтовки, которые используют центробежную силу, планетарную кинематическую схему и другие инженерные решения для более быстрого и агрессивного удаления материала с деталей. Это приводит к улучшению качества поверхности и сокращению времени обработки. Согласно рекомендациям производителей галтовочного оборудования, время буксирной галтовки изделий для медицины составляет от 30 минут до 2 часов [4].

Распространение технологий высокоэнергетической финишной обработки ограничено, поскольку оборудование такого типа не является универсальным, как вибрационный и барабанный методы галтовки. Предлагаемые разработчиками галтовочного оборудования решения должны быть

адаптированы под запросы конечного потребителя. По этой причине, целесообразно оценить экономические и технологические параметры процесса при реализации его в условиях конкретного предприятия.

Экономическая целесообразность должна базироваться на доступности галтовочных тел, ремонтпригодности оборудования, открытости используемого ПО. Оборудование зарубежных поставщиков по этим параметрам не удовлетворяет требованиям.

Технологические параметры процесса могут быть воспроизведены в лабораторных условиях на опытной установке, реализующей планетарную кинематическую схему из трёх звеньев. Теоретические расчёты показывают, что последовательное вращение трёх звеньев по планетарной кинематической схеме, в которой диаметры звеньев составляют 40, 150 и 500 мм, а частоты вращения, соответственно, 300, 180 и 60 об/мин, даёт результирующую скорость на поверхности детали от 40 до 220 м/мин, а средняя скорость составляет 120 м/мин.

### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 7207-2-2005. Имплантаты для хирургии. Компоненты частичных и тотальных эндопротезов коленного сустава. Часть 2. Суставные поверхности, изготовленные из металлических, керамических и полимерных материалов. – М.: Стандартинформ, 2005. 4 с.

2. Campbell, John. Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design. Нидерланды, Elsevier Science, 2015. 1054 с.

3. <https://www.massfinishingmag.com/orthopedic-implants-finishing-technologies>

4. <https://www.otec.de/en/products/mass-finishing/drag-finishing-machines/df-series/>

## АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.Н. Коваленко, А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Проведен анализ текущего состояния экологической безопасности в проектировании и строительстве промышленных комплексов, выявлены основные моменты по данному вопросу, включая изучение современных подходов и нормативных требований к экологической безопасности в проектировании и строительстве промышленных объектов; оценку существующих архитектурно-планировочных и конструктивно-технологических решений с точки зрения их экологической безопасности; выявление основных экологических рисков и угроз, связанных с проектированием и строительством промышленных комплексов.

Проведенный анализ текущего состояния экологической безопасности в проектировании и строительстве промышленных комплексов позволил выделить основные моменты по данному вопросу:

- Изучение современных подходов и нормативных требований к экологической безопасности в проектировании и строительстве промышленных объектов.

1. Современные подходы к экологической безопасности:

А. Интегрированный подход: включает взаимодействие различных областей науки и технологий; учитывает жизненный цикл объекта: от проектирования до эксплуатации и демонтажа.

Б. Устойчивое развитие: ориентирован на баланс между экономическими, социальными и экологическими интересами; концепция «зеленого строительства» снижать потребление ресурсов и углеродный след.

В. Инновационные технологии: внедрение новых технологий: энергосбережение; использование экологически чистых материалов и возобновляемых источников энергии; разработка систем очистки сточных вод, утилизации отходов и рекуперации.

Г. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС): систематическое изучение потенциала негативного воздействия проектируемых объектов на экосистемы и здоровье человека; общественные обсуждения.

2. Нормативные требования к экологической безопасности:

А. Законодательство: в РФ основной акт, регулирующий экологическую безопасность – Федеральный Закон «Об экологической экспертизе», определяет порядок проведения экологической экспертизы на стадии проектирования; остальные нормативные акты включают законы о защите окружающей среды, о санитарно-эпидемиологическом благополучии, о природных ресурсах и о техническом регулировании.

Б. Стандарты и нормы: своды правил (СНиП) и стандарты (ГОСТ), определяющие требования к проектированию, строительству и эксплуатации объектов с учетом их воздействия на окружающую среду; экологические нормы качества для различных природных ресурсов (воздуха, воды, почвы), должны соблюдаться при проектировании и строительстве.

В. Международные стандарты: ISO 14001- определяют требования к системам управления экологической безопасностью на предприятиях.

3. Практическое применение: разработка проекта с учетом экологических требований от концепции до реализации; внедрение современных технологий мониторинга и контроля окружающей среды; привлечение специалистов-экологов на этапах проекта для оценки рисков и нахождения оптимальных решений.

- Оценка существующих архитектурно-планировочных и конструктивно-технологических решений с точки зрения их экологической безопасности.

1. Архитектурно-планировочные решения: локация; планировка территорий; транспортабельность и логистика.

2. Конструктивно-технологические решения: выбор строительных материалов; энергетическая эффективность; управление отходами; водные технологии.

3. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС): анализ потенциального воздействия; соблюдение экологических норм; мониторинг и

контроль.

- Выявление основных экологических рисков и угроз, связанных с проектированием и строительством промышленных комплексов:

1. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС): анализ воздействия на воздух, воду и почву; воздействия на биоразнообразие и экосистемы; изучение возможных негативных последствий для здоровья человека.

2. Выбор участка для строительства: геоэкологические условия; близость к охраняемым природным территориям.

3. Использование ресурсов: объём водозабора; экологичность добычи и переработки.

4. Отходы и выбросы: необходима разработка системы управления отходами при строительстве; выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

5. Экологические риски при эксплуатации: инциденты и аварии на производстве; применение устаревших, неэкологичных технологий.

6. Социальные и экономические факторы: конфликты с местным населением, связанное с использованием земель и ресурсов; влияние на здоровье и качество жизни населения в окрестностях промышленных комплексов.

7. Законодательные и нормативные аспекты: соблюдение законодательства в области охраны окружающей среды, выполнение экологических норм и стандартов; проведение регулярных экологических аудитов и мониторинга состояния окружающей среды.

### **Список литературы**

1. Борщев В.Я. *Экологическая безопасность промышленных объектов: учебное пособие для бакалавров дневного и заочного отделений по направлению «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность технологических процессов и производств») / В.Я. Борщев. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. ISBN 978-5-8265-1594-5.*

2. *Устойчивое развитие: Новые вызовы: учебник для вузов / Под общ. ред. В.И. Данилова-Данильяна, Н.А. Пискуловой. – М.: Изд-во «Аспект Пресс», 2015. – 336с. ISBN 978-5-7567-0788-5*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ШУМОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ ОТ ДРУГИХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

А.С. Демидова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам применения шумозащитных мероприятий и организации воздействий от других различных факторов

Шум и другие физические факторы, такие как вибрация, электромагнитные поля, являются неотъемлемой частью нашей жизни, особенно в урбанизированных средах. Чрезмерное воздействие этих факторов может

негативно сказаться на здоровье человека, снижая качество жизни, приводя к усталости, стрессу, нарушениям сна, сердечно-сосудистым заболеваниям и даже потере слуха.

1. Источники шума: Промышленность: производство, транспорт, строительство.

Транспорт: автомобильный, железнодорожный, воздушный.

Городская среда: строительство, ремонт, музыкальные мероприятия.

2. Типы шумозащитных мероприятий:

✓ Звукоизоляция: создание барьеров, препятствующих распространению шума.

✓ Звукопоглощающие материалы: поглощают звуковые волны, препятствуя их отражению.

✓ Звукоизоляционные конструкции: стенки, перегородки, двери, окна с повышенной звукоизоляцией.

✓ Звукопоглощение: превращение звуковой энергии в тепловую энергию.

✓ Звукопоглощающие панели: устанавливаются на поверхностях для снижения отражения звука.

✓ Звукопоглощающие покрытия: наносятся на поверхности для поглощения звука.

✓ Звукоизоляция источников шума: снижение шума непосредственно в источнике.

✓ Модификация оборудования: установка шумопоглощающих устройств.

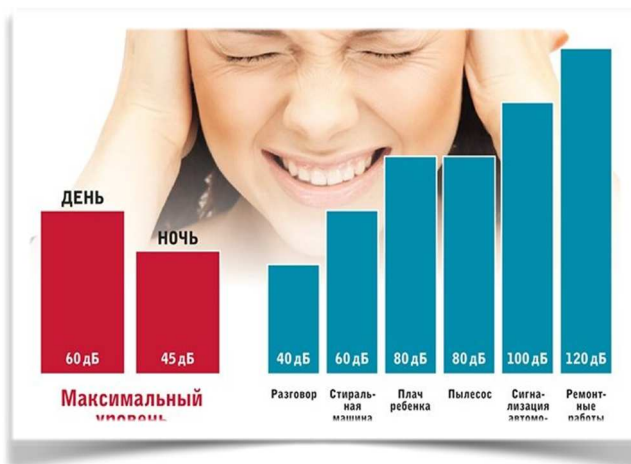
✓ Изменение технологических процессов: использование менее шумных технологий.

3. Применение шумозащитных мероприятий:

Промышленность: шумоизоляция цехов, оборудования, установка звукопоглощающих стен.

Транспорт: звукоизоляция кабин водителей, поездах, шумозащитные экраны вдоль трасс.

Городская среда: звукоизоляция зданий, установка шумозащитных экранов вдоль дорог, озеленение территории.



Уровни шума, дБ (влияние на человека)

Организация воздействий от других физических факторов:

1. Вибрация:

Источники вибрации: транспорт, промышленное оборудование, строительство.

Влияние вибрации: усталость, головные боли, нарушения равновесия, заболевания суставов.

Меры защиты: виброизоляция оборудования, виброгасящие материалы, правильная организация рабочего места.

2. Электромагнитные поля:

Источники электромагнитных полей: бытовая техника, мобильные телефоны, высоковольтные линии электропередач.

Влияние электромагнитных полей: головные боли, усталость, нарушения сна, онкологические заболевания.

Меры защиты: минимизация использования электронных устройств, правильное расстояние от источников электромагнитных полей.

3. Освещение:

Источники освещения: естественное (солнечное) и искусственное.

Влияние освещения: усталость глаз, головные боли, нарушения сна.

Меры защиты: правильное освещение рабочего места, использование ламп с мягким светом, регуляция яркости освещения.

Заключение.

Применение шумозащитных мероприятий и организация воздействий от других физических факторов является необходимой мерой для сохранения здоровья и благополучия человека. Важно соблюдать нормы и правила безопасности при работе с шумным оборудованием и с другими источниками физических воздействий. Особое внимание следует уделять защите детей и людей, страдающих хроническими заболеваниями.

### Список литературы

1. <https://www.vashiberushi.ru/info/articles/prakticheskie-meropriyatiya-po-okhrane-truda-napravlennye-na-ustranenie-vrednogo-vozdeystviya-shuma/> (Дата обращения 24.09.2024г.)

2. <https://gusn.mosreg.ru/deyatelnost/knd/gosudarstvennyy-stroitelnyy-nadzor/normativno-pravovye-akty-soderzhashie-obyazatelnye-trebovaniya/14-09-2018-12-52-28-sp-51-13330-2011-zashchita-ot-shuma-aktualizirovan> (Дата обращения 24.09.2024г.)

3. <https://shumer.cap.ru/news/2023/11/07/vozdejstvie-fizicheskikh-faktorov-v-tom-chisle-shum> (Дата обращения 24.09.2024г.)

4. <https://proconstruct.ru/articles/> (Дата обращения 24.09.2024г.)

## Содержание

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Нестерова Т.М., Витковская Р.Ф. О формах существования марганца в природе и путях его миграции .....	3
Осика В.И., Бехтерев С.В., Жигалин А.Д. Комплекс геофизической аппаратуры для исследования явлений фундаментальной физики .....	6
Моргачева Е.А., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Переработка вторичных полимерных материалов в добавки для каучуков .....	8
Кашинцева Л.В., Котлеревская Л.В. Современные технологические решения в области очистки промышленных сточных вод .....	9
Кашинцева Л.В., Котлеревская Л.В. Методы разрешения экологических проблем при строительстве технических объектов .....	13
Кашинцева Л.В., Котлеревская Л.В. Катенарная решетка: современное решение для сложного стока горно-обогатительных комбинатов .....	18
Крюкова В.Р. К вопросу о кислотных дождях .....	22
Пушилина Ю.Н., Щербакова Д.И. Взаимосвязь природных и антропогенных ландшафтов в зоне влияния города .....	24
Пучкова П.И. Подходы к минимизации отходов на этапе проектирования строительных объектов .....	27
Пушилина Ю.Н., Аникина Д.М. Методы контроля качества окружающей среды .....	30
Хрунова Д.С. Наиболее опасные факторы, влияющие на здоровье население и окружающую среду .....	34
Доля А.С. Структура и основные циклы биохимических круговоротов .....	37
Демина А.Е. Пагубное влияние небоскребов на экологию городов .....	42
Индюхина Е.А. Применение новых экологически безопасных видов энергии .....	45
Керопян А.А. Влияние высотной застройки в современном городе .....	47
Киселева М.С. Здоровые и безопасные дома .....	50
Колобаева В.О. Влияние строительной отрасли на окружающую среду .....	53

### ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Аристова А.В. Взаимодействие экологии и сельского хозяйства, оценка результатов взаимосвязи .....	56
Свистунова В.А., Дмитрук А.С., Безкровная М.В., Погорелова В.А. Влияние фенмедиам на окружающую среду .....	58
Безкровная М.В., Дмитрук А.С., Свистунова В.А., Мельченко А.И. Экологическая оценка влияния радиации на сельское хозяйство .....	61
Лобанова А.Р., Коледаева Е.В. Влияние неблагоприятных экологических факторов Кировской области на здоровье населения .....	63
Виноградова Л.В., Корякина Е.А. Анализ мероприятий по устранению экологических последствий в результате крушения поездов на перегоне Алеур-Бушулей Забайкальской железной дороги .....	66
Дудунова Е.А. Влияние качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения на здоровье населения пгт. Чернышевск Забайкальского края .....	69
Спиридонова А.П., Гребенкин А.Н., Гребёнкин А.А. Изучение свойств целлюлозного сорбента .....	74
Раков Г.Д., Витковская Р.Ф. К вопросу о разработке и применению катализаторов на стекловолокнистых носителях .....	77
Гусев А.А., Витковская Р.Ф., Нестерова Т.М., Портнова Т.М. Кавитационный метод обработки промывных вод фильтровальных сооружений в условиях низких температур .....	81
Алексеев Д.В. Оценка эффективности применения метанола в морском судоходстве ...	84

Носова Е.И., Афанасьева Н.Н. Разработка и реализация политики экологического маркетинга .....	87
Горелкина А.И., Савинова Л.Н. Мониторинговые исследования и систематизация данных концентрации тяжелых металлов в реке Упа (г. Тула) .....	92
Савинова Л.Н., Векшина В.А., Горелкина А.И. Прогноз содержания некоторых тяжелых металлов в реке Упа (г. Тула) .....	97
Пушилина Ю.Н., Елина Е.Р. Водная система современного города. Малые реки как составляющая часть природноэкологического каркаса .....	105
Варламова Я.Ю. Озеленение зданий и улиц для создания комфортной и здоровой городской среды .....	110
Бессонова И.Д., Пушилина Ю.Н. Историческое преобразование природно-ландшафтной основы города .....	114
Байкина Е.С. Озеленение парковых территорий. Роль садов и парков в жизни человека .....	118
Акопян О.Г. История возникновения парков. Подбор растений для озеленения городских территорий и парков .....	120
Агапова А.К. Озеленение территории города. Средства экологической компенсации ...	123
Тимофеева В.Ю. Улучшение зеленых зон в городах. трудности и способы их преодоления .....	128
Пушилина Ю.Н., Елисеева Е.П. Открытые общественные пространства при многофункциональных и жилых комплексах, транзитных узлах. Принцип экологического комфорта .....	130
Костырко В.А. Живые организмы и круговорот веществ в экосистеме .....	132
Елисеева Н.Е. Искусственные дорожные неровности. Экология. Организация. Экономика .....	135
Комиссарова Д.С. Устойчивое градостроение: интеграция экологических принципов в развитие туристической инфраструктуры .....	138
Мелихова М.А. Экология города: исторический обзор и современное состояние .....	140
Пушилина Ю.Н., Кукина Ю.Н. Гармоническое взаимодействие архитектуры с природными стихиями и элементами .....	142
Михайлова С.М. Освоение подземного пространства .....	145
Пушилина Ю.Н., Пронькина С.С. Экосистемы планеты и проблемы жизнеобеспечения. Прибрежные, лесные, пресноводные, травянистые экосистемы. Влияние глобальных изменений среды .....	147
Пушилина Ю.Н., Рыбина Е.А. Экология как наука о взаимодействии живых организмов с окружающей средой .....	149
Пушилина Ю.Н., Салдо Д.Р. Оценка экологического риска для здоровья населения ....	151
Пушилина Ю.Н., Тимофеева В.Ю. Экология транспорта .....	153
Пушилина Ю.Н., Шульгина П.О. Комплексный подход к созданию и благоустройству среды, окружающей человека .....	157
Сенновская А.И. Видеоэкология: видимая среда в городе .....	160
Хохлова А.С. Современный город – территория нерешенных экологических проблем .....	161
<b>МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	
Хадарцев А.А., Волков А.В. Перспектива использования в алгоритме прогноза эпидемических ситуаций способа оценки параметров экстремальных фаз динамических процессов .....	163
Бочарова Д.А., Грехнёва Е.В., Сергеева А.Г. Разработка офтальмологических плёночных покрытий на основе эфиров целлюлозы и исследование их некоторых физико – механических параметров .....	173
Грехнева Е.В., Гришаева К.Д. Разработка состава и изучение свойств гемостатических губок на основе коллагена рыбного происхождения .....	175



Александрова Н.С., Грехнёва Е.В. Особенности выделения пептидов из эпидермальной слизи <i>Clarias gariepinus</i> .....	176
Гороховская Э.А., Щербаков В.В., Межуев Я.О. Изучение кинетики окисления дофамина персульфатом кондуктометрическим методом .....	178
Небесный К.А., Ковпак А.А., Яковлев Н.В., Дмитрачков Д.И., Седишев И.П. Подбор условий для проведения ионообменной хроматографии с целью получения очищенных концентратов коронавируса SARS-CoV-2 .....	181

### **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Климов В.В. Образовательные учреждения, как объекты террористических воздействий .....	184
Бурмистрова О.Н., Чемшикова Ю.М., Коломинова М.В. Влияние развития динамической неопределенности измерений на индустрию 4.0 .....	187
Маркова Ю.А., Кудрявцева Т.Н. Исследование направления реакции алкилирования тиакридона фенацилбромидом с помощью квантово-химических расчетов .....	192
Бабашкин В.А., Година Е.Д., Клейменова И.И. Пути решения проблемы укрепления социокультурной идентичности Российского общества и повышения качества его образования .....	193
Кульментьева Е.И. Педагогические инновации, используемые при реализации курсового проектирования .....	199
Воронцов В.А., Головин Е.Д. Сравнительный анализ способов создания трёхмерных моделей машин и механизмов для цифрового учебного тренажёра .....	201
Коротов К.А. Искусственный интеллект как персонализированный наставник в онлайн-обучении: Российский опыт .....	203

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Макаричев Ю.А., Полянский Е.А. Идукционный комплекс переплавки алюминиевого лома. Повышение энергоэффективности. Оптимизация процессов .....	206
Губин Е.С., Сова П.В., Апанасов А.А., Непомнящий В.А., Матело Е.Д. Водород в судовой энергетике .....	210
Басарыгина Е.М., Путилова Т.А. Энергосберегающие технологии производства биопродукта .....	213
Клочкова Н.Н., Обухова А.В., Проценко А.Н. Оценка внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии .....	216
Подшибякина А.А., Панарин В.М., Маслова А.А. Влияние энергетики на окружающую среду .....	219

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Ганичева А.В., Ганичев А.В. Скалярное и векторное поле критериев .....	222
Кульментьева Е.И. Моделирование гидродинамики потока в насадочных коалесцерах .....	224
Ермолина Т.И. Сравнительный анализ систем коллективного оповещения населения Российской Федерации и Казахстана .....	227
Паршин А.Ю., Нгуен В.Х. Кооперативная система MIMO в беспроводных сенсорных сетях .....	231
Скудных А.С., Самарская Е.Р. Подготовка среднего медицинского персонала к внедрению и использованию программ искусственного интеллекта в медицине .....	235
Андропова И.В. Психологическое воздействие цвета в интерьере .....	238

### **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Мешалкин В.П., Панарин В.М., Кочетов А.Н. Математический анализ процесса кипения сжиженного газа из пролива .....	243
---	-----

Болгова Е.А., Мукутадзе М.А. Разработка расчетной модели для оценки износостойкости модифицированной конструкции радиального подшипника при учете сжимаемости .....	249
Воронов Г.Г., Соляник А.И. Применение системы менеджмента качества для повышения конкурентоспособности выпускаемого оборудования .....	255
Отев К.С., Мучкинова Л.И. Обоснование определения межповерочного интервала СИКН .....	257
Костин В.А., Луканкин А.С. Методика проектировочного расчета на статическую прочность дверных модулей вертолета среднего класса из композиционных материалов .....	262
Луканкин А.С. Методика применения технологии вклеивания к моделям элементов дверного модуля вертолета среднего класса из композитных материалов .....	265
Губин Е.С., Губина А.А., Макагон Л.Д. Организационно-технологические пути снижения накладных расходов на постройку судов .....	272
Сафонов З.Ю. Моделирование схемы автоматики зарядного устройства повышенной надежности .....	276
Хуснутдинов К.М. Применение ПЛК АБАК К3 при автоматизации процесса производства ПВХ плёнки экструзионным методом .....	279
Куприяшкин Д.А. АСУТП производства карбамидного пластика .....	282
Гимадиев Э.И. АСУТП производства эмульсионного поливинилхлорида .....	284
Писаренко Е.В., Пономарев А.Б., Шевченко А.А., Русаков Д.А. Современные технологии получения олефинов на основе легких алканов С3-С4 .....	286
Сиразетдинов Д.И. Технологии снижения потерь электропривода постоянного тока при различных режимах работы центробежного насоса .....	291
Авдюкова О.Д. Типы адсорбентов в технологии осветления пива .....	295
Иванова К.С. Автоматизация процессов предприятия при помощи методологии Six Sigma .....	298
Калинин Н.В., Ефимов А.И. Имплементация аппаратного локализатора множественных DataMatrix кодов на изображении .....	301
Одинокоев С.А., Луканкин С.А. Реверс-инжиниринг с модернизацией элементов конструкции планера летательного аппарата .....	306
Лещенко Д.В., Максимов Н.М., Тыщенко В.А., Нечаев И.В., Лещенко Л.Д., Калиновский Д.С., Головачева Е.А., Свириденко Д.А. Применение углеволоконистого катализатора для покрытия неизвлекаемой армирующей опалубки при изготовлении композитных изделий .....	309
Брейкин М.А., Писаренко Е.В. Технологии процесса получения олефинов из метанола на цеолитсодержащих катализаторах .....	312
Мирхазов Р.Р. Прочностной анализ панелей композитных капотов двигательного отсека мотогондолы вертолѐта КА-226Т .....	314
Беляев Н.Е., Головин Е.Д. Твердофазный синтез силицидов ниобия с использованием мельницы «Активатор 2SL» .....	318
Головин Е.Д., Воронцов В.А., Калинин Д.А. К вопросу проектирования оборудования для финишной обработки металлических имплантов .....	320
Коваленко А.Н., Маслова А.А. Анализ текущего состояния экологической безопасности в проектировании и строительстве промышленных комплексов .....	322
Демидова А.С. Применение шумозащитных мероприятий и организация воздействий от других физических факторов .....	324