

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»

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ**

ДОКЛАДЫ  
XXIX ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Тула  
«Инновационные технологии»  
2022

**УДК 504.75**  
**ББК 91.9**

Современные проблемы экологии: доклады XXIX всерос. науч.-практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2022. – 257 с.

Сборник содержит материалы по проблемам состояния и оценки экологической ситуации, рационального природопользования, экологически чистых химических технологий, очистке газовых выбросов в атмосферу, применению новых методов очистки, утилизации промышленных и бытовых отходов жизнедеятельности людей, вопросам радиологической безопасности, путям и методам решения других вопросов экологии.

Выделены приоритетные направления природопользования: экономика, право, образование, а также перспективы устойчивого развития: взаимодействие органов власти, общества и бизнеса в решении экологических проблем. Даны решения некоторых практических задач охраны окружающей среды.

Материалы предназначены для научных сотрудников, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов, студентов и специалистов, занимающихся проблемами экологии и медицины.

***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».

***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.*

*Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.*

ISBN 978-5-6048512-2-7

© Авторы докладов, 2022

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2022

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СТОКАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.М. Панарин, Е.М. Рылеева, Е.В. Сергеева  
Тульский государственный университет,  
г.Тула

*Аннотация.* Проведен анализ существующих методов расчета разбавления загрязняющих веществ сточных вод в водотоках. Представлены графики распределение концентрации загрязняющих веществ.

Источником многих экологических проблем, связанных с утилизацией сточных вод, являются промышленные предприятия. Технологические процессы производства практически всех отраслей предполагают образование стоков, загрязненных самыми различными веществами. На сегодняшний день промышленное загрязнение поверхностных вод стоками является одной из самых существенных угроз экологическому состоянию гидросферы. Индустриальные предприятия, согласно действующему законодательству, должны в обязательном порядке использовать очистные сооружения, позволяющие нейтрализовать негативное влияние стоков, однако это требование далеко не всегда выполняется в полном объеме. Показатели загрязнений сбросов промышленных объектов зачастую существенно превышают установленные нормативы. Это в большинстве случаев вызвано тем, что используются устаревшие очистные сооружения, которые подлежат реконструкции и модернизации.

В современном мире очистка сточных вод это одна из глобальных проблем, над которой работают во всех развитых странах. Необходимо отметить, что разрабатываются новые и совершенствуются существующие технологии очистки промышленных сточных вод. Производственные сточные воды различного ряда отраслей промышленности содержат ядовитые вещества, на которые большое влияние оказывает количество примесей содержащихся в сточных водах.

В настоящее время на территории Тульской области существует огромное количество предприятий различных отраслей, к числу которых относят переработку нефти, химическую промышленность, металлургию, машино- и приборостроительные комплексы, а также объединение предприятий пищевой промышленности, причем с увеличением количества промышленных предприятий, растёт и число источников загрязнения.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам изучения закономерностей формирования и прогнозирования водных ресурсов. Все более значимым становятся проблемы их рационального использования и защиты от загрязнения, разрешения конфликтных ситуаций между водопользователями. Полезным и конструктивным элементом успешного решения нестандартных

задач, связанных с прогнозом последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, является использование математических моделей, предназначенных для оценки динамики распространения в реке загрязняющих воду ингредиентов, и позволяющих системно организовать имеющуюся информацию.

При построении математических моделей учитывается: размер исследуемой области и процесса (модель одномерная, двухмерная (в вертикальном сечении или в плане), трехмерная; тип конвективно-диффузионного переноса (стационарный, нестационарный); описание конвективно-диффузионного процесса по связи с направлением диффузии (изотропная, анизотропная, смешанная), по степени неоднородности (однородная, неоднородная) и по типу загрязняющих веществ). Выбор математической модели определенной сложности обусловлен в значительной мере простотой пользования модели при решении практических задач.

Вопросам моделирования воздействия сточных вод на водные объекты посвящены работы М.И. Адексеева, Ю.Б. Безобразова, А.В. Караушева, Г.Г. Кривошеева, Н.Н. Лапшова, Л.Л. Пааля, И.Д. Родзиллера, В.А. Сууркаса, В.А. Фролова и других исследователей. При расчете необходимой степени очистки сточных вод для водотоков с сосредоточенными береговыми и русловыми выпусками наиболее часто рекомендуют использовать методику, основанную на применении для решения одномерной задачи коэффициента смешения по формуле Фролова-Родзиллера и А.В. Караушева. Метод В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера нашел наибольшее распространение из-за своей простоты и небольшого объема вычислительных работ. Его целесообразно применять для больших и средних рек при оценочных расчетах; когда решается вопрос о возможности сброса сточных вод в реку.

Существующие методы определения концентрации загрязняющих веществ при сбросе сточных вод:

1. Расчет основного разбавления методом Фролова-Родзиллера (ВОДГЕО). Одним из широко употребляемых упрощенных методов расчета перемешивания сточных вод с водами речного потока является метод ВОДГЕО, предложенный в 1950 г. В. А. Фроловым, и существенно дополненный и уточненный И. Д. Родзиллером.

Кратность основного разбавления рассчитывается по формуле:

$$n_0 = \frac{\gamma * Q + q_{ст}}{q_{ст}}$$

Коэффициент смешения находят по формуле:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-a\sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-a\sqrt[3]{L}}}$$

где Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м<sup>3</sup>/с; q<sub>ст</sub> – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м<sup>3</sup>/с; L – расстояние по фарватеру водотока (фарватер – наиболее глубокая

полоса данного водного пространства) от места выпуска до контрольного створа, м;  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока.

2. Расчет основного разбавления детальным методом Караушева. Детальный метод (численный метод) решения уравнения турбулентной диффузии, разработанный А.В. Караушевым, позволяет получать поле концентраций вещества в пределах всей расчетной области от места выпуска до рассматриваемого створа.

Для условий пространственной задачи уравнение турбулентной диффузии в форме конечных разностей записывается в виде:

$$\frac{\partial S}{\partial x} = \frac{D}{V_p} \left( \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right)$$

3. Расчет основного разбавления экспресс-методом ГГИ. В ГГИ разработан ряд упрощенных методов расчета разбавления на основе уравнения турбулентной диффузии. В данном методе на основе графических построений выполнен анализ связи между интенсивностью снижения показателя разбавления вдоль потока и гидравлическими характеристиками последнего. Получена аналитическая зависимость между этими величинами, которая приводит к определению максимальной концентрации  $S_{max}$  на любом расстоянии от места выпуска сточных вод:

$$S_{max} = S_n + 0.14 * Q_{ст} * B * \sqrt{\frac{N/H_n}{L_\phi(Q_p+Q_{ст})}}$$

где  $B$  – средняя ширина потока, м;  $N$  – количество оголовков выпуска;

$S_n$  и  $H_n$  – текущие параметры.

Кратность основного разбавления определяется по формуле:

$$n = 1/S_{max}$$

4. Расчет основного разбавления методом УралНИИРХ. Метод разработан И. С. Шаховым и В. В. Мороковым и основан на методике Таллиннского политехнического института (ТПИ) и позволяет получить концентрацию загрязняющих веществ в реках ниже стационарных выпусков по следующим формулам:

а) выпуск в середине потока (начало координат в точке выпуска):

$$S_{max} = \frac{Q_{ст}S_{ст}}{4\pi V_p p L^{1.5}} \Phi\left(\frac{\xi_1}{2}\right) \Phi\left(\frac{\xi_2}{2}\right) \exp\left(\frac{y^2+z^2}{pL^{1.5}}\right)$$

б) береговой выпуск (начало координат в точке выпуска):

$$S_{max} = \frac{Q_{ст}S_{ст}}{\pi V_p p L^{1.5}} \Phi\left(\frac{\xi_3}{2}\right) \Phi\left(\frac{\xi_4}{2}\right) \exp\left(\frac{y^2+z^2}{pL^{1.5}}\right)$$

в) выпуск в точке потока на расстоянии  $b$  от берега и  $h$  от поверхности:

$$S_{max} = \frac{Q_{ст}S_{ст}}{4\pi V_p p L^{1.5}} \Phi\left(\frac{\xi_6}{2}\right) + \Phi\left(\frac{\xi_7}{2}\right) + \Phi\left(\frac{\xi_8}{2}\right) \exp(\lambda)$$

где  $S_{ст}$  – концентрация веществ в сточных водах, мг/л;  $p$  – параметр, зависящий от степени проточности водоема и нагрузки сточных вод на него;  $r = 0,026$  –

размерный коэффициент;  $\Phi(\xi_i/2)$  – интеграл вероятности, определяемый по специальным таблицам.

Определение концентрации ЗВ в зоне начального разбавления. Расчет начального разбавления по методу Н.Н. Лапшева. Данный метод применяется для сосредоточенных и рассеивающих выпусков при скоростях струи из выпуска свыше 2 м/с или при соотношении  $U_{ст} = 4 * U_p$ , где  $U_p$  и  $U_{ст}$  – скорости речных и сточных вод соответственно, причем величина  $U_{ст}$  вычисляется по формуле [2, 3]:

$$U_{ст} = \frac{4 * q_p}{\pi * D_B * N}$$

где  $q_p$  – общий расход сточных вод, м<sup>3</sup>/с;  $D_B$  – диаметр выпуска, м;

$N$  – количество выпусков.

В ходе научно-исследовательской работы проведено моделирование изменения концентрации веществ АО «Тулагорводоканал». В результате расчета, получились следующие математические модели изменения концентрации на расстоянии 500 м и 1000 м, которые показаны на рис. 1 и 2. Коэффициенты общего разбавления по расчетным методикам представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Расчетный метод	Общее разбавление
Расчет основного разбавления методом Фролова-Родзиллера (ВОДГЕО)	2.89
Расчет основного разбавления детальным методом Караушева (ГГИ)	2.39
Расчет основного разбавления экресс-методом ГГИ	13.81
Расчет начального разбавления методом УралНИИРХ	11.77

Таблица 2

Расчетный метод	Общее разбавление
Расчет основного разбавления методом Фролова-Родзиллера (ВОДГЕО)	3.72
Расчет основного разбавления детальным методом Караушева (ГГИ)	3.23
Расчет основного разбавления экресс-методом ГГИ	16.31
Расчет начального разбавления методом УралНИИРХ	19.43

Наименование водного объекта, принимающего сточные воды: Упа

Категория водопользования: Рыбохозяйственная (1 категория).

Расход сточных вод (м.куб/час) : 7649,5434

*Распределение концентрации вещества*

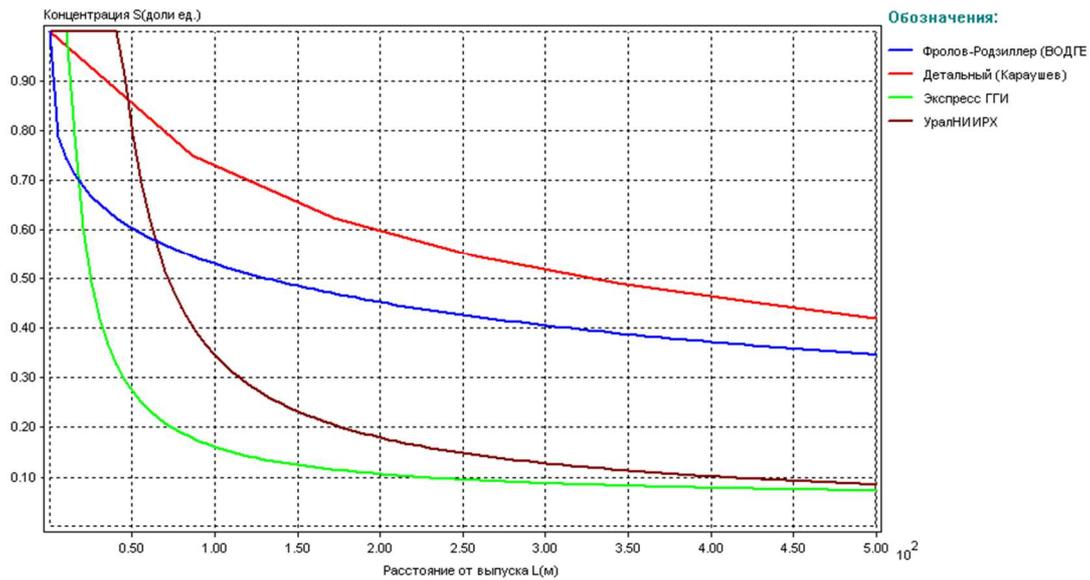


Рис. 1. Распределение концентрации вещества на расстоянии 500 м от выпуска

*Распределение концентрации вещества*

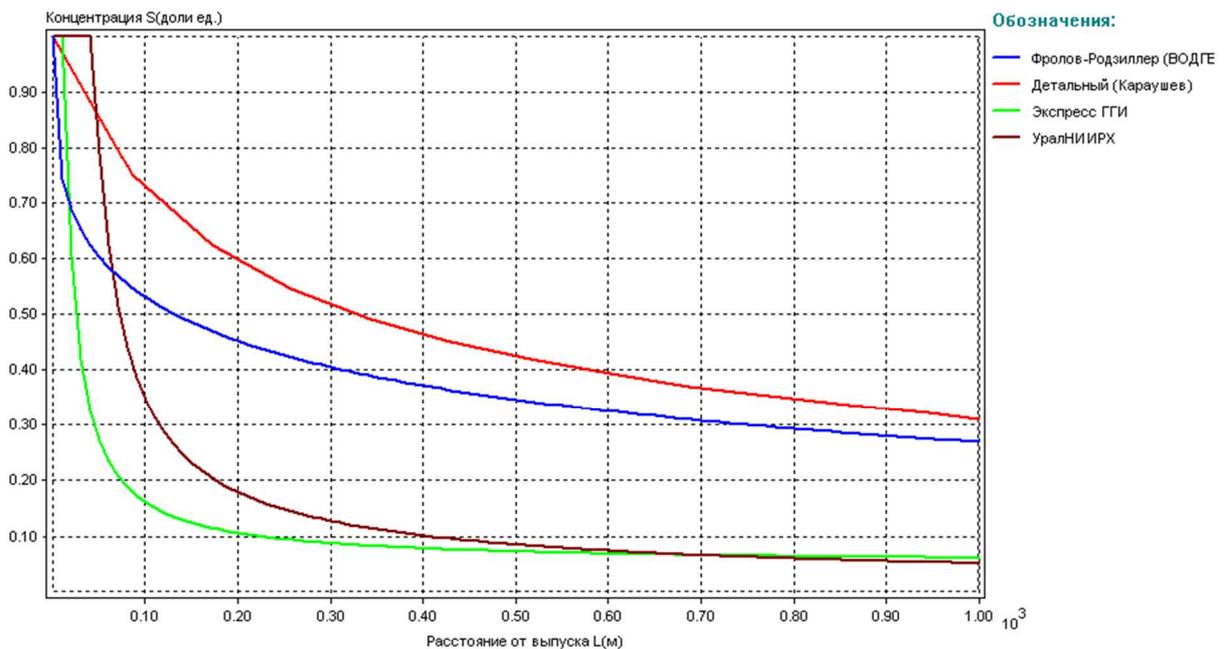


Рис. 2. Распределение концентрации вещества на расстоянии 1000 м от выпуска

Для того чтобы повысить эффективность работы блока очистки сточных вод промышленных предприятий необходимо вводить системы геоинформационного мониторинга водных объектов, которые включают в себя следующие направления:

- наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами, воздействующими на нее;
- оценку фактического состояния окружающей среды и уровня ее загрязнения;

- прогноз состояния окружающей среды в результате возможных загрязнений и оценку этого загрязнения;
- оценка прогнозируемого состояния окружающей среды.

Исходя из анализа современного состояния водных объектов, можно сделать вывод о необходимости грамотной разработки системы мониторинга поверхностных вод, особенно на промышленно развитых территориях.

*Данные исследования проводились и финансировались в рамках гранта правительства Тульской области ДС/283 в сфере науки и техники 2021 года.*

### **Список литературы**

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тульской области в 2019 году»

2. Родзиллер И.Д. К вопросу о расчете смешения сточных вод в реках: информ. мат-лы / И.Д. Родзиллер. – М.: Изд. ВНИИ ВОДГЕО, 1954. – № 5. – 31 с.

3. Родзиллер И.Д. Научные и инженерные основы прогноза качества водоемов и их защиты от загрязнения сточными водами: Автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра техн. Наук / И.Д. Родзиллер. – М.: Изд-во ВНИИВОДГЕО, 1976. – 46 с.

4. Панарин М.В. Автономная система дистанционного мониторинга поверхностных водных объектов для оперативного контроля в реальном масштабе времени / М.В. Панарин, Е.М. Рылеева, А.А. Маслова, С.А. Савинкова // *Экология и промышленность России*. – 2022. – Т. 26, № 4. – С. 50-55.

5. Панарин В.М. Программа автоматизированной системы непрерывного контроля выбросов загрязняющих веществ предприятий / В.М. Панарин, Е.М. Рылеева, А.А. Маслова, П.Г. Алексеева, А.В. Архипов, Д.В. Трещев // *Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022611044, 18.01.2022. Заявка № 2022610170 от 11.01.2022.*

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

В.М. Панарин, Е.М. Рылеева, Е.В. Сергеева  
Тульский государственный университет,  
г.Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены технологии геоинформационных систем. Представлена автоматизированная система моделирования загрязнения водных объектов стоками промышленных предприятий. Описано стационарное устройство автоматического контроля выпуска сточных вод.

Технологии геоинформационных систем (ГИС) уже прочно заняли свою нишу в каталоге инструментальных средств новых информационных технологий. В настоящее время существуют ГИС различных природных объектов, причем особое место принадлежит использованию ГИС-технологии

в экологии. С научной точки зрения ГИС – это средство моделирования и прогнозирования, в технологическом аспекте ГИС (ГИС-технология) - средство сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированной информации. ГИС является комплексом аппаратных устройств и программных продуктов, предназначенных для обеспечения управления и принятия решений, поэтому ГИС одновременно рассматривается как инструмент научного исследования, технология и продукт ГИС-индустрии.

Стандартные геоинформационные системы являются мгновенными снимками состояния определенной территории и не включают в явном виде различные параметры. Использование математических моделей динамики компонент природной среды открывает возможности преодоления этого недостатка традиционных ГИС.

Современные ГИС, согласно В.В. Хромых [1], позволяют обрабатывать и использовать данные в зависимости от потребностей и обстоятельств пользователя, что приводит к возможности более широкого пространственного анализа исследуемого объекта. На основе современных информационных технологий появляется возможность обеспечить единое информационное пространство, ведение и хранение цифровых карт местности, баз данных, представление экологической информации для оперативного решения задач управления.

Исследованиями в области использования дистанционных методов по разным направлениям занимаются В. В. Хромых, Б. В. Виноградов, И.Н. Ротанова, Т. А. Трифонова, А. Н. Шихов, Р. М. Atkinson, Y. Hirabayashi, S. Kanae, Z. W. Kundzewicz и др. Наряду с этим вопросы геоэкологического мониторинга водных бассейнов при отсутствии достаточного количества данных о состоянии исследуемых объектов, остаются на сегодняшний день открытыми.

В своей работе [2] Е.Г. Языков выделяет следующие критерии оценки состояния поверхностных вод:

1. Санитарно-гигиенические показатели, которые определяются исходя из требований к экологической безопасности населения. К ним относятся нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воде, а также нормы предельно допустимых сбросов (НДС) в поверхностные водные источники.

2. Экологические критерии, рассматривающиеся как мера человеческого воздействия на экосистемы и ландшафты, при которой их основные функционально-структурные характеристики не выходят за пределы естественных изменений. Их использование направлено на определение области и границ допустимого состояния природных систем и дозволенного воздействия на них со стороны человека.

3. Гидрологические показатели, включающие в себя расход воды и уровень воды в водоемах.

Таким образом, одной из важнейших функций геоэкологического мониторинга поверхностных вод становится оценка состояния и изменения

водных объектов. Оценка предполагает сопоставление фактического или прогнозируемого состояния с заранее определенными критериями и выявление существующих проблем, а в качестве критериев возможно использование показателей исходного состояния наблюдаемых объектов, в том числе фоновые характеристики.

Модели и методы планирования водохозяйственных систем, ориентированные на распределение объемов потребления воды, а также описание процесса формирования стока и водообмена, уже достаточно разработаны. Для того чтобы результаты математического моделирования стали элементом механизмов принятия решений в ГИС-системе, они должны легко передаваться в ГИС и, наоборот, необходимые данные из ГИС должны распознаваться и импортироваться моделирующей системой для использования в расчетах.

Разработчики математических моделей зачастую не хотят отходить от традиционных методов математического моделирования пространственных объектов. С другой стороны, специалисты по ГИС технологиям не имеют навыков математического моделирования поведения объектов. Выбор базовых моделей качества воды определяется потребностями решаемых задач анализа фактического состояния и прогнозирования тенденций изменения состояния водных ресурсов.

В настоящее время, во многих населенных пунктах, в том числе городе Туле и Тульской области нет единой полноценной системы геоинформационного мониторинга за состоянием поверхностных вод в местах выпусков сточных вод промышленными предприятиями, которая могла бы дать возможность обеспечения высокого уровня контроля за показателями качества природных вод.

Качество воды небольших рек в черте города, как правило, не соответствует требованиям, предъявляемым при соответствующих видах водопользования, направленных на оздоровление рек и притоков в черте города.

Применение системы экологического мониторинга качества поверхностных вод Тульской области, загрязняемых стоками промышленных предприятий дает возможность осуществлять контроль за концентрацией загрязняющих веществ в промышленных стоках и состоянием окружающей среды, оперативно реагировать на отклонения качества воды от заданных норм и выявлять источник загрязнений.

В результате проведенных исследований, было разработано стационарное устройство автоматического контроля выпуска сточных вод промышленного предприятия и предложена схема системы геоинформационного мониторинга загрязнения поверхностных вод Тульской области.

Разработка автоматизированной геоинформационной системы моделирования загрязнения водных объектов стоками промышленных предприятий и поддержки принятия управляющих решений по обеспечению экологической безопасности промышленно развитых регионов (рис.1) обеспечивает непрерывный мониторинг качественного состава поверхностных вод в контрольных створах, по течению реки ниже выпусков сточных вод.

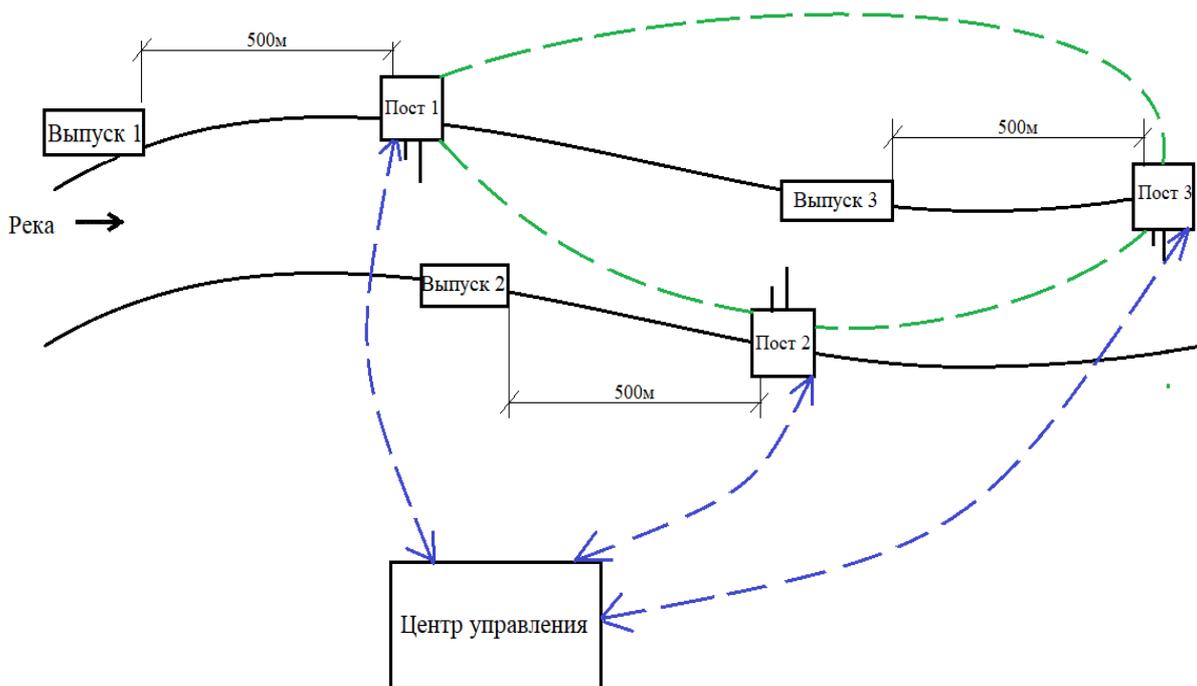


Рис. 1. Схема автоматизированной геоинформационной системы моделирования загрязнения водных объектов стоками промышленных предприятий и поддержки принятия управляющих решений по обеспечению экологической безопасности промышленно развитых регионов

Технической задачей настоящего решения является создание системы непрерывного мониторинга, состоящей из необходимого количества постов контроля качества воды (3 и более), соединенных между собой (с помощью GSM-соединения) и с центром управления.

Применение системы должно касаться упорядочения створов наблюдений в условиях сложной динамики количества и качества воды реки в черте города. Выбор постов отбора проб речной воды должен удовлетворять следующим требованиям (Р 52.24.353-2012):

- шаг отбора проб должен фиксировать изменения в водотоке на основных участках реки;
- точки отбора должны обеспечивать возможность отбора воды в течение всего года с учетом сезонности изменения гидрологических и гидрохимических характеристик;
- точки отбора должны располагаться с учетом влияния основных загрязнителей-притоков, выпусков промышленных предприятий (на 500м ниже по течению выпуска сточных вод промышленными предприятиями).
- на каждом посту установлено стационарное устройство автоматического контроля выпуска сточных вод промышленного предприятия, которое с помощью специальных блоков проводит отбор проб воды, их анализ, сравнение и в случае неравномерности данных перераспределяет потоки сточных вод для их дальнейшей доочистки.

Для обоснования перечня измеряемых показателей в системе мониторинга необходимо выбрать вещества в соответствии с нормативными требованиями, а также с санитарно-химической характеристикой водоема, полученной по результатам многолетних исследований.

Периодичность отбора проб в системе мониторинга обусловлена условиями формирования гидрохимического и гидрологического режимов водоема и отражена в рекомендациях по отбору проб поверхностных вод и очищенных сточных вод.

По результатам статистической обработки данных за каждые 5 лет, должна быть проведена корректировка мест контролируемых створов и периодичности отбора проб по контролю, выявлена количественная оценка основных источников загрязнения, разработаны требования к приборно-аналитической, методической и метрологической базам системы геоэкологического мониторинга.

Основным блоком автоматизированной геоинформационной системы моделирования является «Стационарное устройство автоматического контроля выпуска сточных вод промышленного предприятия» (Заявка на получение патента на изобретение № 2022102394 от 01.02.2022).

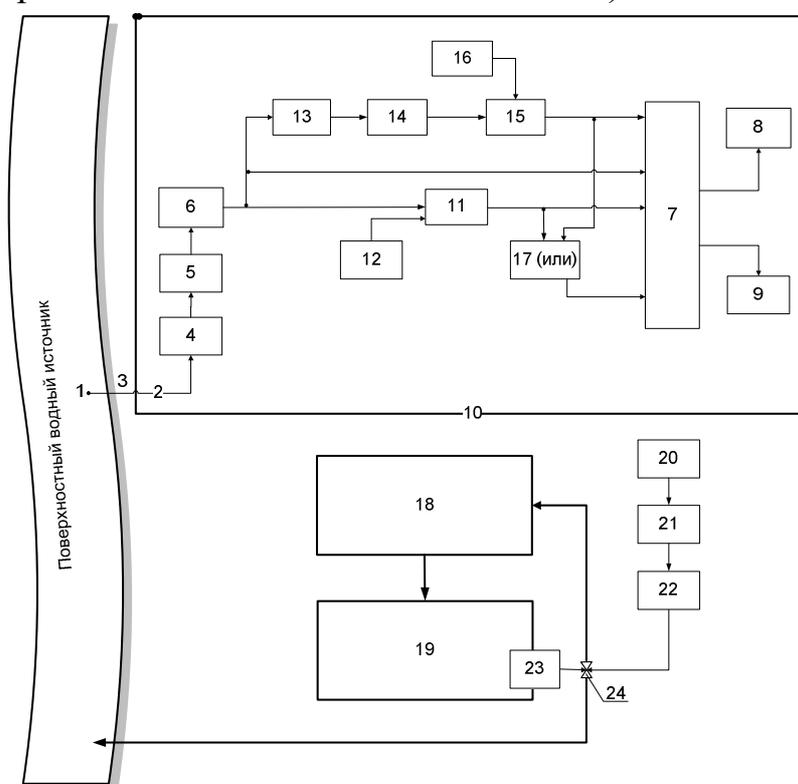


Рис. 2. Стационарное устройство автоматического контроля выпуска сточных вод промышленного предприятия, где 1 – контрольный створ водного объекта, 2 – трубопровод, 3 – система патрубков, 4 – насос, 5 – приточная аналитическая ячейка, 6 – измерительные приборы, 7 – контроллер сбора и передачи данных, 8 – 1-ый GSM-передатчик с антенной, 9 – источник питания, 10 – изотермический контейнер, 11 – 1-ый блок сравнения, 12 – 1-ый датчик, 13 – регистр задержки, 14 – блок вычитания сигналов, 15 – 2-ой блок сравнения, 16 – 2-ой датчик, 17 – элемент «или», 18 – локальные очистные сооружения, 19 – накопительная емкость очищенной воды, 20 – 2-ой GSM-передатчик с антенной, 21 – контроллер автоматического управления, 22 – привод перекидного клапана, 23 – насос, 24 – перекидной клапан

Предложенное устройство (рис.2) относится к автоматическим системам контроля качества воды и может быть использовано для анализа и регулирования качества сточных вод, сбрасываемых промышленными предприятиями, в

составе систем геоэкологического мониторинга окружающей среды. Причем, разработанное устройство позволяет контролировать и управлять фактическими уровнями загрязнения сточных вод, выпускаемых в водоемы. Техническим результатом является возможность автоматизированного получения, обработки и сравнения широкого спектра набора данных о параметрах сточных вод с последующим автоматическим принятием эффективных решений по выпуску сточных вод в водоем или их доочистке до допустимых уровней загрязнения, на основании информации, полученной с измерительных приборов.

Стационарное устройство автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий работает следующим образом.

В контрольном створе поверхностного водного объекта, располагающемся на расстоянии 500 м ниже от места выпуска, по трубопроводу с помощью системы патрубков из поверхностного водного источника воду подают насосом в приточную аналитическую ячейку, где с помощью измерительных приборов происходит анализ параметров речной воды. Далее данные измеренных параметров одновременно поступают:

1. на регистр задержки, который закладывает временной период отсрочки, затем сигнал поступает на блок вычитания, где происходит вычитание заданного в регистре задержки промежутка времени, далее сигнал поступает во 2-ой блок сравнения, где происходит сравнение измеренных значений с параметрами 2-го датчика;

2. в контроллер сбора и передачи данных;

3. на первый блок сравнения, где происходит сравнение измеренных параметров с заданными значениями 1-го датчика, затем сигнал поступает на контроллер сбора и передачи данных и на элемент «или», далее на контроллер сбора и передачи данных.

В случае превышения значений параметров 2-го датчика, сигнал подают не только в контроллер сбора и передачи данных, но и одновременно на элемент «или».

При условии неравномерности измеренных данных, а также в случае превышения заданных в 1-ом и 2-ом датчиках значений, сигнал подается 1-вым GSM-передатчиком на 2-рой GSM-передатчик. После чего срабатывает контроллер автоматического управления, приводящий в действие привод перекидного клапана, в результате чего посредством перекидного клапана происходит перераспределение потоков: очищенную воду из накопительной емкости очищенной воды с помощью насоса перекачивают для повторной очистки на блок локальных очистных сооружений и после доочистки сбрасывают в поверхностный водный источник. При отсутствии превышения предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в контрольном створе очищенные с помощью блока локальных очистных сооружений сточные воды поступают через накопительную емкость очищенной воды непосредственно в поверхностный водный источник.

Таким образом, в стационарном устройстве автоматического контроля выпуска сточных вод промышленного предприятия имеются блоки сравнения, позволяющие зафиксировать превышения заданных контролируемых параметров, регистр задержки и блок вычитания сигналов, позволяющие

заложить временной период отсрочки и после вычитания заданного промежутка времени сравнить измеренные значения с параметрами задатчика, что позволяет более точно и качественно оценивать стационарность и равномерность измеренных параметров.

Включенные в систему контроллер автоматического управления, привод перекидного клапана и перекидной клапан позволят контролировать превышение предельно-допустимых концентраций в водной среде, путем перераспределения потоков сточных вод.

Данная система обеспечит достижение технического результата, заключающегося в автоматизированном регулировании и управлении качеством очистки сточных вод, гарантированном снижении контролируемых параметров в водоемах до уровня или ниже уровня предельно-допустимых концентраций, получении высококачественных очищенных сточных вод, пригодных к использованию в нуждах населения.

*Данные исследования проводились и финансировались в рамках гранта правительства Тульской области ДС/283 в сфере науки и техники 2021 года.*

### **Список литературы**

1. Хромых В.В. Аналитическая парадигма ГИС / В.В. Хромых // *Современные проблемы географии и геологии: Материалы III Международной научно-практической конференции с элементами школы-семинара для студентов, аспирантов и молодых ученых, 11-12 ноября 2014 г. НИ ТГУ. – Томск, 2014. – С. 390-395.*

2. Язиков Е. Г. *Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов / Е. Г. Язиков, А. Ю. Шатилов. – Томск, ТПУ, 2003. – 336 с.*

3. Патент «Система автоматизированного контроля параметров окружающей среды» <sup>(19)</sup> Ru <sup>(11)</sup> 2674568 <sup>(13)</sup> C1; G01W 1/04 (2006.01). Авторы: Панарин В.М., Рылеева Е.М., Рерих В.А., Панферова Ю.А.

4. Заявка на патент № 2022102394 от 01.02.2022. «Стационарное устройство автоматического контроля выпуска сточных вод промышленного предприятия»/ Панарин В.М., Рылеева Е.М. и др.

## **ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПРОВОЛОЧНО-ДУГОВЫМ АДДИТИВНЫМ МЕТОДОМ ОБРАЗЦОВ СПЛАВА АМг5**

К.И. Семина, О.С. Седова  
Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены различные методы аддитивного производства, отмечены особенности проволочно-дугового аддитивного метода. Проведены испытания на одноосное растяжение изготовленных проволочно-дуговым методом образцов сплава АМг5 и построены диаграммы относительная деформация – напряжение. Проанализированы полученные экспериментально результаты, приведен предел прочности и химический состав рассмотренных образцов.

## **Введение.**

В настоящее время остро стоит вопрос о повышении эффективности использования ресурсов для производства деталей из различных материалов. Наиболее часто в данном контексте встречается понятие аддитивного производства – технологии, позволяющей создавать объекты путем наслаивания материала, которая варьируется различными параметрами: скоростью наслаивания, температурой среды, методами непосредственного наложения и так далее. Сама технология отличается гибкостью формы производимых объектов, что позволяет проектировать сложные детали как одно целое, а также способностью существенно сократить временной, денежный и энергоресурсы в сравнении с классическими методами.

Среди всех металлов алюминий (Al), сочетающий легкость и доступность с прочностью и коррозионной стойкостью, является наиболее часто встречающимся материалом в таких сферах, как аэрокосмонавтика, транспорт и медицинское оборудование [1]. В данный момент очень актуальным является развитие интеллектуальных производственных технологий, а также изучение возможностей снижения издержек производства и материалоемкости. В этом контексте большой потенциал имеет аддитивное производство. Существует несколько аддитивных технологий. Наибольшее распространение получили методы селективного лазерного плавления, селективного лазерного спекания, электронно-лучевого плавления, проволочно-дугового аддитивного производства [2, 3]. Однако, при использовании аддитивных технологий остро стоит вопрос качества материалов, их прочности и надежности, поскольку производство приводит к возникновению большого числа поверхностных и внутренних дефектов [4]. Некоторые задачи о напряженно-деформированном состоянии тел с поверхностными дефектами численно решены в [5, 6]. Ввиду существенного изменения свойств материалов, произведенных с помощью аддитивного метода, необходимо детальное исследование механических и эксплуатационных свойств производимых образцов.

В данной работе была выбрана технология производства, показавшая себя эффективной для алюминия, а именно проволочно-дуговой метод, который способен производить детали различных размеров и сложных форм, и показывающий преимущество в сокращении затраченных ресурсов по сравнению, например, с пудровым методом [7]. С аддитивно изготовленными образцами сплава Амг5 проведены испытания на одноосное растяжение, полученные результаты проанализированы и определена величина предела прочности образцов.

## **Описание методов и использованных материалов.**

Проволочно-дуговой метод, выбранный в данной работе для изготовления исследуемых образцов, обладает рядом преимуществ. По сравнению с другими способами аддитивного производства, он позволяет получить детали различного размера и формы без значительного изменения устойчивости. Кроме того, проволочно-дуговой метод обладает высокой эффективностью по времени, что является одним из важнейших факторов в процессе производства. Данные

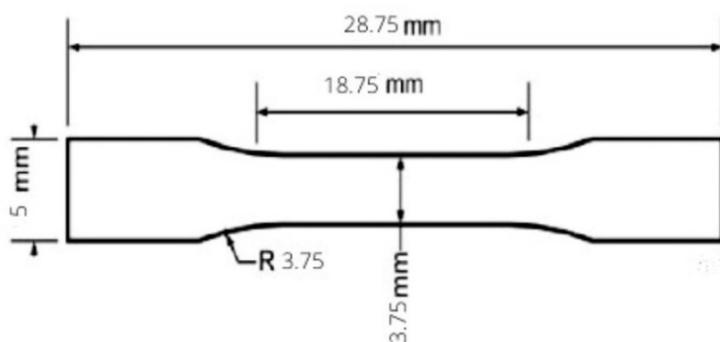
преимущества хорошо соотносятся со сферами аэрокосмонавтики, медицинского и транспортного обеспечения, в которых наиболее часто встречаются сплавы алюминия.

Для производства образцов была использована проволока АМг5, из которой путем наложения друг на друга слоев с разной скоростью были созданы пластины. Для этого был использован лазерно-дуговой сварочный комплекс в лаборатории Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. Из пластин в лаборатории Научного парка СПбГУ были вырезаны девять образцов в продольном направлении относительно изготовления. Форма и размер образцов указаны на рисунке. Химический состав образцов и анализ выгорания легирующих добавок при изготовлении данных образцов приведен в работе [8], таблица. Состав исходной проволоки и образцов отличается, так как в процессе аддитивного производства, при котором поддерживается температура плавления материала, некоторые компоненты испаряются.

Химический состав экспериментальных образцов, %

	Al	Mg	Fe	Cr	Mn	K	Ti	Ga
проволока	94.748	4.602	0.154	0.128	0.088	0.086	0.065	0.016
образец	94.742	4.712	0.14	0.119	0.096	0.091	0.073	0.016

Далее с образцами были проведены испытания на одноосное растяжение при комнатной температуре на базе Центра исследования экстремальных состояний материалов и конструкций Научного парка СПбГУ, с использованием электромеханического оборудования Instron ElectroPuls E3000.



Размеры образцов

### Результаты.

По результатам проведенных испытаний были построены диаграммы «относительная деформация – напряжение». Анализ полученной информации показал, что предел прочности рассматриваемых образцов варьируется от 212,7 МПа до 258,8 МПа. При этом значения предела прочности для семи из девяти образцов лежат в пределах от 245,3 МПа до 258,8 МПа. Причиной большого разброса пределов прочности в данной серии экспериментов является уникальность каждого образца с точки зрения количества и расположения в нем дефектов, возникших при производстве проволоочно-дуговым аддитивным методом.

Среднее значение предела прочности для рассмотренных девяти образцов составляет 245,2 МПа. Полученные значения ниже, чем соответствующие для образцов сплава АМг5, изготовленных традиционными способами. Это объясняется наличием множества пор и поверхностных дефектов, возникших при аддитивном производстве.

### **Заключение.**

В работе проведены испытания на растяжение и построены диаграммы относительная деформация – напряжение образцов сплава АМг5, изготовленных проволочно-дуговым аддитивным методом. Проанализированы полученные результаты. Средняя по серии экспериментов величина предела прочности составила 245,24 МПа, что существенно ниже значения для образцов сплава АМг5, изготовленных традиционными способами. Снижение прочности объясняется возникновением множества дефектов при аддитивном производстве.

*Публикация стала возможна благодаря исследованиям, проведённым в лабораториях Научного Парка СПбГУ. Авторы выражают глубокую благодарность специалистам Научного Парка СПбГУ.*

### **Список литературы**

1. *Athaib N.H. A review of Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) of Aluminium Composite, Process, Classification, Advantages, Challenges, and Application / N. H. Athaib, A. H. Haleem, B. Al-Zubaidy. – Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1973. – № 1. – 2021.*
2. *Добровольский Н.М. Особенности материалов и технологий аддитивного производства изделий / А.Н. Кубанова, А.Н. Сергеев, Н.М. Добровольский, А.Е. Гвоздев, П.Н. Медведев, Д.В. Малий. – Чебышевский сборник, Том 20, № 3. – 2019. – 453-477 с.*
3. *Chaturvedi I. 3D printing—A review of processes, materials and applications in industry 4.0. Sustainable Operations and Computers / A. Jandyal, I. Chaturvedi, I. Wazir, A. Raina, M. I. U. Haq, 2021. – 33-42 p.*
4. *Brennan M.C. Defects in metal additive manufacturing processes / M.C. Brennan, J.S. Keist, T.A. Palmer. – Journal of Materials Engineering and Performance, Vol 30, 2021. – 4808-4818 p.*
5. *Алмазова Л.А. Численное исследование прочности алюминиевого сплава с дефектами при циклических нагрузках / Л.А. Алмазова, О.С. Седова. – Процессы управления и устойчивость, Том 9, № 1. – 2022. – 77-81 с.*
6. *Вакаева А.Б. Расчет напряжений в поллой сфере с поверхностными дефектами / Д.Д. Окулова, А.Б. Вакаева, О.С. Седова. - Процессы управления и устойчивость, Том 6, № 1. – 2019. – 112-116 с.*
7. *Derekar, K. S. A review of wire arc additive manufacturing and advances in wire arc additive manufacturing of aluminium - Materials science and technology, Vol 34, № 8. – 2018. – 895-916 p.*
8. *Седова О.С. Анализ состава блоков сплава АМг5, созданных с помощью проволочно-дуговых аддитивных технологий / К.И. Семина, О.С. Седова. – Процессы управления и устойчивость, Том 9, № 1. – 2022. – 102-107 с.*

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И.И. Шепелев<sup>1</sup>, Е.И. Жуков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Красноярский государственный аграрный университет,  
г. Красноярск

<sup>2</sup> АО «РУСАЛ Ачинск»,  
г. Ачинск

***Аннотация.** Предложен способ утилизации мелкодисперсной пыли электрофильтров печей спекания. Пыль газоочистных сооружений выводят из электрофильтров, гранулируют и подают обратно в технологический процесс шихтоподготовки. При этом достигается экономия угольного топлива и сокращение расхода известняка более 530 тысяч т/год. Проведены исследования по вводу в сырьевую шихту лежалых гипсоангидритовых отходов глиноземного производства. Данные промышленного внедрения подтвердили результаты лабораторных исследований по вводу данной сульфатсодержащей техногенной добавки в глиноземную шихту, при этом обеспечивалось увеличение выпуска товарного продукта – сульфата калия не менее, чем на 5000 тонн в год и снижение расхода сырьевого компонента шихты- известняка на 13 000 т/год.*

***Ключевые слова:** рациональное природопользование, утилизация отходов глиноземного производства, сырьевая нефелиново-известняковая шихта, пыль газоочистных сооружений гипсоангидритовые отходы*

Производство глинозема – сложный технологический процесс, основанный на технологии комплексной переработки нефелиновой руды и известняка методом спекания [1]. Разработка ресурсосберегающих технологий, направленных на экономию сырьевых компонентов при переработке нефелиновых руд с одновременным решением экологических проблем путем вовлечения отходов производства и промышленных продуктов является сегодня актуальной проблемой [2,3].

Считалось целесообразным для снижения выброса в атмосферу мелкодисперсной пыли электрофильтров предложить использовать замкнутую систему пылеоборота и осуществлять подачу обратно в печи спекания пыль пылевой камеры, а пыль электрофильтров выводить из процесса, гранулировать ее и подавать обратно в технологический процесс шихтоподготовки (коррекционные бассейны) и последующий процесс спекания.

Результаты промышленных испытаний показали, что после исключения подачи мелкодисперсной пыли электрофильтров обратно в печь, оставив в пылевозврате только пыль из пылевой камеры, выбросы в атмосферу снизились с 12 до 9,8 г/с и достигли установленного предприятию норматива ПДВ.

Кроме того, такой способ утилизации мелкодисперсной пыли позволит уменьшить расход сырьевых компонентов шихты (известняка), так как основным минералом пыли газоочистных сооружений является кальцит (CaO). При возвращении в коррекционный бассейн мелкодисперсной технологической пыли, уловленной электрофильтрами 1, 2 и 3 электрическими полями позволит уменьшить количество вновь вводимого известняка для производства 1 тонны шихты с 533,89 кг до 476,22 кг, что ниже на 10,8 %. Вывод из оборота неорганической пыли и направление её в коррекционный бассейн сырьевого

цеха позволит сократить расход известняка до 531252,0 тонн в год. Проведенные расчеты показали, что при подаче в коррекционный бассейн выведенной из оборота пыли, очищенной электрофильтрами, расход угля снизится на 1,170 кг условного топлива для производства 1 тонны спёка, а с учетом выпуска продукции десятью печами спекания экономия угольного топлива составит 9415 тонны в год.

В процессе производственной деятельности на Ачинском глиноземном комбинате образуются и складываются различные побочные продукты и отходы. Одним из складываемых отходов на комбинате является побочный продукт производства фтористого алюминия – на 90-95 %, состоящий из сульфата кальция, представленного смесью ангидрита и гипса (таблица 1).

Таблица 1

Минералогический состав отходов производства фтористого алюминия, %

CaSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub> * 2H <sub>2</sub> O	CaF <sub>2</sub>	(Na <sub>2</sub> O * K <sub>2</sub> O) * Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Прочие
54,0	42,0	2,4	0,53	1,07

В настоящее время этот отход размещен на территории комбината в количестве более 140 тыс. тонн. При недостатке серы в известняке было предложено данные отходы производства вовлекать в процесс шихтоподготовки и направлять их в печи спекания. Проведенный химический и минералогический анализ данного производственного отхода показал, что его можно вводить в виде добавки в глиноземную шихту, как известь содержащий заменитель. Необходимость дополнительного ввода данной добавки в шихту обусловлена также недостатком оксида серы в определенные периоды в растворах содового производства. Пониженное содержание серы в этих компонентах в шихте и топливе приводит к изменению химического состава растворов содового производства и, как следствие, снижается выпуск сульфата калия. Диссоциация фторангидрита протекает быстрее, чем чистого CaSO<sub>4</sub>. Вследствие того, что SO<sub>3</sub> газов поглощается обжигаемым материалом, количество серы в нем повышается по мере продвижения по печи и достигает максимума в интервале температур 1200-1300°С. При более высокой температуре интенсифицируется процесс улетучивания серы.

На основании проведенных термохимических исследований сырьевых шихт с добавками фторангидрита можно сделать следующие выводы:

– CaSO<sub>4</sub>, участвуя в процессе минералообразования, ускоряет его; при этом образуется двухкальциевый силикат – 2CaO × SiO<sub>2</sub>;

– основное количество SO<sub>3</sub> взаимодействует со щелочами, с образованием сульфатов – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaSO<sub>4</sub>, устойчивых до температуры 1500°С; избыток SO<sub>3</sub> образует CaSO<sub>4</sub> и другие серосодержащие соединения.

Промышленным внедрением данной технологии по вводу гипсоангидритовых отходов достигнуто повышение концентрации сульфата калия в содовом растворе на 2,56 г/л, что обеспечивало повышение выпуска сульфата калия на 25,3 %. Прирост концентрации сульфата калия K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на 1 г/л

раствора обеспечивал прирост выпуска товарного сульфата калия 12т/сут или 4380 т/год.

Данные промышленного внедрения подтвердили результаты лабораторных исследований по вводу сульфатсодержащей техногенной добавки в глиноземную шихту, при этом обеспечивается увеличение выпуска товарного продукта – сульфата калия не менее, чем на 5000 тонн в год и снижение расхода сырьевого компонента шихты- известняка на 13 000 тонн в год.

Вторичное использование образуемых на глиноземном производстве отходов с вовлечением их в сырьевую шихту обеспечивает получение дополнительной прибыли от прироста выпуска товарных продуктов (глинозема, сульфата калия) и одновременно с этим решается задача рационального пользования природными ресурсами, направленными на предотвращение неблагоприятных для окружающей природной среды последствий производственной деятельности промышленного предприятия.

### Список литературы

1. Сизяков В.М. Эффективные способы комплексной переработки небокситового алюминиевого сырья на глиноземные и попутные продукты / В.М. Сизяков // Цветные металлы, 2001. – № 12. – С. 63-68.

2. Мирсаидов Х.М. Комплексная переработка отходов производства алюминия с местным минеральным сырьем / Х.М. Мирсаидов, Х.С. Сафиев, Б.С. Ахзимов // Цветные металлы, 2003. – №2. – С. 67-71.

3. Головных Н.В. Перспективы использования минеральных отходов теплоэнергетики в производстве глинозема / Н.В. Головных, А.А. Швеи, С.Б. Полонский // Цветная металлургия, 2008. – № 6. – С. 16-23.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КИСЛЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК И СОЛОМЫ РИСА

П.И. Миткина<sup>1,2</sup>, С.А. Терминов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет,  
г. Владивосток

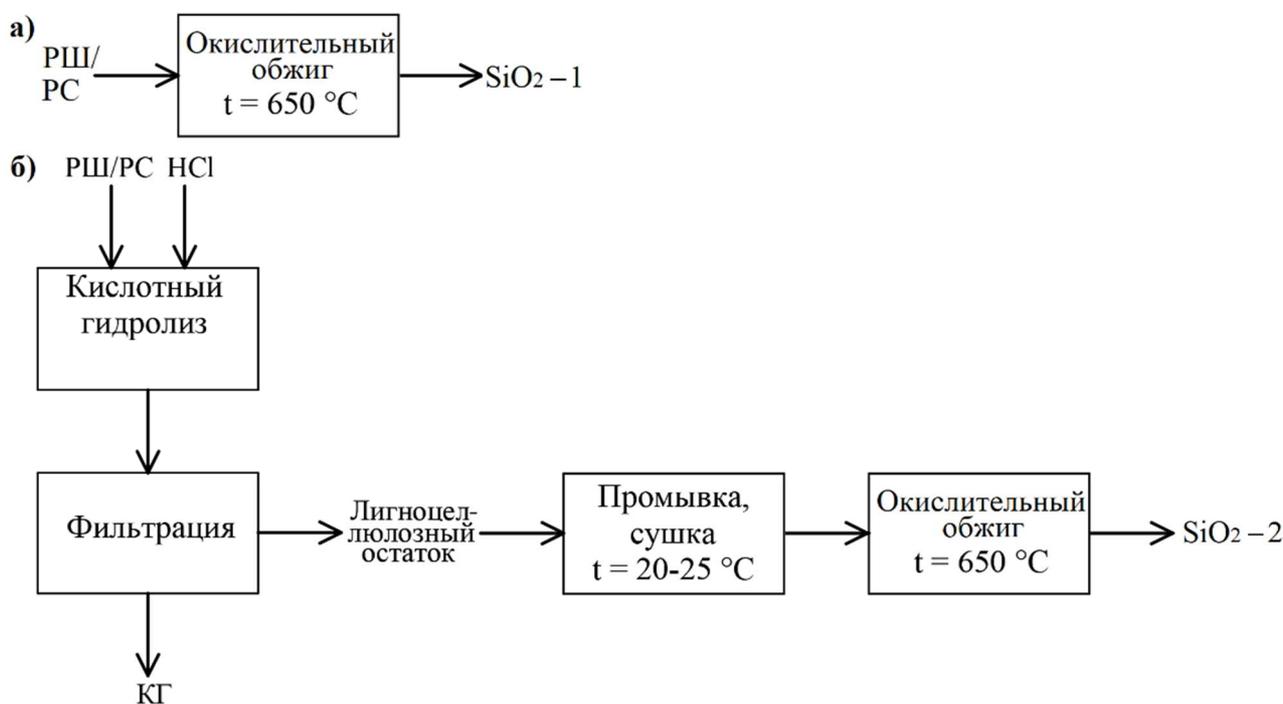
<sup>2</sup> Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
г. Владивосток

*Аннотация.* В данном исследовании проведена переработка шелухи и соломы риса окислительным обжигом с предварительной обработкой 0,1 М раствором соляной кислоты и без обработки. Изучен химический состав кислого гидролизата по основным показателям качества сточных вод. Показано, что контролируемые показатели имеют высокие значения, которые зависят от исходного сырья (шелуха или солома).

Использование отходов производства риса дает возможность обеспечить переход к рациональным моделям потребления и производства [1]. На различных стадиях переработки риса образуются твердые отходы (рисовая шелуха и солома), являющиеся сырьем для получения аморфного диоксида кремния. Как

описано в работах [2, 3], наиболее чистые образцы аморфного кремнезема, в которых содержание  $\text{SiO}_2$  достигает 99,99 %, можно получить из данного вида сырья с предварительной обработкой кислотой. При этом образуются кислые сточные воды (гидролизат, экстракт), содержащие растворимые компоненты шелухи. Однако вопрос рационального использования или очистки сточных вод остается актуальным. Поэтому цель настоящей работы – исследование химического состава кислого гидролизата, образующегося в процессе получения аморфного кремнезема из шелухи и соломы риса.

Биогенный диоксид кремния был получен из шелухи (РШ) и соломы риса (РС) сорта «Долинный», созданного в ФГБНУ "ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки" (Приморский край, п. Тимирязевский), окислительным обжигом с предварительной обработкой 0,1 М раствором соляной кислоты (схема 2) и без обработки (схема 1) [4]. Функциональные схемы получения биогенного кремнезема представлены на рисунке.



а – схема 1, б – схема 2

Функциональная схема получения биогенного кремнезема из шелухи и соломы риса

В кислом гидролизате были измерены: химическое потребление кислорода (ХПК) [5], фенольный эквивалент [6]. Солесодержание растворов измеряли на стационарном кондуктометре S230 (SevenCompact, Швейцария), pH – на pH-метре FiveEasyPlus 20 (Mettler Toledo, Швейцария) [7], цветность и мутность – на спектрофотометре UNICO-1201 (United Products & Instruments Inc., США) [8, 9].

Выход образцов (таблица 1) различается в зависимости от вида исходного сырья и метода получения. Выход зольных остатков из РШ больше, чем из РС, как и в ранее проведенных исследованиях [2, 4]. Показано, что из рисовой соломы экстрагируется в 2 раза больше веществ, чем из рисовой шелухи.

Таблица 1

Выходы кремнезема и экстрактивных веществ из рисовой шелухи и соломы, %

Сырье	Схема 1	Схема 2	
	SiO <sub>2</sub> -1	SiO <sub>2</sub> -2	Экстрактивные вещества
РШ	17	15	11
РС	12	9	23

При кислотном гидролизе образуются сточные воды, содержащие значительное количество взвешенных и органических веществ. Показатели качества кислого гидролизата РС, характеризующие содержание органических веществ (цветность, фенольный эквивалент, ХПК), больше, чем гидролизата РШ в 1,5-2 раза. Мутность гидролизата РС также превышена, но незначительно (таблица 2).

Таблица 2

Показатели качества кислого гидролизата из рисовой шелухи и соломы

Сырье	pH	Солесодержание, г/л	Цветность, град.	Мутность, мг/л	Фенольный экв., мг/л	ХПК, мгО/л
РШ	1	31	5100	300	293	9650
РС	1	26	7600	375	541	19300

Таким образом, в работе дана характеристика кислых гидролизатов, образующихся при получении аморфного диоксида кремния. Показано, что состав гидролизатов по основным показателям качества сточных вод (цветность, мутность, фенольный эквивалент, ХПК) зависит от исходного сырья (шелуха или солома). Все контролируемые показатели имеют высокие значения, что указывает на необходимость их дальнейшей очистки.

### Список литературы

1. Цели устойчивого развития // Организация Объединённых наций: [официальный сайт]. 2022. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>.
2. Земнухова Л.А. Исследование условий получения, состава примесей и свойств аморфного диоксида кремния из отходов производства риса / Л.А. Земнухова, Г.А. Федорищева, А.Г. Егоров, В.И. Сергиенко // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78, № 2. – С 324-328.
3. Патент 94031518 Российская Федерация, МПК С01В 33/12. Способ получения аморфного диоксида кремния из рисовой шелухи / Л. А. Земнухова, В.И. Сергиенко, В.С. Каган, Г.А. Федорищева; заявитель Институт химии Дальневосточного отделения РАН. 6 с.
4. Земнухова Л.А. Свойства аморфного кремнезема, полученного из отходов переработки риса и овса / Л.А. Земнухова, А.Г. Егоров, Г.А. Федорищева [и др.]. DOI 10.1134/S0020168506010067 // Неорганические материалы. – 2006. – Т. 42, № 1. – С. 24-29.
5. ПНД Ф 14.1:2:4.190-2003. Методика измерений бихроматной окисляемости (химического потребления кислорода) в пробах природных,

питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости Флюорат-02 / разработан ООО "Люмекс-маркетинг". – Санкт-Петербург: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2012. – 24 с.

6. Baird, R. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* // R. Baird, A. Eaton, E. Rice, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. – 23th Edition. – Washington, D.C., 2017. P. 988-992. ISBN: 9780875532875 РД 52.24.495-2017.

7. Водородный показатель вод. Методика измерений потенциометрическим методом / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением "Гидрохимический институт" (ФГБУ "ГХИ"). Ростов-на-Дону : Росгидромет, 2017. – 12 с.

8. ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 343 "Качество воды" [и др.]. – М.: Стандартинформ, 2019. – 28 с.

9. ГОСТ 31868-2012. Вода. Методы определения цветности / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 343 "Качество воды". – М.: Стандартинформ, 2019. – 17 с.

## ЗАМЕДЛЕННАЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОДОЕМОВ

О.В. Яковлева<sup>2</sup>, С.Н. Горячев<sup>2</sup>, Л.Б. Братковская<sup>2</sup>,  
А.А. Алексеев<sup>1</sup>, Д.Н. Маторин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
г. Якутск

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Москва

*Аннотация.* Рассмотрена природа замедленной флуоресценции хлорофилла в водорослях, которая возникает после прекращения освещения и происходит за счет энергии, выделяемой в ходе обратных реакций первичных фотопродуктов фотосинтеза в реакционном центре фотосистемы 2. Показана перспективность использования этой флуоресценции у водорослей для биомониторинга водоемов.

*Ключевые слова:* замедленная флуоресценция, фотосинтез, биомониторинг, фитопланктон, микроводоросли

Водоросли определяют состояние и продуктивность водных экосистем. При действии различных экологических факторов и антропогенных загрязнений в первую очередь изменяются концентрация и фотосинтетическая активность клеток водорослей [1-3].

На основе явления флуоресценции хлорофилла на кафедре биофизики биологического факультета МГУ создан погружной зонд и разработана «Методика измерений обилия и индикации изменения состояния фитопланктона в природных водах флуоресцентным методом» (ФР.1.39.2011.11246, ПНДФ 14.2.268-2012). Методика допущена для использования в целях

государственного экологического контроля по разделу количественный химический анализ вод [2].

Однако существует другой важный источник информации о характере функционирования фотосинтетического аппарата фитопланктона – это процесс замедленной флуоресценции (ЗФ) или длительного послесвечения [1-3]. Явление замедленной флуоресценции состоит в том, что после светового возбуждения в фотосинтезирующих клетках наблюдается слабое длительно затухающее красное свечение, испускаемое хлорофиллом *a*. Это свечение, возникает уже после прекращения быстрой флуоресценции за счет энергии, выделяемой в ходе темновых реакций первичных фотопродуктов фотосинтеза в реакционном центре (РЦ) фотосистемы 2 (ФС 2). Различие между быстрой и замедленной флуоресценцией связано с природой дезактивации возбужденного состояния излучающей молекулы хлорофилла. Если быстрая флуоресценция связана с процессами дезактивации возбуждения хлорофилла перед разделением зарядов в реакционном центре, то ЗФ возникает после первичного акта фотосинтеза, и энергия излучается в результате обратной рекомбинации разделенных зарядов. В процессе быстрой флуоресценции излучается 2-3 % поглощенной энергии, выход замедленной флуоресценции составляет только 0,03 % и менее от испускаемой флуоресценции.

Природа и свойства разных компонент рассмотрены в многочисленных статьях и обзорах [2,6-14]. По сравнению с быстрой флуоресценцией, ЗФ в меньшей степени применялась для изучения природного фитопланктона. Между тем, как нами было показано, что несмотря на более низкий квантовый выход, ЗФ фитопланктона возможно регистрировать даже в олиготрофных водах [4,5]. Высокая чувствительность аппаратуры достигается вследствие использования темнового интервала между возбуждением и регистрацией ЗФ, что позволяет существенно снизить примесные фоновые свечения, возбуждаемые действующим светом. Измерения ЗФ по сравнению с методами измерения быстрой флуоресценции исключает проблемы с возникновением флуоресценцией фона различных органических веществ, концентрация которых может быть очень существенной в пресноводных мелких водохранилищах в летний период и в стоках сточных вод.

Измерения ЗФ можно производить как на отдельных пробах, взятых из водоема батометрами и помещаемых в кварцевую кювету, так и непрерывно при подаче воды в специальную проточную кювету [5], располагающуюся внутри приборов на борту. подача воды из водоема осуществляется с помощью насоса. Использование проточной системы позволяет проводить непрерывную регистрацию продольных и глубинных профилей распределения активного фитопланктона в водоеме.

К достоинствам метода относятся короткая продолжительность испытаний и, соответственно, минимизация негативного влияния изменения физико-химических свойств среды на результаты, использование малых количеств тест-объектов. Преимущество ЗФ также в том, что измеряются только живые клетки, что увеличивает чувствительность тестов на токсичность. Подсчет клеток под

микроскопом или спектроскопические измерения хлорофилла включает также клетки, погибшие из-за токсинов. Это часто занижает токсические эффекты.

Преимущества использования ЗФ связаны с тем, что она несет дополнительную информацию о важнейшем процессе в клетке – энергизации фотосинтетических мембран и связанным с этим образованием АТФ. Показано, что многие токсические вещества в первую очередь влияют на эти энергопреобразующие процессы в клетке. Кроме того, оценка токсичности с измерением ЗФ по сравнению с методами быстрой флуоресценции исключает проблемы с флуоресценцией фона, которая может быть существенной, например, в сточных водах.

Опробование аппаратуры на лабораторных культурах микроводорослей и на пробах естественного фитопланктона, взятых из реки Москва и подмосковных водоемов, показало, что установка регистрирует сигналы ЗФ при содержании хлорофилла не менее 0,05 мкг/л, что позволяет проводить исследования в олиготрофных водах без предварительного обогащения проб.

Пропорциональность интенсивности ЗФ количеству активных реакционных центров ФС<sub>2</sub> позволило предложить метод ЗФ для оценки фотосинтетической продуктивности фитопланктона [4,5]. Параллельное измерение амплитуды ЗФ и фотосинтетической продукции выявило хорошую корреляцию между этими параметрами при измерении проб, взятых в определенное время суток.

*Работа выполнена при поддержке Междисциплинарной школы МГУ «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».*

### Список литературы

1. Маторин Д.Н., Венедиктов П.С. Рубин А.Б. Замедленная флуоресценция и ее использование для оценки состояния растительного организма. – Изд. АН СССР. Сер. биол., 1985. – № 4. – С. 508-520.

2. Маторин Д.Н. Замедленная флуоресценция растений и водорослей. Теоретические и практические аспекты / Д.Н. Маторин, В.А. Осипов, П.С. Венедиктов, А.Б. Рубин. – М.: Альтрекс, 2011. – 202 с.

3. Маторин Д.Н. Фотолюминесценция растений / Д.Н. Маторин, О.В. Яковлева. – М.: Альтекс, 2019. – 256 с.

4. Захарков С.П. Изучение распределения фитопланктона в океане с помощью метода измерения интенсивности замедленной флуоресценции / С.П. Захарков, Д.Н. Маторин, И.Р. Васильев, Е.Г. Стародубцев, П.С. Венедиктов // Биол. Науки, 1985. – № 2. – С. 100-105.

5. Маторин Д.Н. Метод непрерывного зондирования активного фитопланктона в водоемах путем регистрации замедленной флуоресценции / Д.Н. Маторин, И.Р. Васильев, П.С. Венедиктов, С.П. Захарков // Гидробиол. журн., 1986. – Т. 22, № 2. – С. 87-89.

6. Berden-Zrimec M. Chlorophyll a fluorescence in aquatic sciences: methods and applications. Developments in applied / M. Berden-Zrimec, L. Drinovec, Zrimec

A.M. *Delayed Fluorescence*. D.J. Suggett et al. (eds.) // *Phycology* 4, Springer Science, 2011. – P. 293-309.

7. Gerhardt V. *Delayed fluorescence excitation spectroscopy – an in vivo method to determine photosynthetically active pigments and phytoplankton composition* / V. Gerhardt, U. Bodemer // *ALGAS*, 2005. – Vol. 33. – P. 4-17.

8. Goltsev V. *Delayed fluorescence in photosynthesis* / V. Goltsev, I. Zaharieva, P. Chernev, R.J. Strasser // *Photosynth. Res.*, 2009. – Vol. 101. – P. 217-232.

9. Goltsev V.N. *Delayed luminescence yield kinetics in flash illuminated green plants* / V.N. Goltsev, T.V. Ortoidze, J.N. Sokolov, D.N. Matorin, P.S. Venediktov // *Plant Sci. Lett.*, 1980. – Vol. 19. – P. 339-346.

10. Govindjee Jursinic P.A. *Photosynthesis and fast changes in light emission by green plants*. In *Photochemical and Photobiological Reviews*. (Edited by K.C. Smith) // *Plenum Press*. New York, 1979. – Vol. 4. – P. 125-205.

11. Istvanovics V. *Continuous monitoring of phytoplankton dynamics in Lake Balaton (Hungary) using on-line delayed fluorescence excitation spectroscopy* / V. Istvanovics, M. Honti, A. Osztoics, H.M. Shafik, J. Padisak, Y. Yacobi, W. Eckert // *Freshw. Biol.*, 2005. – Vol. 50. – P. 1950-1970.

12. Krause H. *Application of delayed fluorescence of phytoplankton in limnology and oceanography* H. / Krause, V. Gerhardt // *J. Luminescence*, 1984. – Vol. 31-32, Pt. 2. – P. 888-891.

13. Kurzbaum E. *Delayed fluorescence as a direct indicator of diurnal variation in quantum and radiant energy utilization efficiencies of phytoplankton* / E. Kurzbaum, W. Ecker, Y. Yacobi // *Photosynthetica*, 2007. – Vol. 45. – P. 562-567.

14. Vasil'ev I.R. *Multiple action sites for photosystem II herbicides as revealed by delayed fluorescence* / I.R. Vasil'ev, D.N. Matorin, V.V. Lyadsky, P.S. Venediktov // *Photosynth. Res.*, 1988. – Vol. 15, №1. – P. 33-39.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы определения метрологических характеристик каналов давления и температуры системы ПИЛОН для контроля авиационных ГТД.

Определение метрологических характеристик осуществляется после тарировки каналов измерения и определения коэффициентов аппроксимации полиномиальной зависимости  $U_{\text{вых}}$  от  $U_{\text{вх}}$ .

Для определения каналов измерения используется баллон сжатого воздуха с установленным на нем редуктором и присоединенным к нему манометром и штуцером, которые подсоединяются к приемнику давления. Подача сжатого

воздуха осуществляется с помощью клапана, установленного на редукторе. Измерение подаваемого давления осуществляется с помощью манометра. На вход приемника давления подается последовательно давление от 0,2 атм до 2 атм через 0,2 деления в прямом и обратном направлении.

Система АДК «ПИЛОН» включается в режиме «настройка». Для каждого значения давления производится серия из десяти измерений, после чего результаты каждой серии измерений обрабатываются [1].

*Определение погрешности тракта температуры.* АДК «ПИЛОН» с размещенными на нем датчиками помещается в шкаф со стабилизацией температуры. Регулятором температуры поочередно устанавливаются заданные уровни температуры. Заданный уровень температуры выдерживается в течение 10 минут, после чего производится следующая серия измерений.

Определение метрологических характеристик производится в режиме настройки АДК «ПИЛОН». Значение температуры на приемнике задаются только до 90°C. Это объясняется тем, что в рабочем режиме пилон жгуты проводов, которые соединяют датчики с измеряемым устройством, располагаются вне потока и поэтому не подвержены действию высоких температур. Эта температура достаточна для определения метрологических характеристик измеряемого тракта, так как характеристика термопары ХК является линейной и представлена в паспорте на каждую термопару [2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## РЕАЛИЗАЦИЯ АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ВИДЕ МОБИЛЬНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы предполетной проверки турбомашин с помощью комплексной передвижной диагностической системы ПИЛОН.

Система оповещает о своей готовности и предлагает ввести режим испытаний. После вывода двигателя на заданный режим и ввода этого режима в систему клавишей ENTER запускается МК. Работа микропроцессорного

контроллера начинается с анализа регистра режима, по содержимому которого он выполняет предписанные программой действия.

В режиме измерения акустических полей движение пилона совершается по центральному кругу. Подпрограмма WI-CRUG вычисляет значения ДОС для каждого угла положения пилона  $\alpha^0$  от 0 до  $180^0$ . Поскольку центр пилона совмещен с центром сопла, пилон совершает круговое движение внутри сопла, охватывая всю его площадь.

Подпрограмма SECTOR задает направление движения исполнительным механизмам (ИМ), перемещающим пилон, и анализирует значения ДОС. [2]. Если текущее значения не превышают вычисленных для данного угла поворота, то продолжает обрабатываться заданное направление. Если текущее значение ДОС превысило или стало равно вычисленному, ИМ обесточиваются, выдается признак в регистр состояния, по которому микропроцессор запускает систему RFT и анализирует признак конца анализа, который переадресовывается ЭВМ в виде прерывания и начинается обмен данными между RFT и ЭВМ. После окончания обмена выдается признак в регистр режима контроллера, и контроллер продолжает свою работу, перемещая пилон на следующие 7 градусов и так повторяется, пока не будут пройдены 180 градусов и измерены спектры во всех заданных точках. Далее ЭВМ выдает подсказку оператору о перестановке микрофона. По этой подсказке микрофон устанавливается на левый торец и дается команда ЭВМ на продолжение работы. Теперь пилон будет двигаться в обратном направлении, точно по такому же алгоритму будут измеряться акустические спектры и передаваться в ЭВМ. Измеренные спектры формируются в файл для дальнейшей обработки в ЭВМ.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## НАЗЕМНАЯ И БОРТОВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБОМАШИН

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

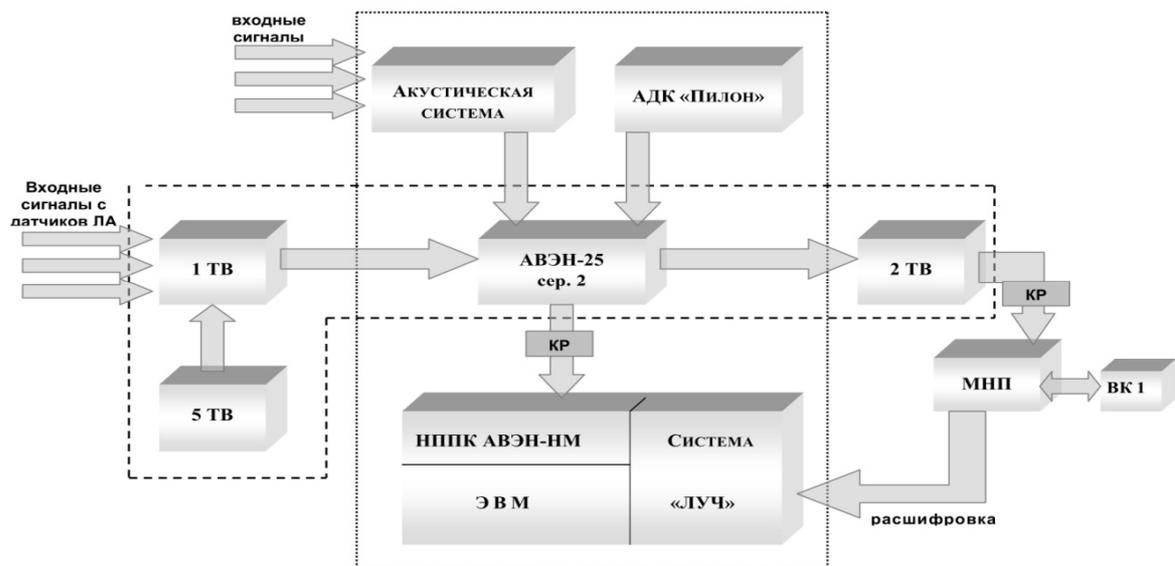
<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы предполетной проверки турбомашин с помощью комплексной передвижной диагностической системы ПИЛОН.

В летательном аппарате Су-27 входные сигналы от всех датчиков в аналоговой форме поступают в блок 1-ТВ после предварительного преобразования. От блока 5-ТВ, в котором записываются данные: дата, время, № вылета, № рейса и данные акустической системы АДК «ПИЛОН», данные поступают в авиационный вычислитель АВЭН-25 сер.2 в котором вычисляются контролируемые параметры. Кроме того, параметры приводятся к стандартным условиям, и в реальном масштабе времени проводится контроль узлов двигателя.

При наземном экспресс контроле информация после АВЭН 25сер. 2 через контрольный разъем поступает на наземный пункт контроля НППК АВЭН НМ, где в визуальном виде можно рассмотреть: в каком месте летательного аппарата и турбомашины имеется неисправность [1,2].

При полетном контроле информация может списываться как из АВЭН 25 сер.2 так из блока 2-ТВ через переносной магнитофон с кассетой ВК-1 и преобразовываются информация Системой «Луч». АВЭН 25 сер 2 расположен сбоку от кабины летчика, около левой стойки шасси. Лючок откручивается четырьмя болтами (располагается прибор на независимой подвеске).



Структурная схема совместной работы бортовой и наземной систем контроля и диагностики

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.
2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

# РЕАЛИЗАЦИЯ АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ КАК МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОСТРОЕНИЮ АЭРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,

К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* Предложенный метод контроля турбомашин предназначен для определения технического состояния турбомашин, установленных на самолете, в условиях аэродромного базирования.

Метод основан на измерении полей акустических и газодинамических и волоконно-оптических параметров газо-воздушного потока на срезе сопла по всей его площади в период эксплуатации и сравнении измеренных значений с эталонными полями, измеренными за этим же двигателем, вышедшим с завода изготовителя или после переборки на ремонтном предприятии. Набор контролируемых характеристик турбомашин позволяет не только обнаруживать неисправное его состояние, но и определять причину неисправности, а также, осуществлять прогноз.

Внедрение в эксплуатацию мобильного наземного комплекса АДК «ПИЛОН», позволяющего в условиях аэродромного базирования определять техническое состояние рабочих лопаток турбомашин позволило разработать интерфейсы для подключения наземного комплекса к бортовому оборудованию. Схема подключения наземного комплекса к борту самолёта представлена на рисунке.



Схема подключения наземного комплекса к борту самолёта

Для связи наземного комплекса АДК «ПИЛОН» с бортовой центральной вычислительной машиной (БЦВМ) и подключения его к мультиплексному каналу информационного обмена, с которым связано все бортовое оборудование самолета, было разработано интерфейс (оконечное устройство), представляющее собой специальную микро-ЭВМ и работающую под управлением БЦВМ. Устройство способно передавать информацию, полученную в результате испытаний, в виде последовательного цифрового кода [1,2].

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА СРЕЗЕ СОПЛА ТУРБОМАШИН ПРИ ИХ ИСПЫТАНИЯХ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

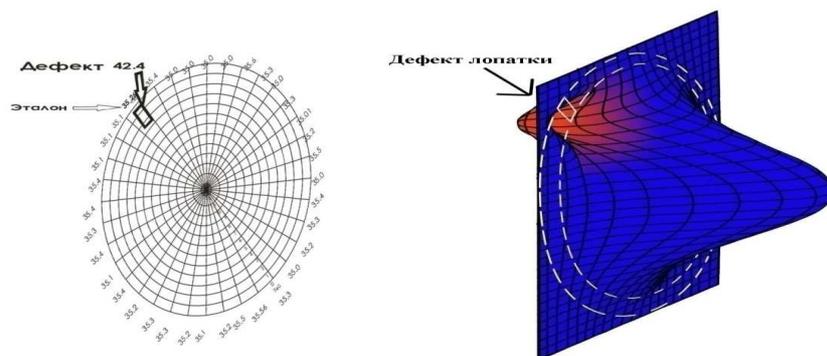
<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях.

Для этих целей разработана одно секционная и трех-секционная аэроакустические волоконно-оптические системы контроля с возможностью диагностировать рабочие лопатки проточной части турбомашин по плоскости среза сопла и их представление в виде картографического портрета результирующих параметров исследуемого устройства, с возможностью локализации дефектов на ранней стадии их развития по точкам в 1D формате; локализации по точкам и по площади в 2D формате и локализации по объему в 3D формате.

Далее был автоматизирован процесс сбора и обработки диагностической информации полученной с аэроакустической волоконно-оптической системы контроля (рисунок). Представлена возможность контролировать сопловые и рабочие лопатки проточной части турбомашин с учетом локализации данных. Позволяет визуально подтвердить годность или развивающуюся неисправность в 3D формате измерений по объему (ступени турбинных лопаток) путем контроля турбомашин трехсекционной аэроакустической системой (расстояние между секциями определено как расстояние между ступенями турбины), соединенной с аппаратурой контроля оборотов турбомашин с учетом синхронизации.



Возможные формы визуального представления картографического портрета дефекта рабочих лопаток турбомашин в изометрии: а) по точкам в 1D формате; б) по точкам и по площади в 2D формате; в) по объему в 3D формате

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.
2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## РЕАЛИЗАЦИЯ АЭРО-ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АКУСТИЧЕСКИХ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЯХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
 К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань  
<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях.

Аэро-оптические технологии реализовывались через исследование влияния структуры газового потока в элементах газо-воздушного тракта турбомашин на моделях излучаемого ими шума для оценки технического состояния в заглушенной камере, формирование банка моделей, исследование, разработка и создание специализированных микропроцессорных модулей для проведения акустических исследований в заглушенной камере (акустическом боксе) и для измерения газодинамических параметров потока на срезе сопла турбомашин в стендовых условиях; разработка и испытание аэроакустических методов и принципов диагностики в лабораторных и стендовых условиях;

исследование и разработка газодинамических методов и диагностических устройств на базе специализированных микропроцессорных модулей для испытания, контроля и диагностики авиационных двигателей по газодинамическим параметрам потока на срезе сопла в стендовых условиях и создание акустических портретов неисправностей.

Акустический бокс предназначен для проведения оптико-акустических и газодинамических измерений с использованием волоконно-оптических технологий в помещении, для создания свободного звукового поля в помещении, при продувке моделей элементов турбомашин и позволяет повысить надежность и достоверность получаемой при измерении информации. Камера содержит корпус, внутренняя сторона которого облицована сетчатым оптическим экраном, выполнена из пористого звукопоглощающего материала. Корпус со стороны входной газовой магистрали имеет патрубок, снабженный напорным регулируемым вентилятором с регулируемой установкой углов, сообщенный с зазором между корпусом и камерой. Внутри камеры на выходе газовой магистрали, имеющей сопло, расположена оптическая сканирующая система регистрации акустических и газодинамических параметров, которая снабжена совмещенным датчиком полного, статического давления и температуры.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // *Контроль. Диагностика.* – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // *Контроль. Диагностика.* – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБОМАШИН СИСТЕМОЙ АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях.

1. Выявление принадлежности вектора невязок (ВН) доверительному интервалу, который определен экспериментально и составляет  $\pm 1\%$  от эталонных значений уровней звукового давления в  $1/3$  октавной полосе частот.

При выходе невязок из доверительного интервала дается заключение о наличии неисправности в проточной части турбомашин или ГТД.

2. Для идентификации неисправности выполняются следующие операции:

- Идентификация прогара. Вычисляются диагностические признаки для каждой точки измерения:

$$\begin{aligned} a_{1i} &= L_{i29} - L_{np29} \\ a_{2i} &= L_{i30} - L_{np30} \\ a_{3i} &= L_{i31} - L_{np31} \end{aligned} \quad (7.3)$$

Анализируются совокупности признаков  $a_{1i}$ ,  $a_{2i}$ ,  $a_{3i}$  на знак:

При выполнении условия, что совокупность признаков больше нуля соответствует наличию таких дефектов проточной части турбомашин или ГТД как: прогар неподвижных элементов проточной части.

2. Идентификация дефекта проскальзывание межвального подшипника:

- вычисляется частота следования дискретной составляющей равная частоте следования лопаток по формуле:

$$f = K \cdot \Omega \quad (1)$$

где:

$K$  – количество лопаток;

$\Omega$  – окружная скорость.

- анализируются невязки на частоте следования и при значениях невязок меньших нижней границы доверительного интервала дается заключение о наличии эффекта проскальзывания.

3. Выявление неисправностей на холодном режиме испытаний предопределяет проведение испытаний на горячем режиме для: выявления изменений эксплуатационных характеристик и времени безопасной эксплуатации авиационного двигателя. Можно подытожить, что испытания турбомашин или ГТД на режиме холодной прокрутки по акустическим характеристикам являются наиболее предпочтительным при эксплуатации авиационной техники по техническому состоянию, и позволяют осуществлять предполетный контроль состояния ГТД не вырабатывая при этом ресурса ГТД не топлива.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ГРАД»

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях.

Программный комплекс «ГРАД» был создан в лаборатории САПР ГТД Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева (КАИ) в период с 1962 по 1982 годы под руководством профессора А.П. Тунакова. Позднее, он неоднократно дорабатывался с заменой версий, типа компьютеров, операционных систем и алгоритмических языков. Программный комплекс разрабатывался и предназначен для выполнения большинства газодинамических расчетов в проточной части ГТД любых реальных схем и различных энергетических установок. Основу комплекса составляет универсальная математическая модель ГТД. Она является поверочной, то есть, предназначена, в основном, для выполнения расчетов уже существующих или спроектированных двигателей.

В программном комплексе реализованы модули, которые позволяют составить модель ГТД любой реальной схемы, включая адаптивные. Это было многократно подтверждено в процессе практической работы со многими предприятиями авиационной промышленности и различными моделями ГТД. При выполнении каждого расчета принципиальная схема ГТД задается соответствующими ей исходными данными в виде цифрового шифра, правила, составления которого описаны в инструкции по эксплуатации программного комплекса. Для облегчения конфигурирования модели ГТД был разработан «Атлас схем газотурбинных двигателей», в котором, приведены принципиальные схемы всех известных ГТД, марки двигателей, выполненных по этим схемам, и готовые шифры, предназначенные для исходных данных «ГРАДа». Кроме шифра может быть задан дополнительный набор признаков, который позволяет пропускать некоторые, в данном случае ненужные, фрагменты алгоритмов, а главное, выбирать нужный вариант фрагмента при наличии альтернатив.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

# АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК, В УСЛОВИЯХ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ И СТРУКТУРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ГАЗО-ВОЗДУШНОГО ПОТОКА НА СРЕЗЕ СОПЛА ТУРБОМАШИН

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,

К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается предварительная оценка состояния турбомашин или ГТД по акустическим параметрам осуществляется по диагностическому признаку.

Алгоритм контроля турбомашин основан на сравнении относительных параметров шума с предельными значениями параметров шума для бездефектного объекта, полученными экспериментально по диапазонам.

Для каждой точки измерения –  $i$  вычисляются диагностические признаки  $a1i$ ,  $a2i$ ,  $a3i$ :

$$d1i = L_{i\ 29} - L_{29\ пр} = L_i - 0,049;$$

$$d2i = L_{i\ 30} - L_{30\ пр} = L_i - 0,07;$$

$$d3i = L_{i\ 31} - L_{31\ пр} = L_i - 0,1$$

где:  $L_{пр}$  – предельные значения относительного параметра шума, соответствующие неповрежденному объекту.

Совокупность диагностических признаков  $d1i - d3i$ , для каждой точки измерения анализируется на знак. Положительная совокупность для любой точки указывает на наличие дефекта. Местоположение дефекта по окружности определяется координатами точки, для которой признаки  $d1i - d3i$  положительны.

Идентификация масштаба дефекта осуществляется по математической модели, которая рассчитывается для относительного параметра шума  $L_{31}$  точки, для которой совокупности признаков положительны:

$$M_{д} = -1,2L_{31} + 17,2 L_{31}^2, \quad (1)$$

где:  $M_{д} = S_{д} / S_{э}$  – масштаб дефекта;

$$S_{д} = M_{д} \cdot S_{э} \quad (S_{э} = 425 \text{ мм}^2 \text{ площадь эталонной лопатки}).$$

Диагностический признак  $d1i$ , полученный для каждой точки измерения, анализируется на знак. Положительное значение ( $d1i > 0$ ) свидетельствует о наличии дефекта проскальзывания межвального подшипника[1,2].

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

# ВАРИАНТЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБИН И СМЕЖНЫХ ДЕФЕКТОВ В ДВУМЕРНОМ (2D) И ТРЕХМЕРНОМ (3D) ФОРМАТАХ ПО ПРОСТРАНСТВУ ТУРБОМАШИНЫ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,

К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается метод экспресс-диагностики технического состояния турбомашин в условиях эксплуатации заключающийся в том, что на каждый двигатель имеется накопитель, в который записаны все контрольные характеристики турбомашин и допуски.

В практике эксплуатации турбомашин встречается ряд дефектов, проявление которых на горячих режимах способно вызвать серьезные разрушения элементов проточной части турбомашин, поэтому диагностирование на холодном режиме по акустическим характеристикам при небольших скоростях ставит своей целью выявление тех дефектов, которые не могут быть определены на горячих режимах, например: прогары на стадии зарождения или проскальзывание межвальных подшипников, которые способны привести к заклиниванию двигателя.

В последнее время получили широкое распространение методы с использованием математической модели турбомашин, но эти методы не достаточно точны, так как они обобщают индивидуальные характеристики двигателя. Метод оценки технического состояния турбомашин по уровню термогазодинамических параметров является в настоящее время одним из основных методов оценки годности двигателя в процессе серийных сдаточно-контрольных испытаний и находит широкое распространение для оценки состояния по мере выработки ресурса как в процессе длительных ресурсных испытаний, так и в эксплуатации.

Эффективность оценки состояния турбомашин по уровню термогазодинамических параметров определяется уровнем точности контрольно-измерительной аппаратуры, используемой для измерения этих параметров; достоверностью технических норм на допускаемые отклонения параметров турбомашин, под которой понимается адекватность взаимосвязи граничных значений технических норм на параметры с критическими значениями их, при которых происходит недопустимое изменение эксплуатационных свойств двигателя [1,2].

Методы оценки состояния турбомашин по уровню термогазодинамических параметров основаны на сравнении последних с техническими нормами на допустимые отклонения этих параметров и на сравнении темпов изменения параметров по мере наработки ресурса, а также на оценке характера изменения параметра. Метод требует дискретного или непрерывного измерения параметров по времени. Признаком изменения

состояния в данном случае является момент времени  $t$ , который соответствует началу изменения параметров отличному от типового протекания. Начало изменения состояния в данном случае определяется моментом времени  $t$  и скоростью изменения параметров (величина производной  $dP/dt$ ). Информативность такого метода оценки состояния существенно повышается при использовании одновременно нескольких параметров взаимосвязанных между собой.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается метод исследования технического состояния турбомашин с использованием волоконно-оптических технологий.

Используя распределенное акустическое зондирование – это технология, которая использует явление, заключающееся в том, что фаза обратного рассеяния света Рэлея в оптическом волокне высокочувствительна к внешним акустическим сигналам и механическим колебаниям; внешние динамические колебания могут быть количественно определены и графически выражены как функция расстояния по всему оптическому волокну через реализацию соответствующих схем запросов. Благодаря выбору оптимальных параметров производительности, современные системы акустики способны количественно определять и локализовать возмущения с разрешающей способностью вплоть до одного метра на расстоянии десятков километров. За счёт своей уникальной возможности, технология распределенного акустического зондирования широко используется во многих важных отраслях, включая обнаружение вторжений, безопасность трубопроводов, геологохимические и сейсмические исследования, мониторинг и другие соответствующие области; что, практически, даже несопоставимо с традиционными точечными датчиками. Большинство реализаций акустических технологий направлены на обнаружение сейсмических

сигналов там, где волокно установлено под землёй. Существует несколько попыток использовать технологию DAS для измерения акустических сигналов в воздухе. Кроме того, положение выявленных источников обычно определяется в зависимости от расстояния в одномерном осевом пространстве вдоль чувствительного волокна, без информации о направлении и расстоянии смещения к чувствительному волокну, что более предпочтительно для современных акустических измерений. Некоторое время тому назад, Nina [1,2] и др., описали применение технологии для реализации двумерного (2D) сопровождения движущихся целей в воздухе с использованием эффекта Доплера.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## КОМПЛЕКСНАЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

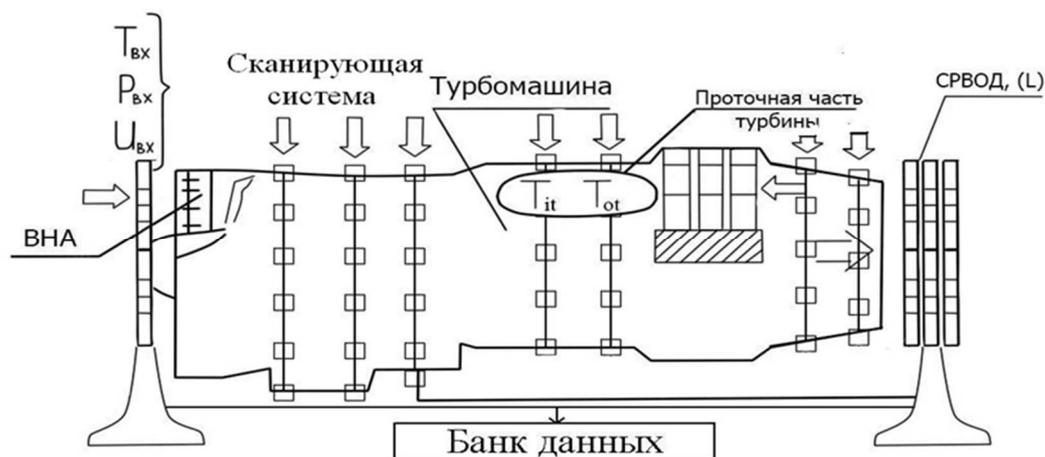
<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается метод экспресс-диагностики технического состояния турбомашин с использованием волоконно-оптических технологий.

Для иллюстрации эквивалентного отклика акустической волны с использованием акустического зондирования в качестве распределённой матрицы акустических датчиков, построена модель подлинной распределённой матрицы чувствительных элементов. Анализируется специфичность эквивалентной матрицы чувствительных элементов, а для определения локализации 2D и 3D источников с помощью ASP используется комплексная волоконно-оптическая сенсорная система, использующая пространственную корреляцию представленная на рисунке.

Насколько нам известно, это первый случай, когда технология акустического зондирования показала свои возможности для обнаружения 2D и 3D акустических источников по модели распределённого зондирования. Осуществимость этой модели проверена с помощью технологии акустического зондирования при использовании фазово-чувствительных схем оптической рефлектометрии во временной области и структуры сенсублизации волокон в качестве доказательства концепции[1,2].



Комплексная волоконно-оптическая сенсорная система использующая пространственную корреляцию

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТУРБОМАШИН АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА БАЗЕ СЕНСОРНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается диагностирование технического состояния турбомашин с использованием волоконно-оптических технологий.

Техническое диагностирование – это процесс определения с необходимой точностью технического состояния двигателя. Результатом технического диагностирования является заключение о техническом состоянии объекта с указанием при необходимости места, вида и причины неисправностей.

В зависимости от вида технического состояния, которое требуется установить при диагностировании, производят:

- проверку исправности (диагностирование при контроле турбомашин);
- проверку работоспособности;
- проверку функционирования, при которой определенное изделие в целом или его составные части выполняют в реальном масштабе времени

определенные функции по предписанным алгоритмам со значениями параметров, соответствующих заданным алгоритмам. Фактически, способ преобразует оптическое волокно в распределённую матрицу акустических датчиков, являющуюся аналогом микрофонной или антенной решетки, а методы обработки акустических сигналов (ASP), разработанные для применения в этих областях, могут быть, в принципе, использованы и для акустики. [1,2] В некоторых публикациях высказывается предположение о том, что формирование луча с использованием акустического зондирования возможно. Однако ни в одной опубликованной работе не описаны механизмы извлечения информации о местоположении 2D или (3D) акустических источников из измерений, сделанных с помощью технологии акустического зондирования. В этом письме предлагается технология локализации распределенного акустического источника на основе метода ASP.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ В СМЕЖНЫХ И ПРЯМЫХ ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБОМАШИН

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается диагностирование технического состояния турбомашин с использованием волоконно-оптических технологий.

Что касается практического применения метода в эксплуатацию то реализация акустоэлектрического метода и дополненного газодинамическими исследованиями, реализованными на сенсорной системой позволят выявлять неисправности турбомашин на ранней стадии их зарождения. Новая элементная база такая как: ВБР получили широкое распространение в волоконно-оптических системах, для связи и зондирования. В дополнение к типичному преимуществу волоконно-оптических датчиков (ВОД) по сравнению с обычными датчиками, в том числе имеют, улучшенную чувствительность, уменьшенный размер, уменьшенный вес, невосприимчивость к ЭМП, и

электрически нейтральны, а также предлагают дополнительные преимущества, многосторонность, короткую длину датчика, и легкость мультиплексирования.

Эти преимущества делают ВБР подходящими для восприятия акустико-ультразвуковых сигналов в специфических зонах применения, как

структурный мониторинг здоровья так и в других областях, таких как возможность применения в вопросах диагностики и контроля турбомашин, применительно используя их возможности в неразрушающих методах контроля. Наиболее значимые из них преимущества-это способность ВБР, чтобы быть чувствительным к малейшему изменению физического контролируемого поля, находясь в мультиплексированном состоянии. Один ВБР может быть датчиком температуры с изолированным напряжением, в то время как второй может быть температурой чувствительной как тензометрический датчик, и все же третий может быть датчиком коррозии, покрытым слоем, где поглощение побочных продуктов коррозии вызывает напряжение [1,2]. Это значит, что с одиночная ВБР воспринимается как почти необходимая измеряемая величина, которая может быть отслежена.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ВХОДЕ И НА ВЫХОДЕ ТУРБОМАШИНЫ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, А.А. Сайфуллин<sup>1</sup>, В.Ю. Казаров<sup>1</sup>,  
К.А. Коновалов<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

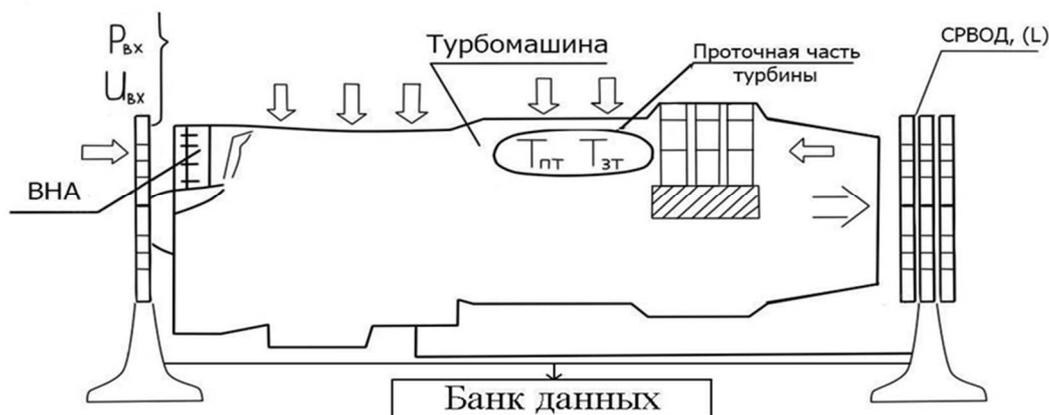
<sup>2</sup> СШОР «Атлетика» г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается диагностирование технического состояния турбомашин с использованием волоконно-оптических технологий.

Технический результат, получаемый при использовании данной системы заключается в повышении точности и достоверности диагностирования за счет локализации объемов измерения и избирательности точек измерения по радиусам и окружностям точек измерения, как на входном сечении воздухозаборника, так и на срезе сопла турбомашин.

Технический эффект достигается за счет диагностирования двигателя по изменениям замеряемых входных аэрооптических и газодинамических

параметров полного, статического давления и температуры и уровня звукового давления и рассчитываемых параметров как, расход воздуха и тяга и выходных аэрооптических и газодинамических замеряемых параметров соответственно, сравнивая их с эталонными значениями (предельными значениями на параметр) определять наличие характерных или неопределенных дефектов множество во входной и выходной части турбомашины как по окружности, так и по радиусу, на различных режимах как на установившихся так и на неустановившихся переходных режимах работы двигателя представленного на рисунке [1,2].



Комплексная система восстановления акустического поля на входе и на выходе турбомашины

Сущность предлагаемого способа контроля заключается в следующем: что замеряют на входе в турбомашину в плоскости среза воздухозаборника в полете и на земле с помощью передвижной по окружности и по ходу оси бортовой автоматической комплексной аэро-оптической сетчатой системы контроля из волоконно-оптических датчиков Брэгга, совмещенных датчиков полного, статического давления, температуры измеряя акустический параметр давления в точке, которая заключена в элементарную площадку (уровень шума).

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.
2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

# ЛОГИКО-ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С МЕЖСЕЗОННЫМ ВНЕСЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ

А.В. Нечаева<sup>1</sup>, С.В. Остах<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФИЦ Биотехнологии РАН,

<sup>2</sup> РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,  
г. Москва

*Аннотация.* При использовании экосистемного структурно-логического подхода с использованием консорциума нефтеокисляющих микроорганизмов при ремедиации нефтезагрязненных земель можно добиться максимально ресурсосберегающего решения с минимальным воздействием на окружающую среду. Применение логико-информационной модели обусловлено необходимостью структурировать работу подготовительного этапа биоремедиации с дополнительным внедрением аборигенных психрофильных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов в зависимости от применяемого биопрепарата, а также исключить выполнение в процессе этого этапа дублирующих процедур. Реализуемая блок-схема предполагает сопоставление предметно-ориентированного материала с пространственной картиной распространения загрязняющих веществ и построения технологических карт ремедиации нефтезагрязненных почв в межсезонный период с использованием модифицированного биопрепарата.

Нефть и нефтепродукты, оказавшись в почве в случае антропогенного воздействия, оказывают существенное негативное влияние на ее свойства. При использовании экосистемного структурно-логического подхода с использованием консорциума нефтеокисляющих микроорганизмов при ремедиации нефтезагрязненных земель можно добиться максимально ресурсосберегающего решения с минимальным воздействием на окружающую среду [1-3].

В настоящее время актуальной задачей является адаптация биопрепаратов-нефтедеструкторов к суровым климатическим условиям [4,5], одной из целей которой является возможность проведения процесса биоремедиации земель в после- и довегетационный периоды для достижения лучшего эффекта восстановления почв [6].

Биопрепараты-нефтедеструкторы могут производиться путем культивирования ассоциации аборигенных микроорганизмов, выделенных из образцов нефтезагрязненных почв конкретного участка [6,7]. Наличие в биопрепарате таких штаммов предполагает, что полученный нефтедеструктор будет заранее адаптирован к заданным условиям, что в свою очередь благоприятно скажется на проведении процесса ремедиации в межсезонный период. Кроме того, на эффективность работы биопрепарата в суровых климатических условиях может повлиять наличие в его составе психрофильных (холодолюбивых) штаммов, оптимум развития которых составляет 10 °С и ниже. В связи с этим выделение психрофилов из аборигенной микрофлоры также является актуальной задачей при получении биопрепаратов [8].

Одним из биопрепаратов, показавшим высокие результаты при работе в условиях холодного климата, является биопрепарат «Нефтедеструктор» марки Север, консорциум которого включает ассоциацию нефтеокисляющих

микроорганизмов, в том числе аборигенных, устойчивых к холоду штаммов, адсорбированных и высушенных методом контактно-сорбционного обезвоживания до оптимальной влажности на сорбенте, представляющим собой цеолит с размером гранул 0,1-0,5 мм. Данный биопрепарат также может использоваться в составе с гуминовым препаратом, который является дополнительным питанием для активного роста и развития микроорганизмов в условиях пониженных температур [7].

Получение и применение «Нефтедеструктора» и других подобных нефтеокисляющих биопрепаратов предусматривает реализацию строгой логико-алгоритмической последовательности [9] согласно календарного плана рекультивационных работ. Символически выразить в наглядной форме стадию построения биопрепаратов-нефтедеструкторов в процессе подготовительного этапа биоремедиации целесообразно с помощью логико-информационной модели (далее – ЛИМ).

Применение ЛИМ обусловлено необходимостью структурировать работу подготовительного этапа биоремедиации с дополнительным внедрением аборигенных психрофильных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов в зависимости от применяемого биопрепарата, а также исключить выполнение в процессе этого этапа дублирующих процедур.

ЛИМ включает в себя информационную (база данных), логическую (эвристический алгоритм выбора показателей) и программную составляющие и связи между ними [10].

Способ графического представления ЛИМ, применимой для экспериментальных исследований и интерпретации мультипараметрических эколого-аналитических данных, приспособленных к конкретному временному ряду проводимых мероприятий биоремедиации и проектирования консорциума микроорганизмов, и их информационная взаимосвязь относительно вегетационного периода показаны на рисунке.



Блок-схема логико-информационной модели ремедиации нефтезагрязненных земель с межсезонным внесением биопрепаратов

Реализуемая блок-схема предполагает сопоставление предметно-ориентированного материала с пространственной картиной распространения загрязняющих веществ и построения технологических карт ремедиации нефтезагрязненных почв в межсезонный период с использованием модифицированного биопрепарата. Таким образом, данная модель позволит оптимизировать процесс биоремедиации в межсезонный период, тем самым повысив эффективность восстановления нефтезагрязненных земель.

### Список литературы

1. Коршунова Т.Ю. Микробиологические технологии ликвидации нефтезагрязнений в различных климатических условиях: автореф. дис. д-р. биол. наук: 03.01.06, 03.02.03. – Уфа, 2019. – 47 с.
2. Ганеев И.Г. Ремедиация и рекультивация техногенно деградированных земель / И.Г. Ганеев, А.А. Кулагин / Вестник Оренбургского государственного университета, 2009. – № 6(100). – С. 554-557.
3. Коршунова Т.Ю. Полифункциональные биопрепараты-нефтедеструкторы: влияние на растения и содержание нефти в почве / Т.Ю. Коршунова, М.Д. Бакаева, О.Н. Логинов / Экология и промышленность России, 2018. – № 9. – С. 18-22.
4. Филонов А.Е. Микробные биопрепараты для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях умеренного и холодного климата: автореф. дис. д-р. биол. наук: 03.01.06. – Пушино, 2016. – 46 с.
5. Ананько Г.Г. Устойчивость нефтеокисляющих микроорганизмов к низким температурам / Г.Г. Ананько, В.Г. Пугачев, О.Д. Тотменина, В.Е. Репин / Биотехнология, 2005. № 5. С. 63-69.
6. Остах С.В. Биоремедиация почв с применением нефтедеструктора и почвоструктуратора в Западной Сибири / С.В. Остах, А.В. Деньгаев, Е.Г. Шурыгина, Д.Н. Степаненко / Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина, 2021. № 1(302). С. 37-47.
7. Саргин Б.В., Остах С.В., Батарагин В.М., Шурыгина Е.Г., Деньгаев А.В. Препарат для биодegradации нефти и нефтепродуктов (Нефтедеструктор) // Патент РФ № RU2763428C1. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение «Волга-Экология». 2021. Бюл. № 1.
8. Гареева Э.Р. Очистка нефтезагрязненных грунтов с использованием психрофильных микроорганизмов / Э.Р. Гареева, Э.Г. Валиуллин / Молодая нефть: материалы I Всероссийской молодежной научно-технической конференции нефтегазовой отрасли «Молодая нефть» (Красноярск, 15-17 мая 2014 г.). – Красноярск: СФУ, 2014. – 294 с.
9. Нечаева А.В. Методология оценки нефтеокисляющей способности биопрепаратов-нефтедеструкторов / А.В. Нечаева, С.В. Остах / Компетентность, 2022. №. 6. С. 42-48.
10. Изотова Т.Г. Логико-информационная модель выбора показателей оценки эффективности: в помощь инвестору / Т.Г. Изотова, С.И. Васютинская, И.И. Чубаров / Уральский научный вестник, 2016. Т. 5. № 1. С. 52-54.

# СОСТАВ, СТРОЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОГЕННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ КАЛИЯ ИЗ СОЛОМЫ И ШЕЛУХИ РИСА

С.В. Довгань<sup>1</sup>, О.Д. Арефьева<sup>1,2</sup>, А.Е. Панасенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет,

г. Владивосток

<sup>2</sup> Институт химии ДВО РАН,

г. Владивосток

***Аннотация.** В работе получены биогенные алюмосиликаты калия из рисовой шелухи и соломы. Определен химический состав образцов, который соответствует формуле  $KAlSi_3O_8 \cdot nH_2O$ . Методом ИК-спектроскопии идентифицированы функциональные группы, присутствующие в алюмосиликатах (ОН-, Si-O-Si, Al-O-Si). Исследованы физико-химические свойства образцов (насыпная плотность, рН водной вытяжки, массовая доля влаги, потери при прокаливании, кислотно-основные свойства) и показано, что они зависят от их химического состава.*

Алюмосиликаты, входящие в состав обширной группы силикатов, образованы диоксидом кремния и оксидами других элементов. К природным алюмосиликатам относятся полевые шпаты, глинистые минералы, вермикулиты, нефелин и другие. Наиболее значимые недостатки природных алюмосиликатов – непостоянство химического и фазового состава в пределах одного месторождения. Достоинствами синтетических алюмосиликатов являются их постоянный состав и меньшее содержание примесей. Основным источником кремния для получения алюмосиликатов служат минеральные формы, например, кварцевый песок. Альтернативным источником могут быть кремнефильные растения, в частности, рис.

Цель работы – получить и исследовать физико-химические свойства биогенных алюмосиликатов из шелухи и соломы риса.

Объектами исследования были алюмосиликаты калия, полученные из шелухи (РШ) и соломы (РС) риса (*Oryza sativa*) сорта «Каскад» дальневосточной селекции, созданных в ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» (Приморский край, г. Уссурийск) (таблица 1). Синтез проводили по методике, изложенной в [1].

Элементный анализ выполняли методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии на спектрометре EDX 800 HS (Shimadzu, Япония). Для определения функциональных групп в исследуемых образцах были записаны ИК спектры поглощения в области  $400-4000\text{ см}^{-1}$  в бромиде калия на ИК-Фурье спектрометре ФСМ 2201 (ИНФРАСПЕК, Россия).

Определение массовой доли влаги проводили по ГОСТ 12597-67, зольности – ГОСТ 12596-67, массовой доли водорастворимых веществ и рН водной вытяжки образцов – ГОСТ 4453-74, насыпную плотность – ГОСТ 8269.0-97. Кислотно-основные свойства поверхности изучали методом рН-метрии. Измерение рН среды проводили на рН-метре SevenCompact (Mettler Toledo, Швейцария) [2].

Таблица 1

Содержание основных компонентов в образцах алюмосиликата калия и их мольное соотношение

Образец	Сырье	Содержание, масс. %			Мольное соотношение K <sub>2</sub> O : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : SiO <sub>2</sub>	Формула
		K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>		
Al-10(РС)	РС	16,0	14,8	69,2	1,19 : 1 : 8,03	KAlSi <sub>4</sub> O <sub>10</sub>
Al-10(РШ)	РШ	15,8	14,3	69,9	1,21 : 1 : 8,38	KAlSi <sub>4</sub> O <sub>10</sub>
Al-12(РС)	РС	12,3	13,5	74,2	0,98 : 1 : 9,22	KAlSi <sub>5</sub> O <sub>12</sub>

Содержание основных компонентов в алюмосиликатах и их мольное соотношение показаны в таблица 1. Полученные из шелухи и соломы риса алюмосиликаты отвечают формуле KAlSi<sub>x</sub>O<sub>y</sub>·nH<sub>2</sub>O.

В ИК-спектрах полученных образцов наблюдаются полосы поглощения, отвечающие валентным и деформационным колебаниям связей О-Н адсорбированной и связанной воды с максимумами в области ~3430 см<sup>-1</sup> (валентные) и ~1630 см<sup>-1</sup> (деформационные). В спектрах образцов присутствуют полосы поглощения в области ~1060 см<sup>-1</sup>, ~790 см<sup>-1</sup> и ~460 см<sup>-1</sup>, соответствующие колебаниям силоксановых связей. Характеристичным для алюмосиликатов является наличие полосы, характерной именно для этой группы веществ при ~700 см<sup>-1</sup>, отвечающей колебаниям связей Al-O-Si. [1, 3].

В таблице 2 представлены результаты исследования физико-химических свойств образцов алюмосиликата калия, полученных из РС и РШ.

Таблица 2

Физико-химические свойства биогенных алюмосиликатов

Показатель	Образцы		
	Al-10(РС)	Al-10(РШ)	Al-12(РС)
Внешний вид	Порошок светло-серого цвета	Порошок светло-серого цвета	Порошок кремового цвета
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	204	193	100
рН водной вытяжки	8,8	9,0	6,7
Массовая доля влаги, %	5	5	6
Потери при прокаливании, %	10	11	8

Оценивая полученные данные, установлено, что образец Al-12(РС) более легкий, т.к. имеет насыпную плотность в 2 раза меньше по сравнению с другими образцами. С увеличением массовой доли кремнезема в образце Al-12(РС)

значение рН смещается из щелочной среды в нейтральную. Меньшие потери при прокаливании наблюдаются в образце Al-12(РС), что связано с меньшим содержанием органических примесей.

Изучение кислотно-основных методом рН-метрии, позволяющим оценить интегральную кислотность, показало, что при взаимодействии образцов алюмосиликатов с водой происходит плавное увеличение рН среды до установления адсорбционного равновесия. Связано это с тем, что при суспендировании образцов происходит гидратация поверхности и Льюисовские основные центры превращаются в Бренстедовские кислотные центры, при этом гидроксильные группы переходят в раствор, повышая значения рН. Льюисовскими основными центрами в алюмосиликатах согласно [4] является кислород в мостиковых группах Si-O-Si(K). Установившееся значение рН образцов Al-10(РС) и Al-10(РШ) указывает на основное состояние поверхности (рН 9,7-10,2). Алюмосиликат Al-12(РС) имеет слабоосновное состояние поверхности (рН 7,9) и связано это с большим соотношением  $Al_2O_3 : SiO_2$  по сравнению с двумя другими образцами.

Таким образом, из отходов производства риса (рисовой шелухи и соломы) получены биогенные алюмосиликаты калия. В ИК-спектрах обнаружены характеристические для алюмосиликатов полосы поглощения. Показано, что физико-химические свойства образцов зависят от их химического состава.

### Список литературы

1. Панасенко А.Е. Алюмосиликаты из соломы и риса: получение и сорбционные свойства / А.Е. Панасенко, П.Д. Борисова, О.Д. Арефьева [и др.] – DOI 10.14258/jcprtm.2019034278 // Химия растительного сырья. – 2019. – № 3. – С. 291-298.

2. Иконникова К.В. Теория и практика рН-метрического определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел: учебное пособие / К.В. Иконникова. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2011. – 85 с.

3. Gordienko P.S. Composition, Structure, and Morphology of Nanostructured Aluminosilicates / P.S. Gordienko, I.A. Shabalin, S.B. Slobodyuk [et al.] – DOI 10.1134/S006. – Vol. 17, N 11. – P. 487-493.

4. Голубева О.Ю. Пористые алюмосиликаты со слоистой и каркасной структурой: синтез, свойства и разработка композиционных материалов на их основе для решения задач медицины, экологии и катализа : специальность 02.00.04 «Физическая химия» : диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук / О.Ю. Голубева. – Санкт-Петербург, 2016. – 438 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕН-БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ УНОСА ОТ СЖИГАНИЯ БУРЫХ УГЛЕЙ

А.С. Понамарев, В.В. Ларичкин  
Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск

***Аннотация.** Графен – это материал будущего, обладающий множеством преимуществ не только на технологическом уровне, но и на уровне архитектуры и строительства зданий. Графен стал одним из величайших открытий физики в этом столетии и ломает схемы во многих отраслях, включая архитектуру и строительство. Его чрезвычайная эластичность и твердость в сочетании с великолепной тепло- и электропроводностью делают графен суперматериалом, который может конкурировать с твердостью алмаза, поскольку он в 200 раз тверже стали. Эти характеристики привлекли строительный сектор. Эксперты строительного сектора ценят революционные преимущества, которые предлагает этот материал, вытесняя в долгосрочной перспективе использование традиционных материалов, таких как бетон и сталь.*

***Ключевые слова:** графен; зола уноса; углеродные материалы; наночастицы; ультразвуковая обработка; механические свойства.*

## **Введение**

Большинство примеров разрушения бетонов связано с наличием дефектов в структуре цемента, которая образуется за счет реакции гидратации – взаимодействия цемента с водой. При этом цемент из порошка превращается в кристаллические волокна, которые со временем сцепляются друг с другом, образуя внутреннюю матрицу бетона. Поэтому многие специалисты предлагали добавлять в цемент наноматериалы для получения новых свойств матрицы. Так, введение углеродных нанотрубок, оксида графена в цемент увеличивает прочность на сжатие на 50 % и изгиб на 33%, при этом введение тонких (толщиной 100 нм) чешуек промышленного графита заметно улучшает теплопроводность. Водопроницаемость бетона с подобными добавками уменьшается на 400 % по сравнению со стандартным бетоном. При соблюдении всех требований проекта при строительстве здания потребуется в половину меньше такого бетона с добавками графена [1].

При сжигании бурого угля на тепловых электростанциях ежегодно образуется сотни тысяч тонн золошлаковых отходов (ЗШО), большей частью которые хранятся на золоотвалах, располагаемых на дорогих городских землях, загрязняя грунтовые воды и за счёт пыления атмосферный воздух. Согласно технологии сжигания угольной пыли в топке парового котла образуются дымовые газы, очищаемые с помощью электрофильтров от несгоревших минеральных частиц, называемых золой уноса и шлак, образующийся на стенках котла и собираемый в нижней части котла. Поэтому актуально вовлекать ЗШО как вторичное сырьё для различных отраслей промышленности. Одним из способов утилизации отходов угольных ТЭС является использование их в производстве строительных материалов, особенно сухой золы уноса, имеющей богатый химический состав, в том числе вяжущие компоненты и особые технико-эксплуатационные характеристики. Поэтому золошлаки могут

выступать ценным вторичным сырьём, что благоприятно сказывается на экономии природных ресурсов, сохранении окружающей среды и существенно повышает качество материалов, снижает себестоимость их производства, повышает долговечность эксплуатации [2].

Добавки в строительные смеси на основе цемента графена в виде многослойных чешуек углеродного волокна и восстановленного углеволокна не только улучшают механические характеристики изделий из таких смесей, но и позволяют проводить постоянный контроль за состоянием сооружения. К таким параметрам относятся внутренние напряжения, давление, трещины, температура и т.д. Мониторинг состояния сооружений повышает их безопасность, долговечность и эксплуатационные качества. Осуществляется мониторинг с помощью неразрушающих методов путем регистрации рН среды, влажности и степени коррозии арматуры, а также сенсоров, фиксирующих появление трещин и разрушений. Работа таких сенсоров основана на измерении электросопротивления материала с добавками, при такой концентрации GNP сопротивление материала зависит от нагрузки [3].

### 1. Предложения по разработке графен-бетонных композитов.

В работе предлагается в технологии получения графен-бетонных композитов использовать золу уноса от сжигания на Новосибирской ТЭЦ-5 бурых углей Канско-Ачинского месторождения. Содержание основных химических компонентов представлено в таблице.

Химические показатели золы уноса от сжигания бурого угля [4].

Наименование и обозначение показателя	Значения показателя, % по массе
Оксида кальция CaO, не менее	10,0
Свободного оксида кальция CaO <sub>св</sub> , не более	8,0
Оксида магния MgO, (по массе), не более	6,0
Сернистых и сернокислотных соединений в пересчете на SO <sub>3</sub>	5,0
Щелочных оксидов в пересчете на Na <sub>2</sub> O	1,5
Оксида кремния SiO <sub>2</sub>	30,0-55,0
Оксида алюминия Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0-15,0
Оксида железа Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,0-12,0
Хлорид-иона Cl	0,15
Оксид калия	0,05-0,5
Растворимых фосфатов в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,0

Прямое смешивание графена является наиболее простым и широко используемым методом приготовления гибридного цементного композита, армированного графеновым волокном.

Во-первых, обычно синтезируют путем окисления графита с последующей очисткой и расслоением. Предварительная ультразвуковая обработка необходима для обеспечения равномерного диспергирования в воде. Для повышения диспергируемости в качестве первичного диспергатора используют растворенный в воде суперпластификатор на поликарбоневой основе или метил целлюлозу. Тем временем волокна смешивают с цементом, песком и вяжущим в растворосмесителе на низкой скорости. Затем в смесь можно добавить обработанную ультразвуком дисперсию и непрерывно перемешивать. Водоцементное отношение образцов смесей обычно поддерживается в пределах 0,2...0,5. Далее смеси отливают в стальные формы и вибрируют для уплотнения после каждой отливки. Поверхность отливок зачищают скребком и покрывают консервирующей пленкой во избежание испарения воды. Затем образцы извлекают из формы после 24 ч первоначального затвердевания, а затем помещают в камеру для отверждения (20 °С/относительная влажность 95 %) до проведения испытаний [5].

Наиболее эффективным способом сочетания графена и волокон является покрытие поверхности. Типичные подходы к нанесению на микроволокна включают погружение, напыление, химическое осаждение из паровой фазы, метод электрофоретического осаждения, золь-гель и др. [5].

### Список литературы

1. *Solvent extraction for heavy crude oil removal from contaminated soils, Chemosphere Volume 88, Issue 2, June 2012, Pages 245-249*
2. Черенцова А.А. Золошлаковые отходы как источник вторичного сырья / А.А. Черенцова, А.М. Дербенцева, Л.П. Майорова, Т.И. Матвеевко // *Экология и промышленность России, апрель 2013 г. – С. 28-33*
3. Mofarrah A, Husain T. Use of heavy oil fly ash as a color ingredient in cement mortar. *Int J Concr Struct Mater*, 7, 111 (2013).
4. Зола-уноса Новосибирской ТЭЦ-5 АО «СИБЭКО». *Технические условия ТУ 23.99.19.-001-73116035-2019.*
5. Hsieh YM, Tsai MS. Physical and chemical analyses of unburned carbon from oil-fired fly ash. *Carbon*, 41, 2317 (2003).

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСКАВАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННОГО ГРУНТА ПРИ БИОРЕМЕДИАЦИИ

Т.Е. Тусупов  
Российский государственный университет нефти и газа  
имени И. М. Губкина,  
г. Москва

*Аннотация.* В данной работе были рассмотрены основные проблемы загрязнения в нефтегазовом комплексе, приведены методы по обезвреживанию загрязнений, в частности рассмотрена технология «ex-situ», которая включает в себя экскавацию отходов при помощи специального навесного оборудования с последующим просеиванием и укладкой в буртах, а также

*выработаны основные рекомендации по выбору рабочего органа и приведена архитектура автоматизированного комплекса контроля и орошения при экскавации загрязненных грунтов.*

Нефтегазовый комплекс характеризуется множествами технологии: добыча, транспортировка, хранение и переработка нефти. С применением новых методов и оборудований так или иначе невозможно полностью гарантировать отсутствие опасных загрязнений на прилегающих территориях. Загрязнение происходит от разнообразных источников. Некоторые источники могут быть очень старыми и могут загрязнять большие площади в течение длительных периодов времени, образуя в подпочвенных горизонтах техногенные залежи (линзы нефтепродуктов) [1].

Биоремедиация – это наиболее прогрессивный метод очистки и восстановления нефтезагрязненных грунтов. Известна технология «in-situ», когда закачивают в почву активированные микроорганизмы (нефтедеструкторы), т.е данная технология предусматривает обезвреживание отходов без изъятия, непосредственно на месте расположения загрязнений [2].

Одним из технологических направлений является биоремедиация «ex-situ», которая основана на снятие слоя загрязнённого грунта и очистке её от поллютантов за пределами места загрязнения. Технология заключается в том, что удалённая с места загрязнения грунт размещается на определённой территории, её обеспечивают аэрацией, питательными веществами для стимуляции роста и метаболизма микроорганизмов, осуществляющих биоремедиацию. По сравнению с очисткой с помощью биореакторов, данная технология требует много места и занимает дольше времени [3].

В одном из вариантов технологии грунт удаляют с места загрязнения и распределяют тонким слоем на площади, специально огороженной по периметру для предотвращения распространения загрязнения за её пределы. Укладка нефтезагрязнённого грунта происходит механическим способом с добавлением наполнителей (послойная укладка грунта в форме бурта) [4].

В качестве перемешивающего устройства применяют экскаваторы или погрузчики, при этом необходимо рационально определить навесной рабочий орган, аэрация грунта выполняется при прохождении фракции через сита рабочего органа (ковша). Технологический процесс просеивания грунта строится на отдельных участках по замкнутой схеме: часть грунта с размерами, превышающими допустимые на данной стадии переработки, возвращается обратно и вторично пропускается через просеивающий аппарат.

Технологический процесс размещение загрязнённого грунта зависит от характеристик исходного сырья и требований, предъявляемых к конечному продукту. При послойном размещении грунтов в буртах необходимо выбрать тип рабочего органа для погрузчика (рис.1). Основными параметрами, влияющими на выбор навесного органа, является состав грунта и требования к получаемому на выходе продукту.

Определенный риск для здоровья возникает во время работы ковшом, при транспортировке, складировании, сортировке и дроблении грунта создаются скопления пыли в концентрациях, опасных для здоровья. Поэтому при обработке

грунтов должен действовать хорошо отлаженный механизм подавления пыли. В ряде случаев борьба с пылью ведется не только с помощью вентиляции. Известно, что влажные материалы пылят меньше, нежели сухие. Если влажность обрабатываемого материала не существенна для технологии, всегда выгодно повысить ее до возможного предела. Искусственное увлажнение пылящих материалов носит общее название гидрообеспыливания.

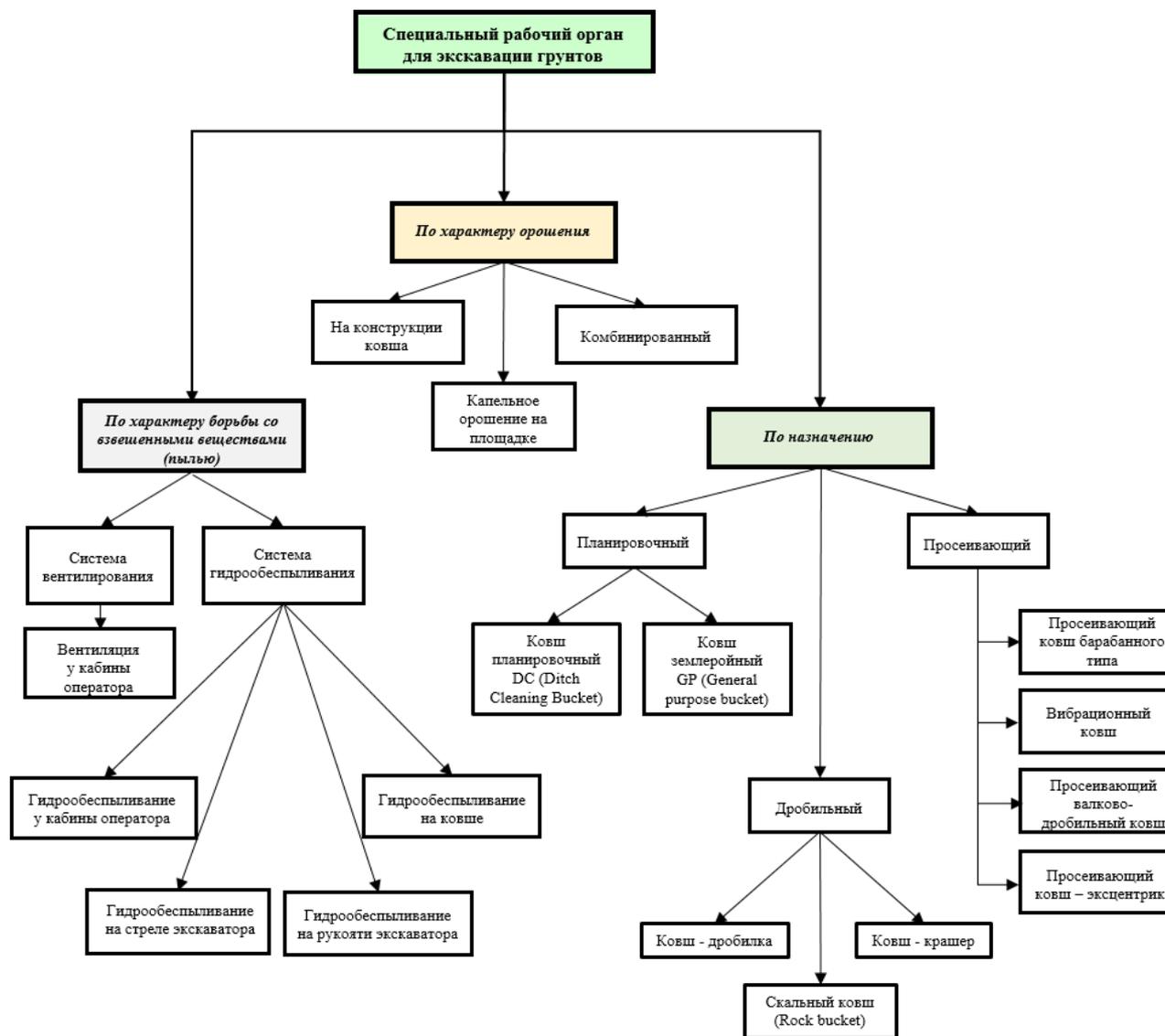


Рис.1. Классификация специального рабочего органа

Решение такого рода технологической задачи возможно с использованием апробированных решений по водяному аэрозольному распылению [5,6].

Для подавления пыли при погрузке горной массы на поворотной платформе установлена оросительная система. Орошение автоматическое в зависимости от движения погрузочного органа. Через клапан, приводимый в действие сжатым воздухом, вода поступает из емкости к оросителям.

Форсунки гидрообеспыливания следует устанавливать непосредственно на рабочем органе ковша, направление подачи воды в форсунки должно быть встречным по отношению к движущемуся материалу (рис.2).

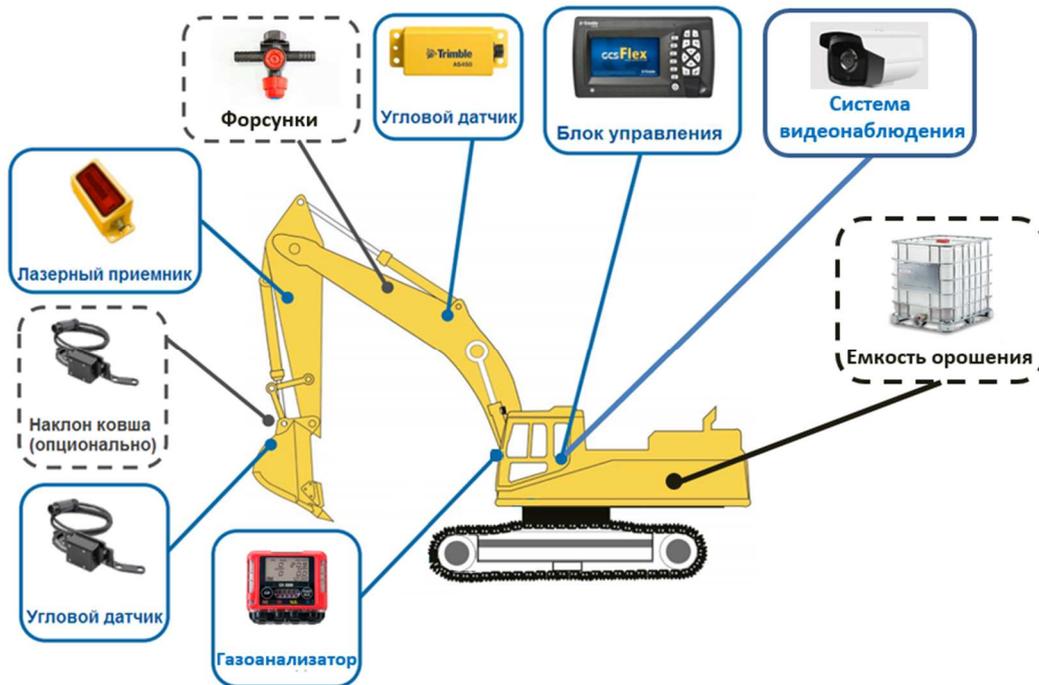


Рис.2. Автоматизированная система гидрообеспыливания в при экскавации загрязненных грунтов

Процессы гидрообеспыливания автоматизированы. Известна технологии управления процессом дробления (просеивания), контрольный блок управления позволяет заглянуть внутрь дробилки. Камеры обеспечивают отличный обзор рабочей зоны, звуковое сопровождение улучшает восприятие обстановки и повышает качество работ. Система состоит из трех-четырех видеокамер и монитора, датчиков контроля процесса экскавации и орошения, данная система позволяет управлять процессом дистанционно в операторской комнате (рис.3).

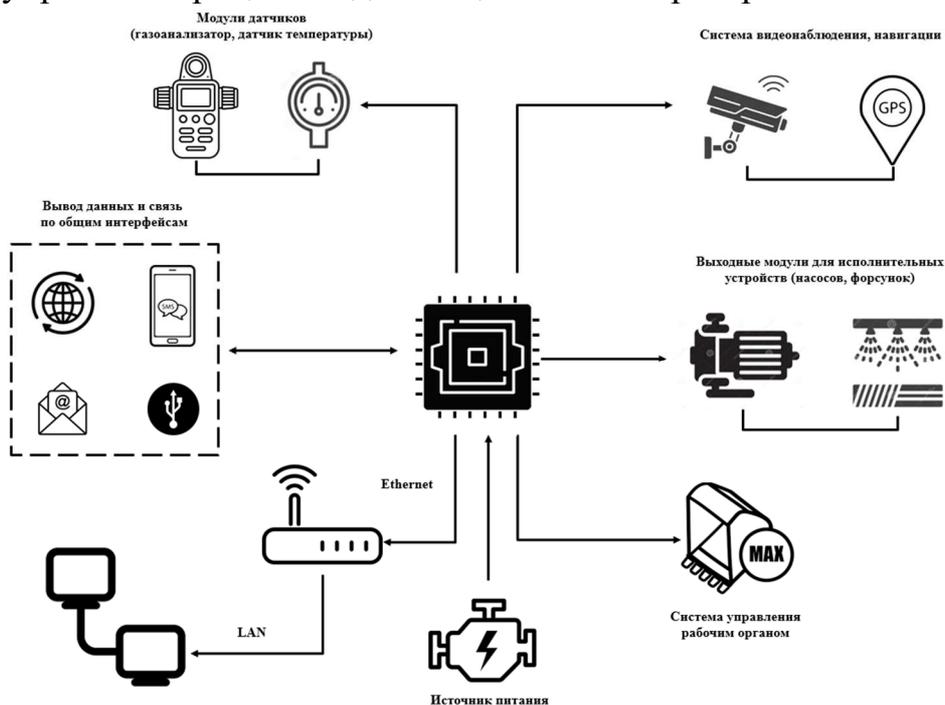


Рис.3. Архитектура автоматизированного комплекса контроля и орошения при экскавации загрязненных грунтов

## Список литературы

1. Папани М.П. Научно-техническая база восстановления нефтезагрязненных почв и прилегающей геолого-технологической системы нефтегазодобычи / М.П. Папани, С.В. Остах, О.С. Остах, В.С. Кушеева // Вестник Российской академии естественных наук. 2017/5. – Т. 17. – С. 80-84.
2. Остах С.В. Комплексование методов гидрогеологического и гидроэкологического прогнозирования последствий воздействий на литосферу несанкционированно размещенных отходов / С.В. Остах, М.П. Папани, П. Чиаппи, Н.Ю. Ольховикова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2020. – № 5 (296). – С. 12 – 20.
3. Тусупов Т.Е. Анализ инженерно-технических мероприятий и подходов по ликвидации подземных скоплений углеводородов / Т.Е. Тусупов // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXX международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2022. – 234 с.
4. Тусупов Т.Е. Исследование биотрансформации углеводородного загрязнения геологической среде / Т.Е. Тусупов // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXI международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2022. – 304 с.
5. Патент № 2123871 С1 Российская Федерация, МПК А62С 31/02, А62С 35/02, В05В 1/26. Насадок для создания водяного распыла аэрозольного типа: № 96101935/12: заявл. 02.02.1996: опубл. 27.12.1998 / С.В. Остах, М.Д. Безбородько.
6. Зырянов Е.Г. Исследование эффективности подавления пыли водными аэрозолями, полученными при высоких давлениях / Е.Г. Зырянов, П.А. Колеватов // Борьба с силикозом. Вып. 8. М.: 1970. – С. 42–46.

## ОЦЕНКА СОВМЕСТНОГО ФИТОСТИМУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ БЕНТОНИТА И ДИАТОМИТА

М.Е. Педяш<sup>1</sup>, О.С. Остах<sup>1</sup>, С.В. Остах<sup>1</sup>, С.Г. Марьянских<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный университет НИУ

нефти и газа имени И.М. Губкина,

<sup>2</sup> ООО «Компания Бентонит»,

г. Москва

**Аннотация.** Целью работы является оценка использования бентонита и диатомита в технологии утилизации нефтесодержащих отходов ТЭК.

С целью оценки возможностей их применения в технологиях утилизации рассматриваемых отходов проведены специализированные экспериментальные исследования в два этапа с оценкой фитостимулирующих свойств.

В основу количественного определения концентраций бентонита и диатомита положены результаты элюатного фитотестирования.

Анализ результатов проведенных экспериментальных исследований фитостимулирующего действия показал практическую возможность совместного использования бентонита и диатомита для утилизации нефтесодержащих отходов ТЭК.

Одной из приоритетных задач экологии является утилизация отходов, к которым в первую очередь относятся отходы топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Данный класс отходов наносит непоправимый вред окружающей среде, поэтому важной задачей является снижение их количества, а также их утилизация.

Проблемы энергоресурсосбережения при утилизации бурового шлама возможно решить с использованием бентонита, применяемого для бурения в буровых растворах и обладающего высокой сорбционной емкостью.

Бентонит – это глина, содержащая не менее 70 % монтмориллонита, то есть высокодисперсного слоистого вещества. Способность к адсорбции – важное свойство бентонитовых глин. Монтмориллонит как основной порообразующий минерал бентонитов относится к слоистым силикатам с расширяющейся ячейкой. В процессе адсорбции полярных веществ в межпакетное пространство монтмориллонита внедряется несколько молекулярных слоев адсорбируемого вещества. При этом изучаемый сорбент имеет переходные поры, образованные зазорами между контактирующими частицами [1].

В результате реализации алогритмического подхода [2] возможна утилизация бурового шлама путем внесения бентонитового сорбента (гидроалюмосиликатов). При этом имеющиеся в отходе токсичные вещества связываются и становятся нерастворимыми при воздействии окружающей среды.

Диатомит представляет собой осадочную горную породу, состоящую из останков древних водорослей, поэтому он имеет пресноводное и морское происхождение. Химически диатомит более чем на 80 % состоит из диоксида кремния в аморфной (пористой) форме.

В нефтехимической промышленности добавка диатомита используется для приготовления тампонажных растворов в процессе крепления нефтяных и газовых скважин при приготовлении тампонажных растворов с целью повышения термической стабильности раствора и увеличения скорости застывания. Также функциональная добавка находит применение для покрытия нефтегазовых труб с целью увеличения адгезии и придания коррозионной стойкости и прочности.

Диатомит используют также в растениеводстве в качестве минерального удобрения, поскольку он обладает высоким содержанием биологически активного кремния. При этом достижимо увеличение урожайности до 20 % [3].

Внесение диатомита в почву положительно влияет на рост и развитие растений, позволяет укреплять корни, стебли и листья растений. Порошкообразный препарат улучшает структурное состояние почвы, повышает активность почвенных организмов, вследствие чего повышается содержание доступных питательных элементов, активизирует защитные свойства, сокращает сроки начала плодоношения культур, повышает степень аэрации и обогащает ее соединениями кремния.

Известно, что 20-30 % находящегося органического кремния в растении может участвовать в процессе внутреннего резерва воды, повышая при этом водоудерживающую способность почвы. Это помогает растениям выживать в

условиях недостатка воды и влаги [4].

Кремний является источником растворимого кремнезема, который способствует формированию плодородия почвы и устойчивости к вредителям и болезням.

Исходя из преимуществ препарата к фитостимулированию можно сделать вывод, что диатомит – высокоэффективное, экологически безопасное удобрение. Его можно использовать совместно с другими препаратами минерального происхождения, биопрепаратами, птичьим пометом с целью получения новых агрохимикатов [5].

В большинстве своем, именно алюмосиликаты обладают большей адсорбционной и каталитической способностью, при их внесении появляются обменные катионы, необходимые для нормального роста и развития растения. Роль органического кремния заключается в защите растений, стимуляции роста и развития корневой системы, а также в поддержании водного баланса почвы и естественных и искусственных почвосмесей.

Для определения концентраций бентонита, обладающих потенциальными фитостимулирующими свойствами, ориентировались на результаты предварительных исследований, в которых элюатному фитотестированию подлежали различные марки бентонита в различных количествах [6].

С целью оценки возможностей их применения в технологиях утилизации рассматриваемых отходов проведены специализированные экспериментальные исследования с применением описанных выше осадочных горных пород.

Исследование влияния на тест-объекты (семена высших растений) водной вытяжки из различных сред проводилось в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.1.7.2297-07 [7]. Метод элюатного фитотестирования позволяет за короткий промежуток времени (7 дней) определить наличие растворимых веществ, обладающих высокой миграционной способностью, и выявить их влияние на тест-объект путем сравнения тест-функций с контрольным образцом.

Исследования проводились в два основных последовательных этапа:

- на водных вытяжках бентонита;
- на водных вытяжках нефтезагрязненного грунта в смеси с бентонитом.

По результатам эксперимента, были получены сведения о наилучшем фитостимулирующем действии бентонита марки ПБН Кайбальского месторождения, произведенного по ТУ 08.12.22-012-01424676-2019 «Глинопорошок бентонитовый для буровых растворов», и марки ПБГ, произведенной из бентонита Таганского месторождения по ТУ 39-0147001-105-93 «Глинопорошок бентонитовый для буровых растворов» в концентрации 0,5% масс.

С выбранными марками бентонита проводилось субстратное фитотестирование, которое характеризуется непосредственным контактом тест-объекта с исследуемым субстратом (отходом).

В ходе лабораторных исследований выполнялось смешение субстратов с бентонитами в концентрациях 0,5 % мас., гуминовым препаратом «Био-ГМК»

(ТУ 20.59.59-023-01424676-2022), а также нефтеокисляющим биопрепаратом «Нефтедеструктор» (ТУ 20.59.59-001-41289053-2019).

В дальнейшем согласно методике проведения исследований отбирались пробы с наилучшей динамикой «тест-функции – энергия прорастания», учитывающей длину вегетационной части и количество взошедших семян от общего количества, помещенного в субстрат.

Образцы с наилучшими результатами субстратного фитотестирования подлежали выходному контролю по показателям содержание нефтепродуктов, валовой и подвижной формы тяжелых металлов (свинец, медь, железо, марганец, никель, хром, цинк), хлоридов, сульфатов, рН и электропроводности.

На основании полученных результатов можно сделать вывод об эффективности исследуемых бентонитов марок ПБГ (192 проба) (Таганское месторождение) и ПБН (452 проба) (Кайбальское месторождение) как сорбентов нефтепродуктов. Также процесс снижения содержания нефтепродуктов интенсифицируется путем применения гуминового препарата «Био-ГМК» и «Нефтедеструктора».

Далее проводились экспериментальные исследования для оценки совместного использования бентонита и диатомита. Подготавливались гидропосевные смеси с различными соотношениями реагентов, которые после вносились в субстраты.

По истечении срока экспозиции были оценены следующие показатели:

- средняя длина ростков;
- средняя длина корней;
- энергия прорастания.

Последняя характеристика представляет из себя процент проросших семян к общему количеству. За проросшие семена принимают нормально развитые проростки [8].

Установлено, что при концентрациях 2-3 % масс. диатомита и 2 % масс. бентонита наблюдаются максимальный фитостимулирующий эффект.

Был проведен эксперимент по оценке токсичности с помощью тест-объектов грунтовых смесей, полученных в ходе утилизации отходов с применением различных концентраций бентонита и диатомита.

Результаты биотестирования проб с использованием стандартных методов на основе реакций двух тест-культур (*Paramecium caudatum*, бактерии «Эколюм») показали, что токсичность образцов соответствует IV и V классам опасности. Наиболее не токсичной (V класс опасности) пробой является проба с содержанием 3% масс. диатомита и 0,5 % масс. бентонита.

Анализ результатов проведенных экспериментальных исследований фитостимулирующего действия показал практическую возможность совместного использования бентонита и диатомита для утилизации нефтесодержащих отходов ТЭК. Наибольший эффект достигнут при концентрациях 2-3 % диатомита и бентонита равных 0,5-2 % от массы утилизируемого отхода. Вместе они усиливают адсорбционную способность, снижая нефтесодержание в отходах.

## Список литературы

1. Арипов Э.А. Активные центры монтмориллонита и хемосорбция / Э.А. Арипов, А.А. Агзамходжаев. – Ташкент: ФАН, 1983. – 164 с.
2. Мещеряков С.В. Алгоритмический подход к процессам обращения с отходами бурения / С.В. Мещеряков, С.В. Остах, А.В. Сушкова, О.С. Остах // *Экология и промышленность России*. – 2017. – Т. 21. – № 10. – С. 9-13.
3. Куликова А.Х. Диатомит в системе удобрения сельскохозяйственных культур / А.Х. Куликова // *Актуальные вопросы агрономии, агрохимии и агроэкологии: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-ти летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Заслуженного работника высшей школы РФ, Заслуженного деятеля науки и техники Ульяновской области Куликовой Алевтины Христофоровны, Ульяновск, 10–11 октября 2012 года* / Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – Ульяновск, 2012. – С. 96-103.
4. Дронина О.С. Формирование ассимиляционного аппарата и продуктивность фотосинтеза сахарной свеклы в зависимости от предпосевной обработки семян биопрепаратами и диатомитовым порошком / О.С. Дронина, А.В. Кудряшов // *Нива Поволжья*. – 2008. – № 3. – С. 12–14.
5. Садакова Р.В. Применение диатомита в сельском хозяйстве / Р.В. Садакова // *Уральский государственный аграрный университет*, 2015. – 49 с.
6. Марьинских С.Г. Оценка детоксицирующего потенциала бентонита методом элюатного фитотестирования / С.Г. Марьинских, О.С. Остах, М.Е. Педяш // *Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXI международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина*. – Тула: Инновационные технологии. – 2022. – С. 107-110.
7. Русаков Н.В. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. Методические рекомендации, МР 2.1.7.2297-07 / Н.В. Русаков, И.А. Крятов, Н.В. Пиртахия [и др.]. – М.: Изд-во Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 15 с.
8. Матузок Н.В. Сортовые и посевные качества семян овощных культур. Методы определения / Н.В. Матузок. – ФГОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, 2010. – 15 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОРЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОЙ ФРАКЦИИ

М.А. Варданян  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,  
г. Москва

**Аннотация.** Проникновение нефти и нефтепродуктов в почву вызывает нарушение экологических функций, а также утрате плодородных веществ почвы.

Влияние этих загрязнений реализуется в преобразовании всего комплекса почвенных особенностей: агрофизических, химических, морфологических, биологических. Поэтому необходим поиск технических решений гарантирующих их высокоэффективную переработку, с задачей уменьшения отрицательного воздействия на объекты окружающей среды и здоровье человека.

Установка, представленная в данной работе, является эффективным решением по обезвреживанию загрязненных фракций. В зависимости от используемых компонентов их состава и количества на выходе можно получать разные компоненты.

Данная технология (далее – Биореакторная технология) является инновационной, и за счет нее, впоследствии, вырастет технический профессиональный уровень и квалификация работников и обслуживающего персонала. Также, в целом, поднимется локальный уровень жизни.

Целью данной работы является разработка технологической схемы установки по обезвреживанию загрязненной нефтяной фракции и порядка получения продуктов для использования в хозяйственной или иной деятельности.

Задачи, поставленные для решения заданной цели:

1. Рассмотреть процесс биологического обезвреживания нефтезагрязнений;
2. Изучить направленность использования Биореакторной технологии;
3. Рассмотреть схемы установки по обезвреживанию загрязненной фракции;
4. Изучить принцип работы установки обезвреживания.

Управление потоками отходов и их утилизация является актуальной задачей на сегодняшний день [1].

Комплекс мобильных установок предназначен для отработки технологического процесса переработки и обезвреживания жидких, твердых и смешанных нефтешламов и замазученных нефтепродуктами грунтов, с различным содержанием углеводородов, механических примесей и воды, а также выполнения практических работ по переработке и обезвреживанию жидких, твердых и смешанных нефтешламов и замазученных нефтепродуктами грунтов [2].

Комплекс установок представляет собой полноценную технологическую линию переработки широкого спектра загрязнений с энергообеспечением, автоматизированным управлением и средствами безопасности.

Оборудование установки позволяет:

- обрабатывать технологические процессы переработки утилизируемых нефтесодержащих отходов (отходы, с содержанием нефтепродуктов менее 15 %) с получением на выходе установки сырья, которое можно использовать повторно в хозяйственных нуждах, очищенного грунта, подлежащего захоронению или использованию в ландшафтных целях;

- обрабатывать технологические процессы переработки утилизируемых нефтесодержащих отходов (отходы, с содержанием нефтепродуктов менее 15 %) с получением на выходе установки сырье, которое можно использовать как плодородный грунт и/или почву в хозяйственных и других нуждах.

- получать тепловую энергию для использования в различных целях.

В качестве основного аппарата используемого в установке по обезвреживанию загрязнённой фракции является Биореактор.

Биореактор это аппарат, который предназначен для обезвреживания загрязнений или биоактивации микроорганизмов. Внутри него происходит микробиологический синтез. Аппарат работает в периодическом и непрерывном режиме. Приборы для непрерывных процессов могут относиться к реакторам идеального смешения и идеального вытеснения. Важной особенностью Биореактора для проведения аэробных процессов служит использование кислорода, который обеспечивает дыхание микроорганизмов [11].

Когда невозможно провести процесс биоремедиации на открытых технологических площадках (в силу природно-климатических факторов) нужно использовать технологии, позволяющие проводить процесс биodeградации нефтепродуктов при заданных оптимальных параметрах. Создание и поддержание оптимальных условий, которые нужны для биодеструкции углеводородов нефти в загрязненной почве возможны путем разработки и реализации Биореакторных технологий [10].

Не стоит забывать, что в ходе работы установок можно получать биогаз, который в дальнейшем используется в качестве тепловой или энергетической энергии.

Биогазовая энергетика – надежная и экономически выгодная альтернатива магистральному природному газу и централизованному электроснабжению.

Биогазовая энергетика – это:

- Независимость от растущих тарифов естественных монополий, а также от возможных сбоев в поставках газа и электроэнергии;
- Возможность получения одновременно нескольких видов энергоресурсов – газа, моторного топлива, тепла, электроэнергии;
- Решение проблем утилизации органических отходов;
- Источник получения минеральных удобрений с высоким содержанием азотной и фосфорной составляющей;
- Возможность организации новых, высококорентабельных видов с/х производств.

При использовании установок по обезвреживанию в конечном итоге должен получиться продукт, который будут соответствовать экологическим нормам. Технология обезвреживания загрязненных фракций основывается на механизированной линии.

Одними из таких установок являются:

1. Установка получения минерально сыпучего и/или питательного грунта;
2. Установка получения геокомпозитного материала.

Главной особенностью данных установок является помимо получение выходных продуктов с меньшей загрязнённой фракцией, биогаз, который можно использовать в качестве тепловой и/или энергетической энергии.

Установка включает в себя такие оборудования, как:

1. Питатель – дозатор;
2. Дозатор;
3. Шнековый транспортер;
4. Биореактор;
5. Скруббер;
6. Биоплато [9];
7. Гранулятор;
8. Шнековый смеситель;
9. Сепаратор;
10. Емкость сборная;
11. Электрокалорифер.

### **Принцип работы установки обезвреживания загрязнённой фракции**

Загрязнённая фракция подается в питатель-дозатор – 1, после которого обезвреживаемый субстрат направляется равномерными объемами на шнековый транспортёр – 3. Параллельно вместе с питателем-дозатором на шнековый транспортер подается компонент «Био-ГМК» из дозатора – 2.

Загрязненная фракция вместе с компонентов «Био-ГМК» при помощи шнекового транспортера направляется в Биореактор – 4, в котором непосредственно происходит процесс обезвреживания. Для поддержания требуемой температуры 20 – 30 °С в Биореакторе используется аппарат электрокалорифер – 10. После Биореактора образуется газовоздушная загрязнённая и пастообразная смеси. Вторая идет на аппарат сепарирования – 8, где отделяется от грубодисперсной фракции и дальше параллельно с минеральными компонентами, которые поступают из дозатора, направляются в гранулятор или шнековый смеситель – 7 в зависимости от нужного нам продукта на выходе из установки.

Загрязненная газовоздушная смесь, выходящая из Биореактора направляется в скруббер – 5 для очистки от вредных примесей при помощи жидкого поглотителя. Шлам, получаемый после очистки газовоздушной смеси направляется в сборную емкость – 9, после которой идет на блок обезвреживания.

Очищенный газ используется в качестве тепловой энергии и направляется на Биоплато – 6.

Технологическая схема получения ГМК показана на рисунке 1.

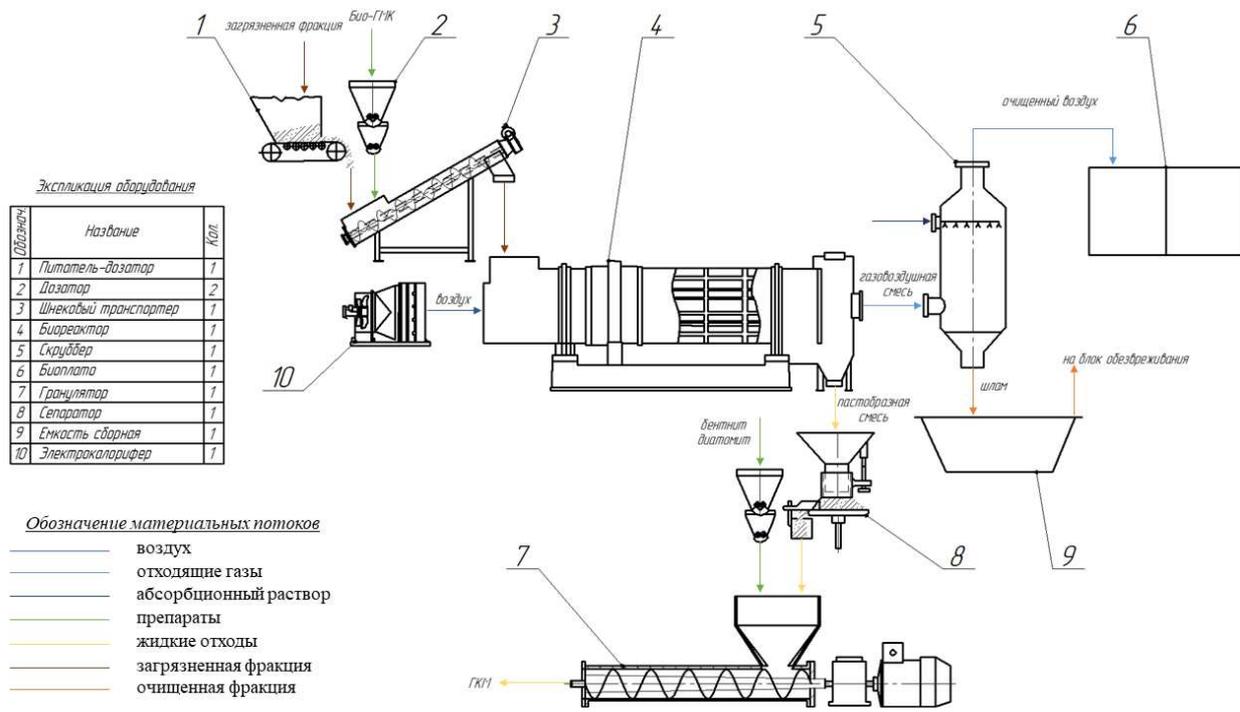


Рис. 1. Технологическая схема установки получения ГKM

Технологическая схема получения минерально сыпучего и/или питательного грунта показана на рисунке 2.

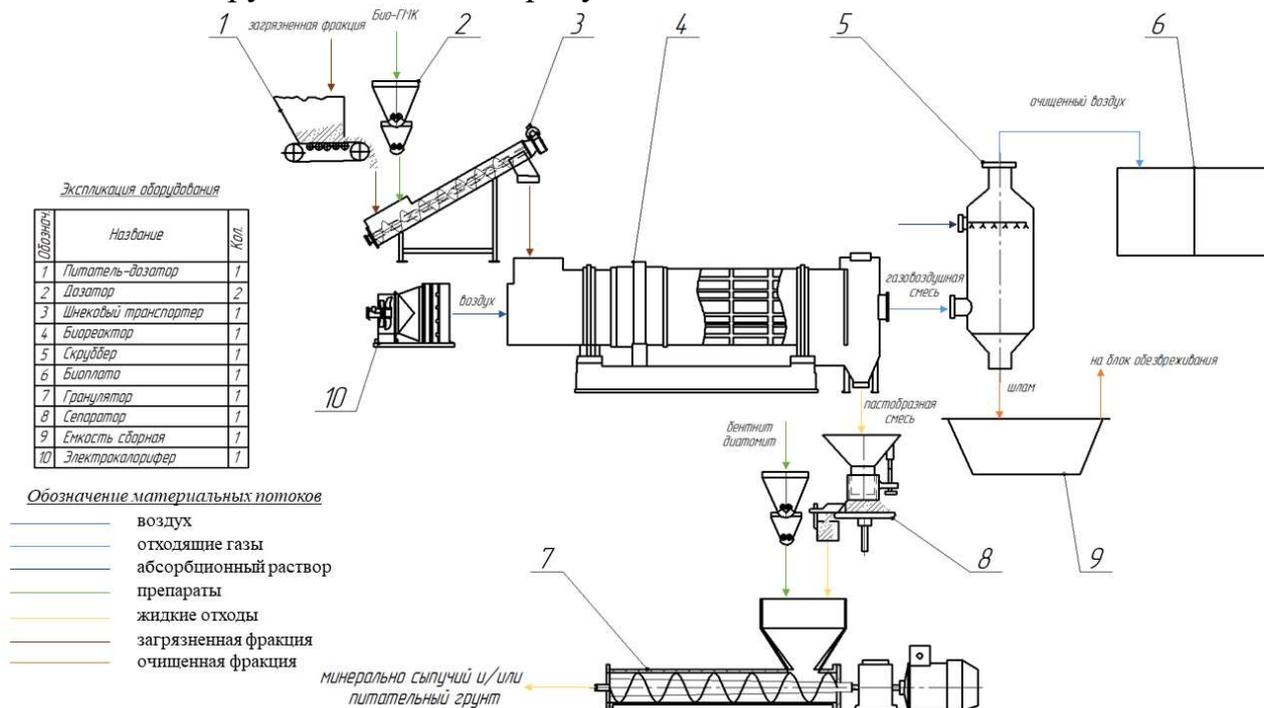


Рис. 2. Технологическая схема установки получения минерально сыпучего и/или питательного грунта

В ходе данной работы был рассмотрен процесс биологического обезвреживания нефтезагрязнений. Данный метод обезвреживания является эффективным и наиболее экологическим. Задача, решаемая по данному методу обезвреживание, основывалась на невозможности полноценного обезвреживания загрязненной фракции на открытых площадках. Поэтому было

принято решение рассмотреть иную технологию биологического обезвреживания – Биореакторная технология.

Изучена направленность использования Биореакторной технологии. Были подобраны наиболее эффективные аппараты для разработки технологически установки. На основе изучения направленности Биореакторной технологии разработана установка по обезвреживанию загрязнённой фракции с получением на выходе разных компонентов и в частности биогаза, который дальнейшем может быть применен в качестве тепловой энергии.

### Список литературы

1. Узякова Е.С. Анализ и прогноз динамики и структуры отходов во взаимосвязи с экономическим развитием страны / Е.С. Узякова, О.С. Остах, С.В. Остах // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 1 (178). – С. 135-145.

2. Артемьева Т.И. Экологические последствия загрязнения почв нефтью: Тез. докл. Бактериальный фильтр Земли. Пермь / Т.И. Артемьева. – М.: 1985. - Т.1. - С.28-29.

3. Асонов А.М. Регенерация замазученного грунта в биореакторе / А.М. Асонов, К.Р. Волкова, Е.А. Терещенко // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2011. – № 2. – С. 44-53.

4. Белонин М.Д. Способ очистки почвы от нефти и нефтепродуктов / М.Д. Белонин, Е.А. Rogozina, Р.М. Свечина // Патент РФ № 2041172.-08.10.1995.

5. Логинов О.Н. Биорекультивация: микробиологические технологии очистки нефтезагрязненных почв и техногенных отходов / О.Н. Логинов [и др.]. – М.: Наука, 2009. – 112с.

6. Демьяненко А.Ф., Мизгирев Н.С. Микробиологическая очистка грунтов от нефтепродуктов в закрытых реакторах изотермического типа. Вестник ВНИИЖТ, 2005, №5.

7. Заборская Э.А. Биоремедиация нефтезагрязненных почв с использованием биореактора с перемешивающим устройством, сборник конференции / Э.А. Заборская // Сборник докл. научно-практ. конф. «Экологические проблемы нефтедобычи – 2014»: сб. науч. ст. – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2014. – С. 53-54.

8. Крамм Э.А. Изучение влияния конструкции мешалки и режима перемешивания на эффективность биоремедиации нефтезагрязненной почвы / Крамм Э.А., Заборская А.Ю., Заборская О.Ю. // Материалы Междунар. научно-практ. конф. «Биотехнология и качество жизни». – 2014. – С. 458-459 .

9. Вардамян М.А. Применение биоплато для очистки нефтезагрязненного грунта / М.А. Вардамян [и др.]. – Научно практическая конференция: Приоритеты направления развития н и технологий, 2022. – 56 с.

10. Рудакова Л.В. Использование биореактора в технологии биоремедиации нефтезагрязненных почв / Л.В. Рудакова, М.В. Ахмадиев, Э.Х. Сакаева // Экология и промышленность России. – 2013. – № 10. – С. 17-21.

11. Вардамян М.А. Технические основы создания биореакторной технологии для ремедиации нефтезагрязненных почв / М.А. Вардамян [и др.]. – Научный журнал: Наукофера, 2022. – 206 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КЛАССИФИКАЦИИ ПЕСКА В ТРЕХСЕКЦИОННОМ ГРАВИТАЦИОННОМ КЛАССИФИКАТОРЕ С ЗАВИХРИТЕЛЯМИ ПОТОКА ВОЗДУХА

О.М. Флисюк, С.А. Панасенко

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(Технический университет),  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В данной работе выполнено экспериментальное исследование распределения частиц песка по размерам при их разделении в потоке воздуха внутри классификатора нового типа. За счет особого профиля стенок классификатора организуется завихрение потока воздуха. Таким образом, данный классификатор объединяет движущие силы разделения гравитационных и центробежных классификаторов.

Для фракционирования материалов в различных отраслях промышленности применяются разнообразные аппараты, в которых осуществляются различные способы классификации. Эти способы можно разделить на следующие группы:

- грохочение и вибросепарация на плоских поверхностях (перфорированных и гладких);
- гидравлическая классификация в подвижной или неподвижной жидкой среде;
- сухая классификация в газовых потоках.

Воздушная классификация применяется для отделения крупных зерен или удаления мелких частиц под действием силы тяжести или под действием центробежных сил. Основными преимуществами пневматической классификации являются высокая эффективность разделения (особенно для материалов с высоким содержанием пылевидной фракции), широкий диапазон границ разделения с плавной настройкой от 5 до 5000 мкм с возможностью изменения границ разделения исходного продукта в процессе работы. Производительность пневмосепараторов от нескольких кг/ч до сотен т/ч, при этом затраты энергии в среднем 2 кВт·ч/т. Пневмокласификаторы работают под разрежением, поэтому не пылят, могут работать в замкнутом по воздуху цикле и удовлетворяют требованиям экологии.

В силу названных причин за рубежом пневмокласификаторы широко применяются в самых различных областях промышленности. Список фирм, выпускающих эти аппараты, составляет не один десяток. По мнению японских исследователей [1], внедрение современных классификаторов позволило совершить технологическую революцию в керамике. В нашей стране дело обстоит иначе. Несмотря на то, что имеются конкурентоспособные разработки и примеры эффективного промышленного внедрения [2-5], парк классификаторов работающих в промышленности мал.

Целью настоящего исследования является определение эффективности разделения песка в пневмокласификаторе нового типа.

Для исследования процесса гравитационно-центробежной пневмокласификации создана лабораторная установка, показанная на рис. 1. Передняя и задняя стенки классификатора сделаны из листов органического стекла, боковые стенки из изогнутых стальных пластин. Боковые стенки зажимались между передней и задней стенками с помощью болтов, вкрученных в металлическую раму.

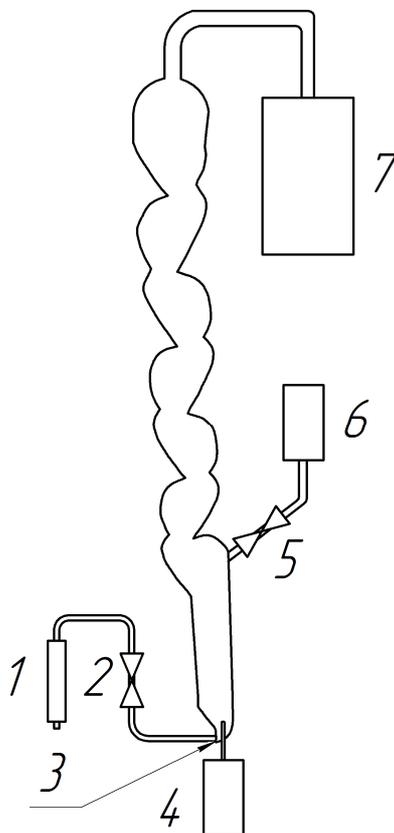


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Работа установки осуществлялась следующим образом. Воздух поступал в нижнюю часть классификатора через ротаметр 1 за счет разрежения, создаваемого вентилятором 7. Поток воздуха регулировался краном 2. Далее поток воздуха проходил через решётку 3. Неразделенный песок подавался из ёмкости 6. Скорость подачи песка регулировалась краном 5. В нижней части классификатора образовывался кипящий слой, частицы песка из слоя поступали через трубку в ёмкость для нижнего продукта 4. Легкие частицы, уносимые потоком воздуха в верхнюю часть классификатора, собирались на фильтре перед вентилятором 7. Распределение частиц по размерам измерялось на лазерном анализаторе размера частиц Shimadzu SALD-7500nano.

Было исследовано разделение песка с медианным диаметром частиц 127 мкм при подаче воздуха в классификатор с объёмным расходом 3 м<sup>3</sup>/час. На рисунке 2 представлены графики распределения частиц по размерам для неразделенного песка, верхнего и нижнего продукта. Часть неразделенного песка была просеяна через сито с размером ячейки 53 мкм, распределение по размерам частиц просеянного песка представлено на этом же рисунке.

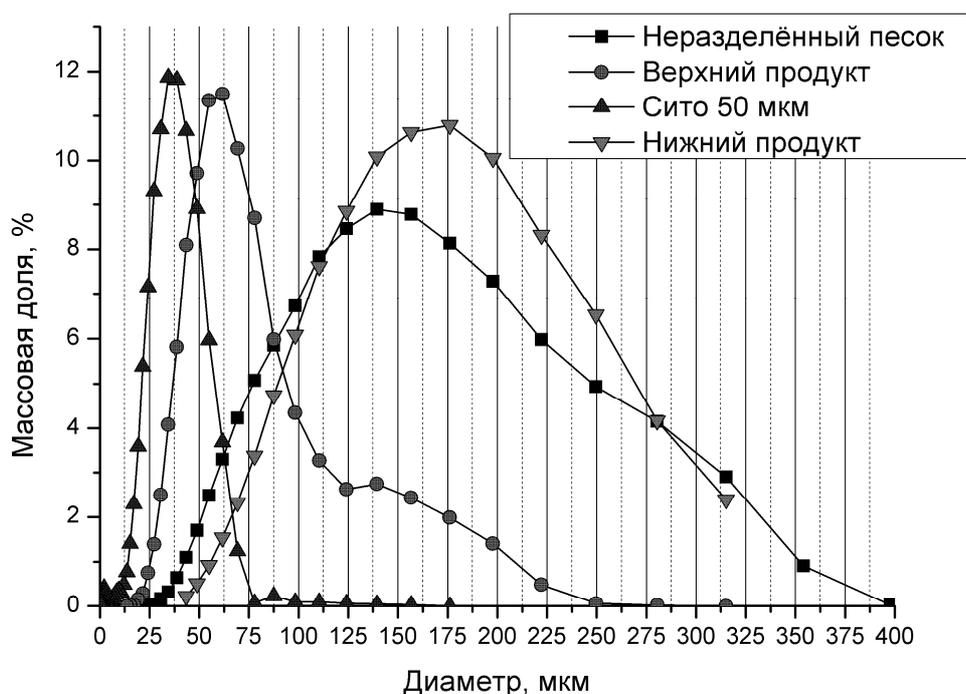


Рис. 2. Распределение частиц песка по размерам

### Список литературы

1. Ямада Ю. Технологическая революция в области машин для классификации порошков для производства керамики / Ю. Ямада // Катаку гидзицу си, 1986. – № 2, – С. 21-28.
2. Барский М.Д. Фракционирование порошков / М.Д. Барский. – М.: Недра, 1980. – 327 с.
3. Мизонов В.Е. Аэродинамическая классификация порошков / В.Е. Мизонов. – М.: Химия, 1989. – 160 с.
4. Гальперин В.И. Воздушная классификация сыпучих материалов / В.И. Гальперин. – М., 2006. – 88 с.
5. Богданов В.С. Процессы помола и классификации в производстве цемента: учеб. пособие / В.С. Богданов. – М.: Изд-во АСВ.

### СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА

Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин  
 Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,  
 г. Чебоксары

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются влияние и роль природных стимуляторов в растениеводстве.

Создаваемые в последние годы экологически безопасные и нетоксичные для человека и окружающей среды стимуляторы роста на основе природного сырья, обладающие одновременно несколькими видами активности открывающие новые подходы к управлению процессами метаболизма растений и позволяют

шире решать задачи практического растениеводства [1]. К таким относятся некоторые природные стимуляторы.

Гуминовые кислоты – сложная смесь высокомолекулярных природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших растений и их последующей так называемой гумификации. В сухом состоянии – неплавкий аморфный темно-бурый порошкообразный продукт. Гуминовые кислоты входят в состав органической массы торфа, углей, некоторых почв и лигносульфоната (побочный продукт переработки древесины). Гуминовые кислоты при попадании в водопроводную воду могут взаимодействовать с продуктами, используемыми при хлорировании, при этом образуются дигалоацетонитрилы, являющимися токсичными.

Ауксины – группа растительных гормонов, производные индола, обладают высокой физиологической активностью, стимулируют рост плодов и побегов растений. Уменьшение концентрации ауксина в растении приводит к увяданию листьев. Наиболее распространенным ауксином является гетероауксин ( $\beta$ -индолилуксусная кислота, ИУК), применяемый в сельском хозяйстве для ускорения образования корней у черенков различных растений.

Терпеноиды (гиббереллины) – кислородсодержащие органические соединения, углеродный скелет которых образован из изопреновых звеньев, являются активными участниками обменных процессов, протекающих в растениях, регулируют активность генов растений, участвуют в фотохимических реакциях. Углеродные цепи ряда терпеноидов являются ключевыми промежуточными продуктами в биосинтезе стероидных гормонов, холестерина, ферментов, витаминов Д, Е, К, желчных кислот.

Более 30 лет в лаборатории биопрепаратов, СКБ «Сувар» Чувашского госуниверситета ведутся научно-исследовательские работы по выделению из продуктов лесохимического производства природных стимуляторов роста (терпеноидов) растений и животных. Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур предложен и широко апробирован препарат «Бальзам-ЭКБ» – натриевое соединение абиетиновой кислоты. Было изучено влияние различных концентраций препарата 1,0 %; 0,5 %; 0,05 % на примере образцов гороха «Аэлита». Показано, что обработка посевов абиетатом натрия наиболее эффективной оказалась в концентрации 0,05 %, так как вызывает увеличение длины главного корня на 26,2 % (контроль) и на 62,1 % (абиетат натрия), поверхности листьев, вызывает также стимуляцию роста и развитие гороха - высота длины стеблей (контроль) через 70 дней после посадки была на 10,2 %, а в эксперименте – на 31,2 % выше, чем у контроля. Наблюдалось увеличение сахара в сухом веществе, сырого протеина, сырого жира, каротина по сравнению с контролем. Дальнейшие исследования по применению препаратов серии «бальзам» («Бальзам-ЭКБ», микроэлементный препарат «Сувар») продолжаются [2-8].

### Список литературы

1. Влияние стимулятора роста на урожайность и качество продукции зерновых. Вестник Марийского государственного университета серия

*«Сельскохозяйственные науки. Экономические науки» / А.В. Данилов. – 2017. – Т.3, №1(9).*

2. Читнаев Е.Л. Неорганические вещества, их биологическая активность / Е.Л. Читнаев, Е.И. Заживихина, С.А. Маркова // *Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции.* – Чебоксары: Издательство Чувашского государственного университета, 1997. – С. 232-233.

3. Заживихина Е.И. Применение биологически активных веществ на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц / Е.И. Заживихина, С.А. Маркова // *Химико-лесной комплекс – научное кадровое обеспечение в XXI веке. Проблемы и решения. Международная научно-практическая конференция. Сборник статей по материалам конференции.* – Красноярск: СибГТУ, 2000. – С. 287-289.

4. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Комплексное применение препарата «Сувар» с дезинфицирующим препаратом «Бальзам-ЭКБ» / Е.И. Заживихина, С.А. Маркова // *Семейная медицина в современных условиях: материалы научно-практической конференции Приволжского Федерального округа.* – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. – С. 213-214.

5. Заживихина Е.И. Комплексное применение препарата «Бальзам-ЭКБ» с микроэлементным препаратом «Сувар» // *Глобальные проблемы экологизации в Европейском сообществе: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 10-летию образования Международного информационно-экологического парламента.* – Казань, 28-29 сентября 2006. – С. 200-201.

6. Заживихина Е.И. О биологической роли абиетата натрия / Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин // *Современные проблемы химии и защиты окружающей среды: Тезисы докладов региональной научно-практической конференции, 2007.* – С. 94-95.

7. Заживихина Е.И. Природные стимуляторы / Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин // *Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXV Международной научно-практической конференции под общ. ред. В.М. Панарина.* – Тула: Инновационные технологии, 2019. – С. 28-30.

8. Заживихина Е.И. Влияние препарата «Бальзам-ЭКБ» на рост и развитие лука репчатого / Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин // *Современные проблемы экологии: доклады XXIV междунар. науч.- практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина.* – Тула: Инновационные технологии, 2020. – С. 34-37.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ЗОЛЫ СЖИГАНИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ

О.А. Сафронов<sup>1,2</sup>, И.А. Зеновьев<sup>1</sup>, Д.А. Бушуев<sup>1</sup>, П.А. Сыса<sup>1</sup>, И.В. Кунилова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В.

Мельникова Российской академии наук,  
г. Москва

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

***Аннотация.** С целью выделения магнитного концентрата из золы сжигания каменных углей проведены исследования режимов процесса магнитной сепарации. Установлена возможность получения за одну стадию продукта с содержанием железа 36% при выходе 3,4% и извлечении металла 45,6 %. В результате перечистки операции в режиме бегущего магнитного поля содержание железа в магнитном концентрате удалось повысить до 43 %.*

***Ключевые слова:** зола, сжигание углей, магнитная сепарация, магнетитовый концентрат.*

*Актуальность исследований.* При сжигании энергетических углей на предприятиях электроэнергетики образуются золошлаковые отходы, одним из видов которых является зола уноса, улавливаемая электрофильтрами. Непосредственное использование золы в строительных отраслях приводит к безвозвратной потере ценных компонентов золы, а также ограничивает сферы применения золы из-за возможного несоответствия требованиям к строительным материалам. В связи с этим разработка технологий комплексной переработки золы уноса является перспективным направлением научных исследований. Одним из основных этапов комплексной переработки золы сжигания углей может являться выделение железосодержащего продукта методом магнитной сепарации.

*Задачи исследований:*

1. Определение элементного и гранулометрического составов исходного материала золы.
2. Разработка эффективного режима выделения железосодержащего продукта.
3. Анализ показателей процесса магнитной сепарации и распределения элементов в продукты разделения.

*Объект исследований* – зола, полученная при сухом золоудалении при сжигании каменного угля Экибастузского угольного бассейна.

*Результаты исследований.*

Отбор проб для исследований золы уноса проводили по [1]. Схема подготовки лабораторных проб включала перемешивание исходной пробы массой 10 кг, усреднение методом кольца и конуса и отбор проб методом квартования. Результаты элементного анализа образцов золы показали, что исследуемая зола относится к кислому типу в соответствии с [2]. Основными компонентами золы являются (в пересчете на оксиды): SiO<sub>2</sub> – 58 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 21 %,

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4 %,  $\text{CaO}$  – 2 %,  $\text{SO}_3$  – 1 %,  $\text{TiO}_2$  – 1 %. Также в золе содержится недожженный углерод (недожог) в количестве 2 %. Предварительное удаление недожженного углерода проводилось методом флотации.

Гранулометрический состав золы определяли методом мокрого отсева на ситах. Анализ распределения частиц золы по фракциям крупности показал, что максимальный выход - порядка 40% - имеет наиболее тонкодисперсная фракция -20 мкм. Также значительный выход у наиболее крупной фракции +71 мкм (28 %).

Магнитное разделение проводили в барабанном сепараторе с индукцией магнитного поля 0,19 Тл. В связи с высокой дисперсностью исходной золы мокрую магнитную сепарацию пробы осуществляли в разбавленной суспензии при соотношении Т:Ж=1:10. Содержание железа в исходном материале составляло 2,7 %. По результатам экспериментов с разной скоростью вращения магнитного барабана установлена большая эффективность низкой скорости вращения барабана – 10 об./мин., обеспечивающая повышение выхода концентрата на 0,4-1 % по сравнению со скоростью 18 об./мин.

Анализ показателей процесса магнитной сепарации и распределения элементов в продукты разделения. По результатам элементного анализа образцов установлено, что содержание железа в концентрате магнитной сепарации составило 36 % при выходе 3,4 % и извлечении металла 45,6 %. В концентрат также перераспределяется основное количество марганца (0,31 %), неодима (0,06 %), ванадия (0,06 %), которые могут являться легирующими добавками при последующей переработке концентрата. В хвостах магнитной сепарации содержание железа составило 1,85 %.

Для установления возможности повышения содержания железа в концентрате была проведена перечистная операция ручным магнитом в режиме бегущего магнитного поля. Полученный магнетитовый концентрат с содержанием железа 43% может быть использован в качестве компонента шихты вместо магнетита при выплавке чугуна или ферросплавов, в производстве специальных бетонов и т.п. [3].

*Выводы.* В результате проведенных исследований по магнитному выделению железосодержащего продукта из золы уноса получен концентрат с содержанием железа 43 %. Низкое содержание железа обусловлено сложным минеральным составом золы, а именно, наличием сплавленных агрегатов оксидов железа и алюмосиликатных частиц в золе.

### Список литературы

1. ПНД Ф 12.4.2.1-99 Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб. Общие положения. – М.: 1999. – 16 с.
2. ГОСТ 25818-2017. Золо-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. – М.: Стандартинформ. – 2017. – 23 с.
3. Зырянов В.В., Зырянов Д.В. Зола уноса - техногенное сырье. – М.: ИПЦ "Маска", 2009. – 320 с.

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛЬЦИЯ В ПОЧВЕННОМ ПРОФИЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ ОТ КАРЬЕРА СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ЛЕВЕНБЕРГА – МАРКВАРДТА

Л.Э. Шейнкман, М.С. Ивлиева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены закономерности миграции загрязнителя на примере кальция в почвенном горизонте карьера по добыче нерудных полезных ископаемых. Модель конвективно-диффузионного переноса определена уравнением Бернулли второго порядка. Аналитическим решением является экспоненциальная зависимость или сигмоид с графиком логистической кривой.

В Тульской области добывается множество нерудных полезных ископаемых: песка, глины, известняка. Высокая щелочность ( $pH = 7,5-8,4$ ) известняковых почв оказывает влияние на растворимость доступных питательных элементов. Чувствительность почвенного горизонта к изменениям водно-солевого режима играет ключевую роль в переносе водорастворимых веществ. Моделирование процессов миграция кальция в почвенных горизонтах позволяет оценить распределение свободного кальция.

Исходные данные для статистической обработки, полученные в полевых условиях [1], приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сводные данные содержания кальция в почвенном разрезе

Расстояние от рудника, м	Глубина почвы, см	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , мг/кг	CaCO <sub>3</sub> , мг/кг	Суммарное количество кальция, мг/кг
100	2	8,00	1,04	9,04
	5	7,90	0,85	8,75
	10	3,02	0,47	3,49
	15	2,66	0,93	3,59
200	2	6,50	0,70	7,20
	5	6,00	0,78	6,78
	10	4,00	1,00	5,00
	15	2,85	0,80	3,65
300	2	6,00	0,40	6,04
	5	5,02	0,91	5,93
	10	2,01	0,61	2,62
	15	1,82	0,58	2,41

Исследование показало, что нелинейное оценивание адекватно производить в соответствии с уравнением конвективно-диффузионного переноса, преобразованного в уравнение Бернулли, решением которого является логистическая функция:

$$C(z) = b_0 \cdot \exp(b_1 \cdot z) / \{b_2 \cdot [\exp(b_1 \cdot z) - 1] + 1\} \quad (1)$$

Нелинейное оценивание данных таблицы 1 в соответствии с решением (1) в среде Statistica 6.1 методом Левенберга-Марквардта позволило получить уравнение следующего вида

$$C = 7,681997 \cdot \exp(-0,136098 \cdot z) / \{0,830217 \cdot [\exp(-0,136098 \cdot z) - 1] + 1\}. \quad (2)$$

Коэффициент множественной корреляции для модели (2) –  $R = 0,9957$ , доля объясненной дисперсии  $0,9914$ . Модель значима на уровне значимости  $p = 0,95$  по критерию Фишера, т.к.  $F_{\text{расч}} = 651,6495 > F_{0,95}(3,1) = 215,707$ .

На рис.1 приведена логистическая кривая изменения концентрации кальция для расстояния 200 метров от карьера.

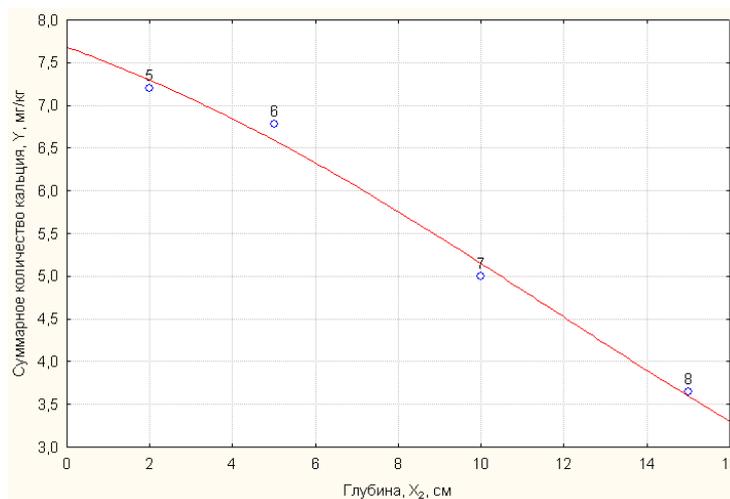


Рис.1. Логистическая кривая изменения концентрации кальция по профилю почвы на расстоянии 200 метров от карьера

При малых значениях средних скоростей фильтрации почвенного раствора, можно описать[3]:

$$C(z) = C_0 \exp\left(-z \sqrt{\frac{K}{D}}\right), \quad (3)$$

где  $K$  - эффективная константа скорости процессов сорбции загрязняющего вещества,  $D$  - коэффициент эффективной диффузии.

Совокупное влияние различных свойств почвы на распределение концентрации загрязняющего вещества с использованием корреляционного и регрессионного анализа можно учесть, если применить уравнение множественной регрессии вида:

$$C = b_0 A_1^{b_1} A_2^{b_2} A_3^{b_3} \dots, \quad (4)$$

где:  $C$  – концентрация загрязняющего вещества;  $A_i$  – независимые предикторы, факторы (например – свойства почвы),  $b_i$  – константы (параметры модели).

Нелинейный анализ данных табл. 1 в форме:

$$C(x, z) = C_0 \cdot \exp(-b_1 \cdot z) \cdot \exp(-b_2 \cdot x), \quad (5)$$

где  $C(x,z)$  – концентрация кальция в почве, мг/кг;  $x$  – расстояние от карьера, м;  $z$  – глубина в почве, см;  $C_0, b_1, b_2$  – параметры модели –

позволил получить распределения концентрации кальция по глубинам в зависимости от расстояния от карьера в Statistica 6.1 методом Левенберга – Марквардта следующего вида:

$$C(x,z) = 13,01789 \cdot \exp(-0,07334 \cdot z) \cdot \exp(-0,00186 \cdot x). \quad (6)$$

Коэффициент множественной корреляции для модели (6) –  $R = 0,929$ , доля объясненной дисперсии  $\sigma_{\text{variance}} = 0,864$  и модель значимы на уровне  $\alpha = 0,05$  ( $p = 0,95$ ) по критерию Фишера, т.к. расчетное значение критерия Фишера превышает критическое его значение при  $\alpha = 0,05$ :  $F_{\text{расч.}} = 153 > F_{0,95}(3,9) = 3,863$ . Реализация модели показана на рис. 2. Поверхность отклика снижения концентрации проиллюстрирована на рис.3.

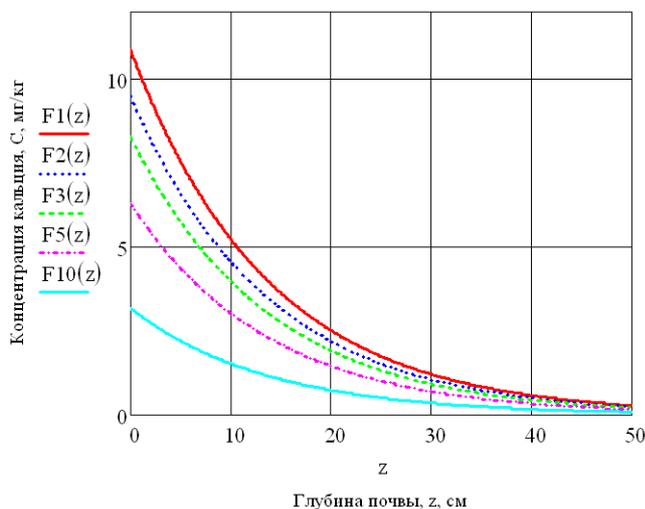


Рис.2.  $F_1(z), F_2(z), F_3(z), F_5(z), F_{10}(z)$  – концентрации, построенные по профилю почвы на расстояниях, соответственно, 100, 200, 300, 500, 1000 метров от карьера

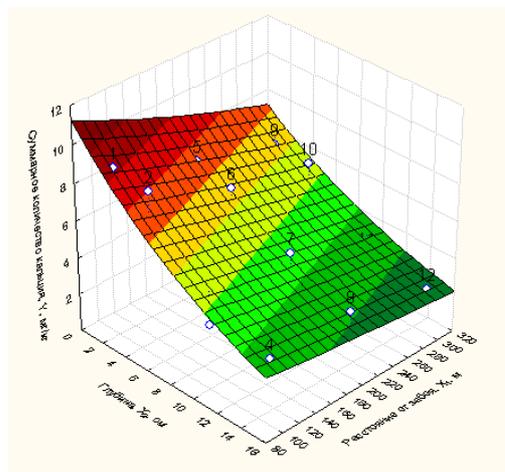


Рис. 3. Поверхность отклика снижения концентрации кальция

Снижение концентрации кальция с глубиной в почве –

1) для расстояния от карьера 100 метров:

$$C_{100} = 11,41493 \exp(-0,08686 \cdot z),$$

2) для расстояния от карьера 200 метров:

$$C_{200} = 8,268231 \exp(-0,051238 \cdot z),$$

3) для расстояния от карьера 300 метров:

$$C_{300} = 7,584993 \exp(-0,082073 \cdot z).$$

На рис. 4 представлены графики снижения концентрации кальция с глубиной в почве по соответствующим фрагментам данных табл. 1 для трех расстояний от карьера 100, 200, 300 метров.

Анализируя профили диффузионного потока кальция во вмещающих почвах, следует отметить высокий темп снижения скорости миграции кальция при уменьшении величины коэффициента эффективной диффузии.

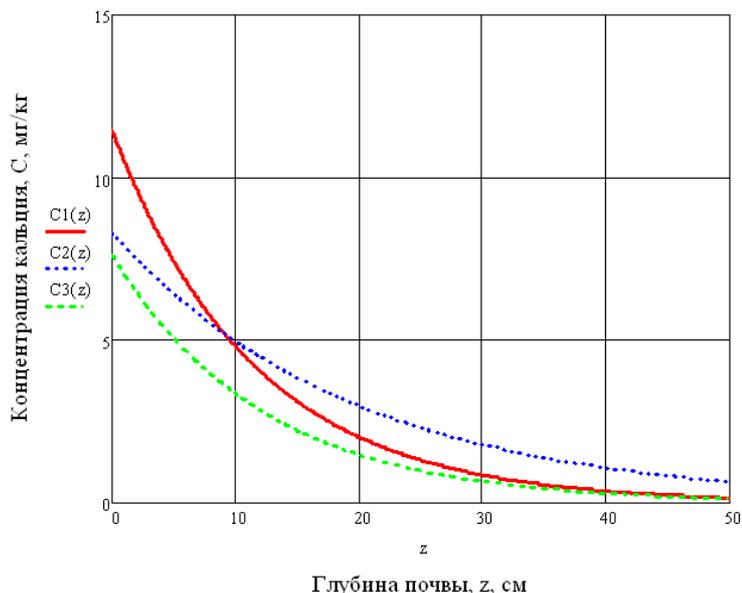


Рис. 4. Графики снижения концентрации кальция с глубиной в почве для трех расстояний от карьера 100, 200, 300 метров, соответственно  $C_1(z)$ ,  $C_2(z)$ ,  $C_3(z)$  – снижение концентрации кальция на расстояниях 100, 200, 300 метров от карьера

Полученные решения позволяют найти отношение  $K$  (эффективной константы скорости процессов сорбции ЗВ) к  $D$  (коэффициенту эффективной диффузии).

Средняя оценка по околокарьерной территории:

$$\sqrt{\frac{K}{D}} = 0,07334.$$

Для расстояния 100 метров от карьера:

$$\sqrt{\frac{K}{D}} = 0,08686.$$

Для расстояния 200 метров от карьера:

$$\sqrt{\frac{K}{D}} = 0,051238.$$

Для расстояния 300 метров от карьера:

$$\sqrt{\frac{K}{D}} = 0,082073.$$

Расчет каждого из приведенных показателей может быть выполнен с учетом возможности измерения другого показателя в соответствии с запатентованной авторами методикой [4,5].

## Список литературы

1. Антоненко Н.А. Исследование влияния известняковой мелкодисперсной пыли, образующейся при открытых горных работах на свойства почвы / Н.А. Антоненко, Д.В. Дергунов, Л.Э. Шейнкман // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2017. – №2. – С. 3-17.
2. Соколов Э.М. Геотехнологические принципы экологически рационального использования недр Подмосквовного угольного бассейна / Э.М. Соколов, А.А. Маликов, Л.Л. Рыбак, С.М. Богданов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2014. – № 2. – С. 30-45.
3. Качурин Н.М. Миграция радона в надработанных породах / Н.М. Качурин, Г.В. Стась, С.А. Воробьев, Мпекко Нсендо Арди // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2014. – № 4(2). – С. 18-23.
4. Соколов Э.М. Способ определения коэффициента диффузии радионуклида в почве: пат. 2061238 Рос. Федерация / Э.М. Соколов, Н.М. Качурин, А.А. Кузнецов, Т.М. Свиридова; заявл. 25.07.1994.; опубл.27.05.1996.
5. Соколов Э.М. Способ определения константы скорости изменения содержания радионуклида в почве: пат. 2103684 Рос. Федерация. / Э.М. Соколов, Н.М. Качурин, А.А. Кузнецов, Т.М. Свиридова; заявл. 30.07.1996.; опубл.27.01.1998.

## ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ НА ПОЧВАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОМ ЦЕЗИЕМ-137

М.С. Ивлиева, Л.Э. Шейнкман  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** В статье рассмотрены закономерности аккумуляции радионуклида  $^{37}\text{Cs}$  в почве Тульской области. Сорбция ионов радионуклидов в водном растворе описана уравнением диффузии. Рассмотрен метод проведения фитомелиорации с использованием азотфиксирующими бактериями *Azobacter chroococum*. Приведены растения-сорбенты, аккумулирующие радионуклид  $^{37}\text{Cs}$  для серых лесных почв и черноземов.

**Ключевые слова:** радионуклид  $^{37}\text{Cs}$ , уравнение диффузии, фитомелиорация, азотфиксирующие бактерии, растения-сорбенты.

Основным источником радиоактивного загрязнения почвенно-растительного комплекса на территории Тульской области является авария на ЧАЭС, в результате которой произошло выпадение нуклида  $^{37}\text{Cs}$ , период полураспада которого составляет 30 лет.

Почва является первым звеном поступления радионуклидов в наземные пищевые цепочки. Аккумулируя радионуклид в почве,  $^{37}\text{Cs}$  включается в биогеохимические циклы миграции. В результате перемещения в почве и последующего корневого поглощения радиоактивный элемент поступает в части растений.

Сорбция твердой фазой почвы и корнями растений для почвенного раствора может быть отражена уравнением, учитывающим диффузию [1]:

$$\frac{\partial C_o}{\partial t} = k \cdot D_x \cdot \frac{\partial^2 C_o}{\partial x^2} - \alpha \cdot C_o - \beta \cdot C_o,$$

где  $C_o$  – концентрация ионов радионуклидов в водном растворе в момент  $t$  в точке с координатой  $x$ ;  $D_x$  – коэффициент диффузии радионуклидов по профилю;  $k$  – коэффициент, учитывающий неоднородность потока диффузии из-за изменения сечения;  $\beta$  – константа скорости сорбции радионуклидов твердой фазой почвы;  $\alpha$  – константа поглощения радионуклидов корневой системой растений.

На территории Тульской области преобладают почвы серые лесные и черноземы. По данным ежегодного радиационно-гигиенического мониторинга уровень гамма-фона в январе 2020 года в г. Туле составлял 0,09 мкЗв/час [5]. Среднее содержание  $^{37}\text{Cs}$  в почве составляет 122 Бк/кг [3].

На миграционную способность  $^{37}\text{Cs}$  оказывает влияние физико-химические свойства почв, а именно содержание сульфатов, валового и обменного калия, гумуса, серы, марганца, стронция.

По данным экологического состояния почвенного покрова Тульской области содержание сульфатов в некоторых районах превышает нормы ПДК: 160 мг/кг в Белёвском районе для дерново-подзолистых почв, 320 мг/кг в Новомосковске для черноземов [2]. Содержание катионов калия для серых лесных почв Ефремовского района многократно превышает и составляет 1200 мг/кг. Агрохимические свойства пахотного слоя почвы: содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 130,5 мг/кг;  $\text{K}_2\text{O}$  – 130,1 мг/кг; pH – 5,3; гумуса – 4,4 % [6].

На уровень аккумуляции  $^{137}\text{Cs}$  в фитомассе растений сильное влияние оказывает уровень радиоактивного загрязнения почв. Повышенная плотность геохимически подчиненных ландшафтов напрямую отражается на уровнях аккумуляции  $^{37}\text{Cs}$  в фитомассе растений.

Для восстановления почв предлагается использовать метод фитомелиорации, в сочетании химических и микробиологических факторов. Данная технология позволяет устранить загрязнение радиоактивными элементами без экскавации и переработки почвы, механического воздействия на неё.

Этапы технологии очистки почв: определение типа и физико-химических свойств почвы на территории загрязнения; подбор растений-сорбентов, аккумулирующие радионуклид  $^{37}\text{Cs}$ ; обработка почвы водным раствором солей нитрата аммония с последующей посадкой растений; повторная обработка водным раствором солей нитрата аммония почвы в период активного развития растений; сбор растений и утилизация [1].

В зоне радиоактивного загрязнения целесообразно использовать экологические безопасные заменители минеральных азотных удобрений – бактериальные удобрения, содержащие ассоциативные азотфиксирующие бактерии. Внесение их улучшает азотное питание, частично снижая дозы минерального азота, повышая продуктивность многолетних злаковых трав.

Технология перекачки радионуклида в биомассу растений позволяет не нарушать естественную структуру почвы. Перед посадкой рекомендуется

обработать семена водной суспензией препарата *Azobacter chroocosum*. Азобактерин относится к классу аэробных бактерий-стимуляторов, ускоряя рост и сокращая вегетационный период. [4] Он стимулирует развитие корневой системы за счет продукции фитогормонов, улучшает минеральное питание и повышает урожайность многолетних злаковых трав. [5] Азотобактерии *Azobacter chroocosum* способствуют фиксации азота и улучшению азотного питания растений, стимулирующих прорастание семян растений. Они продуцируют никотиновую и пантотеновую кислоты, пиродоксин, биотин, гетероауксин, гибберллин, а также помогают выработке антибиотика, который не дают размножаться фитопатогенным грибам.

Растения-сорбенты, аккумулирующие радионуклид  $^{37}\text{Cs}$ , различаются по способности к аккумуляции. В качестве растений сорбентов, пригодных для серых лесных почв и черноземов предлагается выбирать пижму, подсолнечник, вейник наземный, полынь обыкновенная, пырей ползучий.

Далее собранную и высушенную биомассу подвергают сжиганию при температуре 90-95 °С.

Таким образом, технология реабилитации радиоактивно загрязненных почв Тульской области позволяет решить задачу минимизации воздействия на биоту радионуклидов, вовлечь ранее изъятые земли в сельскохозяйственный оборот.

#### Список литературы

1. Рахимова Н.Н. Автореферат диссертации «Геоэкологические особенности миграции радионуклидов Cs-137 и Sr-90 в почвенно-растительных комплексах степной зоны Оренбургской области», Пермь. – 2006.

2. Нечаева И.А., Арлямов В.А., Акатова Е.В., Волкова Е.М. Экологическое состояние почвенного покрова Тульской области// Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2015. № 4, С. 283-293.

3. Орлов П.М. Динамика содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах Тульской, Орловской, Рязанской областей в длительном последствии известкования / П.М. Орлов, О.В. Гладышева, Н.И. Аканов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018.

4. Рахимова Н.Н. Восстановление почв, загрязненных радионуклидами, методом фитомелиорации / Н.Н. Рахимова // Вести МАНЭБ в Омской области. – 2014. – №.2. – С. 997-1002.

5. <https://71.rosпотреbnadzor.ru/content/590/93825>

## НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

А.В. Волков, Е.В. Лазаренко  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрена теоретическая и нормативно-правовая база регионального природопользования в контексте модели академика В.П. Алексеева «человек (общество) – культура – окружающая природная среда». Изложены экологические последствия горнопромышленного

природопользования в Тульской области, формируемые ими социальные риски. Приведена идея комплексного оценивания последствий природопользования.

В условиях умножения эффектов мирового кризиса, быстрого истощения конвенциональных – мирных – способов разрешения глобальных и региональных проблем [1], практика обеспечения национальных интересов всё чаще учитывает законы и закономерности взаимодействия человека с окружающей средой. Согласно представлениям академика В.П. Алексеева, ключевую идею исследований, обсуждающих риски социально-экономического развития, выражает модель «человек (общество) – культура – окружающая природная среда». «Эта схема, – отмечал В.П. Алексеев в работе «Некоторые аспекты палеоэкологических исследований» (1991), – включает три компонента: человека, понимая под ним, естественно, не единичную личность, а совокупность людей, культуру во всех её формах, природную среду (социальная среда включается в культуру) и все возможные связи между ними» [2, с. 93]. В свою очередь, данная модель развивает представления об автоколебательных системах, совершающих незатухающие колебания за счёт источника ресурсов, в общем случае, не обладающего явными колебательными свойствами (рис. 1).

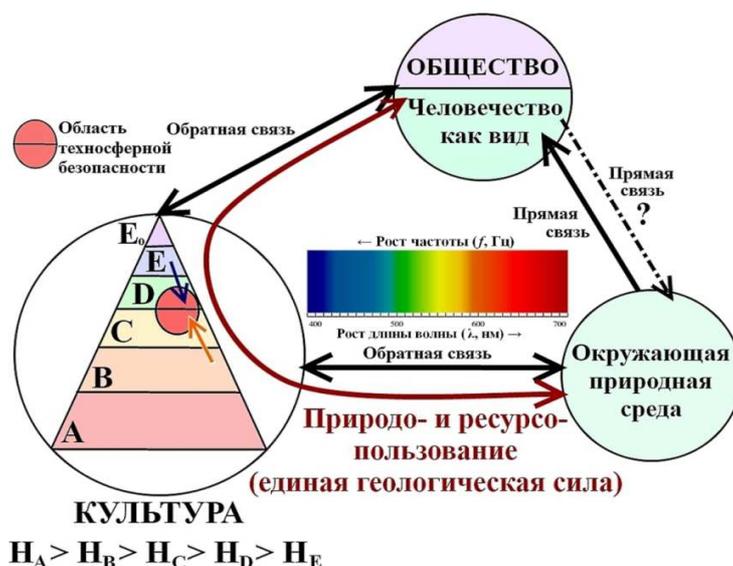


Рис. 1. Графическое представление модели «человек (общество) – культура – окружающая природная среда»

На рис. 1 символом «?» отмечено опосредованное влияние первобытного общества на природные компоненты, строение и свойства естественных комплексов [2]. Позиция «E → D» отражает влияние на уровень техносферной безопасности «человеческого фактора», а позиция «B → C» – методологии научного поиска и научной картины мира, состояния фундаментальной науки, динамики и последствий военных конфликтов. Обращение к образу спектра электромагнитных колебаний отражает принципиально *многоуровневый характер взаимодействия общества и природы*.

Экологические связи внутри человеческого вида могут быть названы социальными. Их изучает дисциплина – антропоэкология, объединяющая два

раздела: экологию человека (рассматривает физическое здоровье преимущественно индивида и биологические механизмы его адаптации) и собственно социальную экологию (уделяет внимание психическому здоровью групп и внебиологическим механизмам их адаптации). По некоторым представлениям, производной от социальной экологии является экология культуры, рассматривающая влияние на человека рукотворной среды обитания – от ландшафтов и архитектуры до письменности и иных знаковых систем. По мнению Н.Ф. Реймерса, экология культуры представляет собой общественный взгляд и научную дисциплину, связывающие вещественно-культурные и мировоззренческие ценности с человеком как личностью и биологическим видом.

Актуальность антропоэкологии обусловлена всё более масштабным вмешательством человека в ход планетарных процессов. При этом необходимость перехода от обычных экологических исследований к анализу динамики системы «человек (общество) – культура – окружающая природная среда» вызвана не столько разрушениями, нанесенными планете человеком, сколько обратным их влиянием на социально-экономическое развитие цивилизации.

В первой трети XXI века анализ проблем развития всё чаще обращается к процессам, протекающим не только в биосфере Земли, но и в Космосе, в частности, на Солнце (рис. 2). Основополагающий вклад в формирование концептуального ядра теории солнечно-земных связей внёс А.Л. Чижевский (1897-1964) [3].

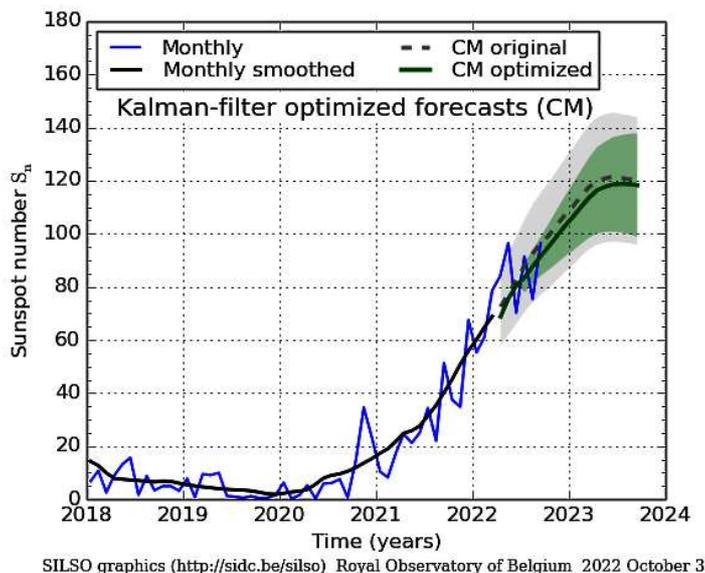


Рис. 2. Прогноз динамики солнечной активности в 25-м цикле наблюдений, выполненный Королевской обсерваторией Бельгии на основе ряда относительных чисел Р. Вольфа

Тем не менее, вернёмся к рис. 1. Вынесенное на рисунок понятие и сам термин «природопользование» предложены на заседании московского филиала Российского географического общества в конце 1958 года, а в 1968 году в литературу вошёл термин «экономика природопользования» [4-5].

С позиции естествознания, природопользование – это многоуровневая система взаимодействия различных форм жизнедеятельности человеческих коллективов с условиями и ресурсами территории освоения, а также с экологическими, экономическими и социальными результатами своего труда.

Природопользование рассматривают как специфический – характерный исключительно для социализированного человека – способ взаимодействия с окружающей средой (см. рис. 1). Во многих случаях проводят границу между природопользованием и производственной деятельностью. К последней относят совокупность технологических процессов в помещениях, связанных с окружающей средой лишь каналами поступления сырья и отведения продукции и отходов. Природопользование, как правило, объединяет технологические процессы под открытым небом.

Согласно определению понятия «природопользование», оценки результатов природо- и ресурсопользования зависят от того, какие именно компартменты (от лат. *comparilis* – вполне одинаковый; англ. *compartment* – отделение, отсек) культуры выражено вовлечены во взаимодействие общества и природы. Например, наиболее низкочастотный компартмент культуры, обозначенный символом «А», определяет мистически-религиозное отношение человека к природе (см. рис. 1).

Расположенный выше первого, меньший по «мощности» и величине периодов колебаний ритмов, компартмент «В» характеризует либо силовое отчуждение ресурсов и безальтернативную квалификацию качества среды в условиях деградации «институтов согласия», роста военно-политической конфронтации, либо согласованные усилия на научной основе в условиях действия эффективных международных «институтов согласия».

Различная мера доступности запасов и ресурсов минерального сырья в мирное и военное время ныне является предметом активных дискуссий и профильных публикаций. Так, обращаясь к военно-политическому аспекту доступности ресурсов, специалисты Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова РАН утверждают: «Наиболее сильное влияние государственных границ... на доступность запасов полезных ископаемых <оказывается> в периоды политических конфликтов. В период Первой мировой войны сформировалось понятие «стратегические виды минеральных ресурсов». <...> В нормальные периоды развития мировой экономики преобладает тенденция к глобализации сырьевых рынков» [6, с. 27].

Ныне выделяют четыре проекции анализа понятия «природопользование»:

- 1) деятельность, направленная на создание условий существования общества;
- 2) универсальная тенденция развития общества;
- 3) особое свойство и способность социализированного человека, специфическая форма его жизненной активности;
- 4) научная теория [5].

В значительной мере практические действия и научные исследования в области рационального природо- и ресурсопользования опираются на теоретические представления об организации географической среды. Установление интегральных характеристик среды базируется на концепции природно-ресурсного потенциала ландшафта (1948 год). Различают обобщающий отдельные свойства потенциал устойчивости ландшафта и набор частных потенциалов, в т.ч. минерально-сырьевой, энергетический, агропроизводственный, рекреационный и другие.

В конце XX века появились новые подходы к выявлению интегральных показателей геосистем, опирающиеся на так называемую геоситуационную концепцию. Термином «эколого-географическая ситуация» (ЭГС) обозначают

пространственно-временное сочетание экологических, социально-демографических и экономических факторов, которые задают изменения окружающей среды, сказывающиеся на жизнедеятельности общества. По сути, ситуации отражают неблагоприятные последствия действия перечисленных групп факторов, а также характер трансформации самих факторов под влиянием изменившихся обстоятельств социально-экономического развития. Обращение к этому понятию отражает тенденцию на системно-историческое изучение окружающей среды с учётом взаимодействия экологических, социально-демографических и экономических факторов.

Основными группами ситуаций являются следующие:

- ландшафтно-экологические – экологические проблемы природопользования;
- эколого-экономические – природные ограничения финансовой и экономической деятельности;
- эколого-социальные – миграция, изменения традиционных укладов жизни, этническая преступность и терроризм, динамика общественного мнения;
- эколого-политические – законотворчество и правоприменительная практика, деятельность неправительственных организаций, международное сотрудничество и военные конфликты.

Отметим, что в рамках концепции эколого-географических ситуаций, формирование и развитие эколого-политических ситуаций, а также ситуаций других типов может быть обусловлено ходом и последствиями военных конфликтов.

Несмотря на изложенное, дальнейший прогресс общества специалисты продолжают связывать с освоением ресурсов природной среды. Одним из главных направлений охраны природы в условиях её эксплуатации называют *оптимизацию природных комплексов*. Под оптимизацией понимают выбор и осуществление наилучшего варианта преобразования системы. Выбор направления оптимизации ведут в системе координат, представленной биоцентрической и антропоцентрической парадигмами естествознания. В теории, охрану и эксплуатацию природы не рассматривают как взаимоисключающие подходы. Охрана должна сопровождать всякое мероприятие по использованию природного комплекса, а внедрение хозяйственного проекта должно предваряться оценкой возможного ущерба в результате природопользования.

Следовательно, оптимизация природной среды предполагает научно обоснованное, технологически совершенное и экологически безопасное, т.е. *рациональное*, использование ресурсов, охрану природных комплексов и регулирование природных процессов. *Общей целью оптимизации является достижение баланса* между эксплуатацией, консервацией и мелиорацией природной среды. Цель достигается внедрением в исследования системно-исторического и междисциплинарного познавательных подходов, совершенствованием методов управления природопользованием, реализацией превентивных целенаправленных мероприятий. Научные исследования и практические мероприятия базируются на теории организации географической среды.

Основы государственной политики в области охраны окружающей среды,

обеспечивающей сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, включая биологическое разнообразие, и естественных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, а также обеспечения экологической безопасности закрепляет Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 (редакция от 26.03.2022; вступил в силу с 01.09.2022; [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/)).

Данный законодательный акт регулирует *отношения в сфере взаимодействия общества и природы*, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду – основу жизни на Земле.

Принципы охраны среды изложены в статье 3. В частности, закон требует:

- презумпции – признание данного феномена достоверным – экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- рационального использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов как главных условий обеспечения благоприятной окружающей среды;
- учёта природных и социально-экономических *особенностей территорий* при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- *научно обоснованного сочетания* экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития территорий и благоприятной окружающей среды;
- *обязательности оценки воздействий* на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- запрещения хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды.

При этом информация о состоянии окружающей среды (экологическая информация) *является общедоступной информацией*, к которой не может быть ограничен доступ, за исключением позиций, отнесённых законодательством РФ к государственной тайне (статья 4.3; введена ФЗ № 39-ФЗ от 09.03.2021).

Оценка воздействия на окружающую среду проводится в отношении планируемой хозяйственной и иной деятельности, которая может оказать *прямое или косвенное воздействие* на среду, независимо от организационно-правовых форм собственности предприятий и организаций (статья 32; в редакции ФЗ № 219-ФЗ от 21.07.2014).

В случае проведения подобного анализа и оценки, главными целями исследований являются (статья 70):

- совершенствование используемых и разработка новых *показателей комплексной оценки воздействия на окружающую среду*, методов и способов их определения;
- разработка систем мероприятий по сохранению, воспроизводству и развитию природного и рекреационного потенциала территорий, а также программ экологической реабилитации территорий.

Отношения, возникающие в сфере геологического изучения, использования

и охраны недр; разработки технологий геологического изучения, разведки и добычи трудно извлекаемых полезных ископаемых; использования отходов добычи полезных ископаемых и работы связанных с добычей производств регулирует Федеральный закон № 2395-1 от 21.02.1992 «О недрах» (редакция от 28.06.2022; с изменениями от 14.07.2022 года; <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=420499&dst=100001#OaMqDKTk3ljdjCAv>).

В частности, согласно статье 23, рациональное использование ресурсов недр требует обеспечения полноты их геологического изучения, комплексного использования и охраны.

При этом главной задачей *государственного регулирования отношений* недропользования является обеспечение воспроизводства минерально-сырьевой базы страны, её рационального использования и охраны в интересах нынешнего и будущих поколений народов Российской Федерации (статья 35).

Экология живых систем и рациональное природопользование, которое достигается сбалансированным использованием ресурсов, внедрением ресурсосберегающих технологий, целесообразным воспроизводством природно-ресурсного потенциала государства, указаны среди приоритетов устойчивого развития, согласно «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

Помимо законодательно закреплённых основ рационального природопользования, в ходе анализа и оценки воздействий на окружающую среду важную методологическую функцию выполняют результаты исследований ведущих научных школ России. Например, переоценка природно-ресурсной значимости недр нашла отражение в концепции их комплексного освоения, разработанной Институтом проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова РАН. В этом случае специалисты рассматривают недра как систему ресурсов, обеспечивающих развитие локальных и глобальной цивилизаций Земли. Процесс освоения требует управление ресурсами при сохранении экологических функций литосферы на базе анализа и оценки характеристик ресурсов, альтернативных вариантов деятельности, эффективной реализации оптимальных геотехнологий. В целом, сохранение недр достигается «соразмерным использованием» их экономического и экологического потенциалов. С этой идеей специалисты связывают формирование нового инструмента познания социально-технических систем, разработку алгоритмов управления такими системами.

Совершенствование Концепции комплексного освоения недр предполагает её модельную реализацию в базовых горно-промышленных регионах страны. По мнению заведующего сектором Института истории и археологии Уральского отделения РАН И.В. Побережникова, процессы социально-экономического развития регионов России «имеют не только темпоральное, но и пространственное измерение; они приобретают удивительное своеобразие и неповторимость в зависимости от времени и места: геополитического положения региона, его исторического наследия, уровня социально-экономического, политического и культурного развития..., специфики национального менталитета» [7].

История и современность Тульского края неразрывно связаны с освоением минерально-сырьевой база Подмосковного бурогоугольного бассейна и экологическими последствиями хозяйствования. Подмосковный бассейн площадью 124 тысяч км<sup>2</sup> охватывает границы Тульской, Калужской, Рязанской, Смоленской, Московской, Тверской и Новгородской областей, а также Средне-Русскую, Смоленско-Московскую и Валдайскую возвышенности, расположен в лесной и лесостепной зонах, разделенных долиной реки Ока. Особенности экономической организации территории позволяют выделять северо-западное и юго-восточное крыло бассейна с границей по линии Смоленск – Москва. В пределах первого в экономике доминирует аграрный сектор, в пределах второго – металлургическая, металлообрабатывающая, машиностроительная, горнодобывающая, химическая и энергетическая отрасли промышленности.

В настоящее время на территории Подмосковного угольного бассейна размещено около 300 закрытых и действующих предприятий, связанных с добычей, переработкой и потреблением нерудного сырья – угольных шахт и разрезов, обогатительных фабрик, ГРЭС, ТЭЦ, металлургических, машиностроительных и иных предприятий. Их деятельность, включая отходы прежних этапов производства, существенно сказывается на состоянии приземной атмосферы, поверхностных и подземных вод, земельных ресурсов, недр, а также ландшафтов в целом.

За период с 1924 по 1994 годы на территории Подмосковного бассейна накоплено около 180 млн м<sup>3</sup> пустых пород, занимающих площадь 400 га. В середине 1990-х годов только в отвалах действующих шахт находилось до 45 млн м<sup>3</sup> породы. Зона влияния этих отвалов достигает 5-6 тысяч га, что соответствует 0,23 % территории Тульской области. Отходы обогащения угля в основном представлены песчано-глинистыми породами с включениями высокозольного угля. Породы отвалов подвергаются физическому и химическому выветриванию. Продукты разрушения разносятся ветром на сотни метров. В ряде случаев интенсивное окисление обеспечивало самовозгорание отвалов. Безусловно, в регионе проводятся мероприятия по экологической реабилитации нарушенных земель. Однако урожайность на этих участках оказывается значительно ниже, чем на землях, не испытывавших влияния горных работ.

Следует подчеркнуть, что угли и золы Мосбасса содержат уран и продукты его распада (*Rn*), что осложняет экологическую ситуацию в регионе. Дополнительное загрязнение 60 % территории Тульской области с населением 0,9 млн человек – с 0,1 до 10 Ки/км<sup>2</sup> – обеспечила авария на Чернобыльской АЭС.

Оной из острейших экологических проблем Тульского края признаётся *загрязнение приземной атмосферы*. Главный вклад в загрязнение среды стационарными источниками вносят предприятия чёрной металлургии (45 %), электроэнергетики (38 %) и химической промышленности (12 %). Доля уловленных и утилизированных веществ составляет около 80 % от их общего количества. Наибольшая степень очистки выбросов отмечается на предприятиях стройиндустрии (99,3 %), электроэнергетики (82,2 %) и химической промышленности (75,2 %).

В областном центре основными источниками загрязнения атмосферы являются предприятия металлургии (90 %), машиностроения, нефтехимии, газовой промышленности и стройиндустрии, а также котельные. Озабоченность гигиенистов вызывает загрязнение воздуха соединениями тяжёлых металлов, поскольку концентрации многих из них превышают предельно допустимые величины. В качестве наиболее распространенных поллютантов установлены соединения свинца, марганца, никеля, хрома, меди, окислы алюминия, магния, цинка, железа, кальция.

Итак, Тульская область входит в группу субъектов РФ с напряжённой экологической обстановкой, которая ухудшает показатели заболеваемости и смертности населения. Подтверждена зависимость уровня заболеваемости органов дыхания, сердечнососудистых и онкологических патологий, сокращения общей продолжительности жизни от состояния окружающей среды. По указанным критериям здоровье населения Тулы хуже, чем в областных центрах соседних регионов, однако, по большей части показателей различия с контролем не слишком велики и практически всегда ниже среднего уровня по РФ. В целом, состояние здоровья туляков неблагоприятно. Однако существующий его уровень, согласно сложившейся практике оценивания, недостаточен для того, чтобы претендовать на статус зоны чрезвычайной экологической ситуации федерального значения [8].

Согласно оценке Б.А. Ревича, определяющий вклад в смертность от загрязнения атмосферы вносят неканцерогенные компоненты воздушной среды (приблизительно 90 %). Вклад канцерогенных веществ, как правило, составляет 1-3 % и не превышает 10 % общей смертности [9]. По мнению академика Ю.А. Израэля, принципиальное решение проблемы загрязнения атмосферы связано с многократным снижением выбросов конкретными предприятиями и иными источниками.

Итак, адекватный учёт природных, социально-культурных и производственных особенностей регионов России в ходе совершенствования системы показателей состояния окружающей среды, реализуемый в контексте получения оценок последствий воздействий на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности для принятия решений об изменении тактики и стратегии природопользования, является актуальной практической и научной проблемой.

*Цель* наших исследований – комплексная количественная оценка результатов природопользования (на примере субъектов ЦФО) и межрегиональные сопоставления, что является воплощением идеи Института проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова РАН о необходимости модельной реализации положений Концепции комплексного освоения недр в базовых горнопромышленных регионах страны.

*Основная задача* исследований – обоснование системы количественных показателей, позволяющих получить комплексную оценку результатов регионального природопользования, метода их исчисления и практического применения.

*Ожидаемый результат* – ранговая оценка результатов природопользования

субъектов ЦФО РФ, учитывающая природную, социально-культурную и производственную специфику регионов, а также заключения о путях улучшения ситуации в границах Тульской области.

Основным методом исследований является статистический анализ данных федеральной статистики и расчёт на этой основе количественных рангов регионального природопользования.

Выступающий объектом наших исследований Центральный федеральный округ РФ образован 13 мая 2000 года, расположен на площади 650 205 км<sup>2</sup> (3,8 % площади территории страны), где сосредоточено 310 городов и проживает 39 млн человек (26 % общей численности населения страны; превосходит остальные федеральные округа). Среди субъектов РФ в нём представлены только области и город федерального значения – Москва (рис. 3).

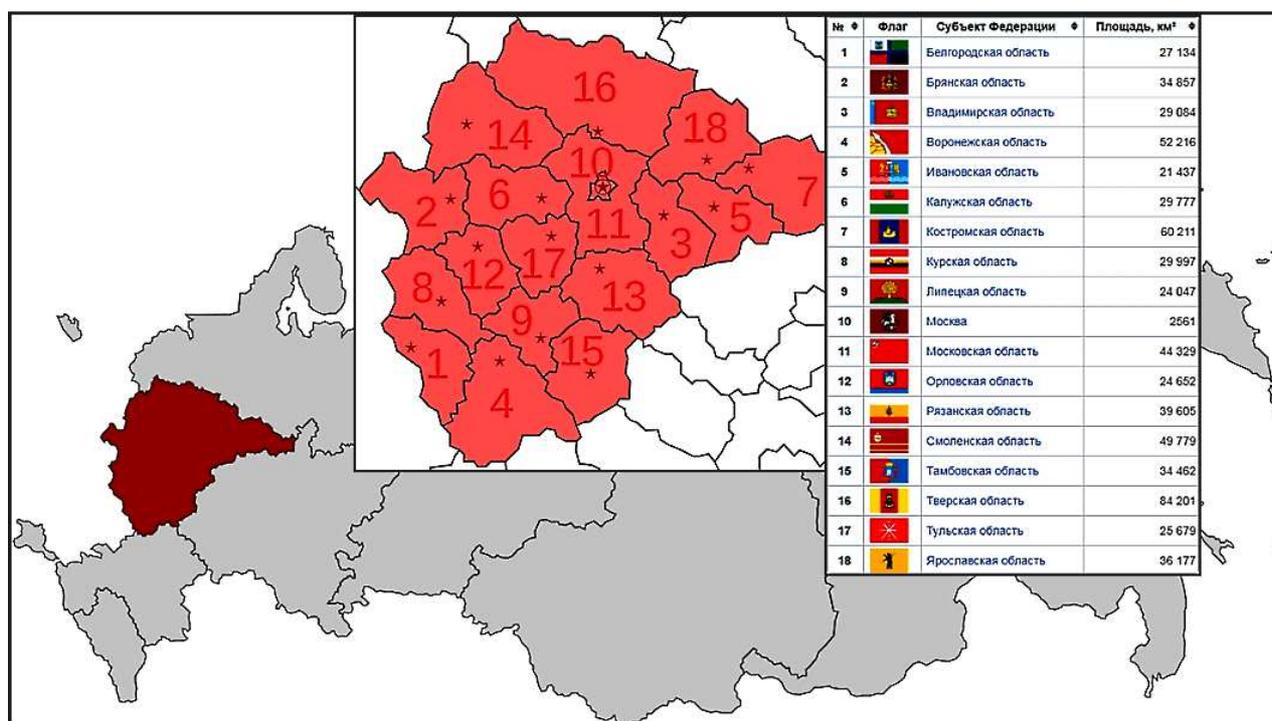


Рис. 3. Положение Центрального федерального округа в границах Российской Федерации и его состав

ЦФО расположен на Восточно-Европейской равнине Евразийского континента и на западе граничит с Белоруссией, на юго-западе – с Украиной, на юге – с Южным федеральным округом (ФО) РФ, на востоке – с Приволжским ФО, на севере с Северо-Западным ФО. Крупнейшими реками ЦФО являются (в скобках – притоки): Волга (Ока), Дон (Воронеж), Днепр (Десна, Сейм), Западная Двина; выхода к морю нет. С севера на юг представлены смешанный лес, широколиственный лес, лесостепь и степь. Климат территории ЦФО – умеренно континентальный, со средней температурой января от -7 до -14 °С, июля – от 16 до 22 °С. В недрах ЦФО выявлены ресурсы: железная руда (Курская магнитная аномалия, 60 % российских запасов или 40 млрд т); фосфориты (25 %), бокситы (15 %), бурые угли, цементное сырьё, облицовочный камень, торф, пресные и минерализованные воды. С исторической, природно-климатической и

экономической позиций ЦФО объединяет два макрорегиона – Нечерноземье и Черноземье.

Базовым источником информации о показателях социально-экономического развития субъектов Российской Федерации являются регулярные статистические сборники Федеральной службы государственной статистики [10].

Ключевая идея аналитического подхода к агрегации данных, включённых в указанные сборники, состоит в следующем [5]. Согласно экономической теории, степень полезности природных объектов для общества определяется умением или неумением с ними обращаться. Поэтому первоочередному изучению подлежат свойства объектов, которые уже эксплуатируются человеком. В основном, речь ведут о территориях и акваториях в границах селитебных, промышленных, горнодобывающих и сельскохозяйственных наделов. Исследования нацелены на выявление проблемных этапов природопользования и комплексную оценку его результатов.

Один из принципов комплексного оценивания заключается в интеграции в единый параметр (ранг,  $R$ ) экологических ( $\mathcal{E}$ ), социально-культурных ( $\mathcal{C}$ ) и производственных ( $\mathcal{П}$ ) результатов природопользования. Как правило, прямые наблюдения и отраслевые аналитические подходы позволяют оценивать именно частные результаты природопользования. Заключение об комплексной эффективности хозяйствования базируется на оценке совокупного результата  $R = f(\mathcal{E}, \mathcal{C}, \mathcal{П})$ .

Для оценки интегрального результата  $R$  выполняют следующие действия.

1. Каждый частный результат ( $\mathcal{E}$ ,  $\mathcal{C}$ ,  $\mathcal{П}$ ) выражают в баллах, составляющих лишь некоторую долю от максимального значения, характеризующего данную ситуацию.

2. Суммируют баллы всех трех частных результатов.

3. Полученный результат выражают в процентах от суммы трех максимальных значений, принимаемой за 100 %.

Как правило, критика данного аналитического подхода связана с широким диапазоном интерпретаций близких численных значений рассчитанных рангов  $R$ , а также с невысоким уровнем формализации процедуры проставления баллов за частные результаты. В реальной ситуации оценивание требует ответов и на более сложные вопросы: как увязать региональный результат с результатами на уровне наделов отдельных предприятий? В какой очередности должны преодолеваются негативные последствия природопользования? Кем и в каком объеме финансироваться?

Таким образом, актуальным направлением исследований в области техносферной безопасности, реализующим идеи Института проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова РАН, является количественная комплексная оценка итогов природопользования и межрегиональные сопоставления. Нормативно-правовые и методические основы исследований закреплены федеральным законодательством и корпусом подзаконных документов. Реализация цели и задач научного проекта требует обоснования системы количественных показателей, позволяющих получить комплексную

оценку результатов природопользования, метода их исчисления, границ практического применения. На основе данной системы определяется ранговая оценка результатов хозяйствования, учитывающая природную, социально-культурную, производственную специфику регионов, формулируются заключения о путях улучшения экономической ситуации.

### Список литературы

1. *Переходные эпохи в социальном измерении: история и современность / Институт всеобщей истории РАН; отв. ред. В.Л. Мальков. – М.: Наука, 2003. – 482 с.*
2. *Алексеев В.П. Очерки экологии человека. – М.: Наука, 1993. – 191 с.*
3. *Чижевский А.Л. Земля в объятиях Солнца. – М.: Изд-во Эксмо, 2004. – 928 с. – (Антология мысли).*
4. *Розенберг Г.С. Экологическая экономика и экономическая экология: состояние и перспективы// Экология РАН, 1994. – № 5-6. – С. 3-13.*
5. *Природопользование: учебное пособие для вузов/ Э.М. Соколов [и др.]. – М.-Тула: Гриф и К, 2002. – 522 с.*
6. *Пешков А.А., Мацко Н.А. Доступность минерально-сырьевых ресурсов. – М.: Наука, 2004. – 280 с.*
7. *Цивилизации. Вып. 10: Модернизация и цивилизационные вызовы XXI века/ Институт всеобщей истории РАН; сост. О.В. Воробьёва; отв. ред. А.О. Чубарьян. – М.: Наука, 2015. – 271 с.*
8. *Математические модели и методы оценки экологического состояния территорий/ Е.А. Машиных [и др.]. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2010. – 228 с.*
9. *Ревич Б.А., Быков А. Загрязнение воздуха как фактор смертности в городах России// Население и общество: Информационный бюллетень Центра демографии и экологии человека Института народохозяйственного прогнозирования РАН, 1997. – № 22, октябрь.*
10. *Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Статистический сборник/ предс. ред. комиссии С.М. Окладников. – М.: Росстат, 2020. 1242 с. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.*

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТА РЕГИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ

А.В. Волков, Е.В. Лазаренко  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* На основании результатов факторного анализа данных, характеризующих хозяйственную деятельность субъектов ЦФО РФ, обоснованы блоки главных параметров, определяющих итоги природопользования, набор входящих в них параметров. На примере трёх субъектов ЦФО выполнен расчёт комплексного ранга регионального природопользования, указаны ограничения предложенного метода анализа, выполнена интерпретация результатов расчёта, сформулированы рекомендации по корректировке стратегии природопользования в Тульской области.

Многоуровневую систему взаимодействия различных форм жизнедеятельности человеческих коллективов с условиями и ресурсами территории освоения, а также с природными, социальными и экономическими результатами своего труда именуют природопользованием. По сути, природопользование представляет собой характерный исключительно для социализированного человека способ взаимодействия с окружающей средой [1]. Поэтому важной практической проблемой следует считать адекватный учёт природных, социально-культурных и производственных особенностей регионов России, реализуемый в контексте получения оценок последствий воздействий на среду хозяйственной и иной деятельности для принятия решений об изменении тактики и стратегии природопользования.

Цель наших исследований – комплексная количественная оценка результатов регионального природопользования (на примере субъектов Центрального федерального округа, ЦФО), а также межрегиональные сопоставления, выступающие эмпирической базой разработки мероприятий, корректирующих ход природопользования в изучаемом субъекте страны.

Принятый объектом анализа ЦФО расположен на площади 650 205 км<sup>2</sup> (3,8 % площади территории страны), где сосредоточено 310 городов и проживает 39 млн человек (26 % общей численности населения; превосходит остальные федеральные округа). Среди субъектов РФ в нём представлены только области и город федерального значения – Москва. Базовым источником информации о показателях развития регионов России являются регулярные статистические сборники Федеральной службы государственной статистики (<https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>) [2].

На первом этапе исследований из широкого набора показателей регионального развития, обсуждаемых в [2], выделению подлежит узкий набор параметров, распределённых между тремя блоками – «Аграрный (экологический) потенциал региона» (*ECO*), «Культура населения» (*SOC*) и «Производство» (*PROD*), позволяющий выполнить оценку за приемлемое время (табл. 1).

Таблица 1

Исходные данные для выполнения комплексной оценки результатов  
регионального природопользования

2 VAR	3 РЕГИОН	4 S	5 N	6 ECO	7 SbG	8 SbG2ud	9 Vagro	10 Vagro2ud
1	Белгородская область	27,1	1541,3		66	0,042821	288 879	0,1874255
2	Брянская область	34,9	1182,7		50	0,042276	97 286	0,0822575
3	Владимирская область	29,1	1342,1		95	0,070785	32 877	0,0244967
4	Воронежская область	52,2	2305,6		118	0,05118	262 330	0,1137795
5	Ивановская область	21,4	987		62	0,062817	19 335	0,0195897
6	Калужская область	29,8	1001		72	0,071928	54 392	0,0543377
7	Костромская область	60,2	628,4		37	0,05888	18 274	0,0290802
8	Курская область	30	1096,5		11	0,010032	193 342	0,1763265
9	Липецкая область	24	1128,2		68	0,060273	163 683	0,1450833
10	Орловская область	24,7	724,7		46	0,063475	105 739	0,1459073
11	Рязанская область	39,6	1098,3		71	0,064645	86 014	0,0783156
12	Смоленская область	49,8	921,1		45	0,048855	26 773	0,0290663
13	Тамбовская область	34,5	994,4		41	0,041231	170 809	0,1717709
14	Тверская область	84,2	1245,6		66	0,052987	39 481	0,0316964
15	Тульская область	25,7	1449,1		152	0,104893	92 927	0,0641274
16	Ярославская область	36,2	1241,4		159	0,128081	39 412	0,031748

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SOC	VAR	kb	kdn	Travm	PROD	VRP	VRP2ud	TRG2ud	Vobr2ud
	1	1,238	797	88,7		956	0,620256	0,237677	0,484254
	2	1,309	812	94,9		397,7	0,336264	0,226576	0,216188
	3	1,268	838	96		537,4	0,400417	0,17876	0,392038
	4	1,275	805	58,1		1002,6	0,434854	0,253435	0,239697
	5	1,239	817	98,1		249,8	0,25309	0,181242	0,18647
	6	1,479	812	78,9		545,1	0,544555	0,214838	0,882965
	7	1,464	870	99,8		202,9	0,322884	0,180302	0,218748
	8	1,353	838	59,2		496,7	0,452987	0,207842	0,191707
	9	1,383	836	92,1		570,4	0,505584	0,237723	0,654
	10	1,272	838	89,6		265,7	0,366634	0,196158	0,182222
	11	1,314	848	85		436	0,396977	0,197332	0,31083
	12	1,158	791	97,2		348,1	0,377918	0,187552	0,238278
	13	1,281	845	63,2		354,3	0,356295	0,199515	0,189262
	14	1,361	851	86,6		485,2	0,389531	0,200923	0,274191
	15	1,249	823	57,5		681,6	0,470361	0,206861	0,587079
	16	1,364	836	104,2		606,8	0,488803	0,205395	0,33898

Из обсуждения исключены характеристики Москвы и Московской области с тем, чтобы повысить однородность изучаемых выборок (например, параметра *VRP*). Кроме того, на данном этапе исследований анализ закона распределения *каждого* из учитываемых параметров не проводился. Иначе говоря, формально допускается, что закон распределения выборок близок к нормальному, хотя не для всех параметров статистических сборников это так.

В табл. 1 включены следующие параметры:

- 1)  $S$  – площадь территории региона, тысяч км<sup>2</sup>;
- 2)  $N$  – численность населения региона на 1 января 2021 года, тысяч человек;
- 3)  $SbG$  – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м<sup>3</sup> (параметр сборника № 8.8, 2020);
- 4)  $SbG2ud = (SbG \cdot 1000) / (N \cdot 1000)$  – удельный сброс («*ud*») в регионе, тысяч м<sup>3</sup>/чел·год;
- 5)  $Vagro$  – продукция сельского хозяйства, произведенная в хозяйствах всех категорий (в фактически действовавших ценах), млн рублей (параметр № 14.1, 2020);
- 6)  $Vagro2ud = Vagro / (N \cdot 1000)$  – удельная стоимость отгруженных товаров аграрных предприятий, млн рублей/чел·год;
- 7)  $kb$  – суммарный коэффициент рождаемости, число детей на одну женщину (2020);
- 8)  $kdn$  – коэффициенты демографической нагрузки: общее число лиц нетрудоспособных возрастов, приходится на 1000 человек трудоспособного возраста (параметр № 2.6, 2020);
- 9)  $Travm$  – заболеваемость на 1000 человек населения по основным классам болезней с диагнозом, установленным впервые: травмы, отравления и другие последствия внешних причин, (параметр № 6.9, 2020);
- 10)  $VRP$  – валовой региональный продукт, млрд рублей (2019);
- 11)  $VRP2ud = (VRP \cdot 1000) / (N \cdot 1000)$  удельная величина ВРП, млн рублей/ чел·год;
- 12)  $TRG$  – оборот розничной торговли в фактически действовавших ценах, млрд рублей (параметр № 16.1, 2020);

13)  $TRG2ud = (TRG \cdot 1000) / (N \cdot 1000)$  – удельная оценка оборота розничной торговли, млн рублей/чел-год (2020);

14)  $Vobr$  – объём отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности: обрабатывающие производства (в фактически действовавших ценах), млн рублей (параметр № 13.1, 2020);

15)  $Vobr2ud = Vobr / (N \cdot 1000)$  – стоимость отгруженных товаров обрабатывающих отраслей, млн рублей/чел-год.

Результаты идентификации так называемых главных, или принципиальных, факторов, предположительно определяющих результаты регионального природопользования, для рассмотренных выше и некоторых дополнительных параметров, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты выделения главных факторов, предположительно определяющих результаты регионального природопользования

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (RegionyRF-031) Extraction: Principal components (Marked loadings are >.650000)				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
N	0,372502	0,126240	-0,462392	0,541581	0,253367
T	0,428107	-0,285418	-0,068580	0,277030	0,465372
VA2ud	0,631859	-0,221852	0,231535	-0,166300	-0,241198
SbG2ud	0,150373	<b>0,771706</b>	0,060123	-0,285875	0,008133
Rooc2Ud	<b>0,908410</b>	0,021247	0,163403	-0,163091	0,129615
kb	0,252980	0,138911	<b>0,785539</b>	0,105512	-0,189298
kdn	-0,293655	-0,021960	<b>0,902661</b>	-0,065834	0,004679
Travm	-0,044801	0,083394	0,019514	<b>-0,854801</b>	-0,154749
Nmed	0,018013	-0,109069	0,121862	-0,025292	<b>-0,800328</b>
Sber2Ud	0,515776	0,630458	-0,175092	0,190520	0,358337
Dd	<b>0,880932</b>	-0,022289	-0,211308	0,330307	0,052189
Rd	<b>0,838029</b>	-0,121045	-0,244174	0,414016	0,035717
VRP2ud	<b>0,895472</b>	0,153923	-0,053514	0,103007	0,018844
Nbr2ud	-0,156691	0,356816	-0,142784	<b>-0,816055</b>	0,188935
TRG2ud	<b>0,749877</b>	-0,258105	-0,248637	0,437102	0,107917
Vobr2ud	<b>0,659750</b>	0,462709	0,054635	0,149510	-0,497010
Vagro2ud	0,419995	<b>-0,656508</b>	0,042710	0,319292	0,225277
Gavto2ud	0,139003	<b>-0,777607</b>	-0,082517	0,031372	-0,046235
Expl.Var	5,485748	2,661258	1,981151	2,562535	1,536145
Prp.Totl	0,304764	0,147848	0,110064	0,142363	0,085341

Number of variables: 18. Method: Principal components. Number of factors extracted: 5  
Eigenvalues (собственные значения факторов): 6,44193; 3,03168; 2,26028; 1,36571; 1,12724

В данном анализе в разделе переменные (*variables*) дополнительно рассмотрены следующие статистические параметры:

- 1)  $T$  – ожидаемая средняя продолжительность жизни в регионе;
- 2)  $VA2ud$  – удельная величина валовых выбросов в атмосферу от стационарных источников (параметр № 8.3);
- 3)  $Rooc2Ud$  – удельная величина региональных затрат на охрану окружающей среды, тысяч рублей/чел-год (параметр № 8.9);
- 4)  $Nmed$  – численность населения на одного врача;
- 5)  $Sber2Ud$  – удельная величина рублёвых вкладов населения в ПАО «Сбербанк» на конец 2020 года, тысяч рублей/чел-год;

6)  $Dd, Rd$  – среднедушевые денежные доходы и потребительские расходы населения, рублей/чел.месяц;

7)  $Nbr2ud$  – удельная оценка количества безработных в регионе, человек безработных/чел.год;

8)  $Gavto2ud$  – удельная масса грузов, перевозимых автомобильным транспортом, тонн грузов/чел.год.

Итак, согласно табл. 2, на основе расширенного списка параметров следует заключить, что результаты регионального природопользования обуславливают следующие главные, или принципиальные, факторы.

Фактор № 1 определяет экономический статус региона в целом: уровень его экономического развития, в том числе уровень ВРП (менее значимо – объём выпуска продукции обрабатывающих отраслей в стоимостном выражении), уровень денежных доходов и расходов населения (менее значимо – объём рублёвых накоплений в ПАО «Сбербанк»), объём оборота розничной торговли и природоохранных затрат. Следовательно, данный фактор следует идентифицировать как **финансово-экономический уровень развития региона**. При этом объём природоохранных затрат, как и объём оборота розничной торговли, определяется уровнем ВРП и не является независимым параметром ситуации.

Фактор № 2 влияет на различные аспекты функционирования аграрной отрасли экономики. Он тесно связан с уровнем сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты, с объёмом производимой продукции и объёмом её перевозок автомобильным транспортом (менее выражено – с высоким уровнем сбережений населения). Речь следует вести об аграрном потенциале региональных ландшафтов и возможностях его использования, то есть об **экологическом потенциале территории**, в широкой трактовке данного понятия.

Фактор № 3 определяет демографическую ситуацию в регионе: значения коэффициента фертильности и долю нетрудоспособного населения, в т.ч. старших возрастных групп. Видимо, речь идёт о некоторой степени «архаичности» региона, определяемую высокой долей нетрудоспособного населения (старших возрастных групп, а также младших и средних с невысоким уровнем культуры и образования, возможно, подобно части общества современной Индии), а также своеобразной «репродуктивной» культурой. Поэтому данный фактор мы определяем как **репродуктивную культуру населения** (собственно биологическую низкочастотную компоненту общей культуры населения).

Влияние фактора № 4 сказывается на высоком уровне безработного населения и, видимо, как следствие, на уровне бытового травматизма, включая отравления; **особенности текущего поведения населения** в сложившейся экономической ситуации.

Своё влияние на ситуацию оказывает и фактор № 5 – через обеспеченность населения медицинской помощью. Поэтому речь следует вести о **медицинском сопровождении жизнедеятельности** населения.

Выделением красным цветом в табл. 2 – в главном поле – отмечены значимые факторные нагрузки (для данного метода вращения системы координат; *factor loadings*). В теории факторные нагрузки интерпретируют как **коэффициенты**

корреляции между главными факторами и соответствующими переменными: чем выше нагрузка по модулю, тем более значимую информацию для интерпретации выделенных главных факторов несут переменные. В сгенерированной таблице для облегчения трактовки выделены факторные нагрузки, превышающие по абсолютной величине 0,65.

Следовательно, если принято решение ограничить анализ и оценку последствий регионального природопользования лишь тремя факторами – блоками статистических параметров  $X$ , то учёту подлежат аграрный (экологический) потенциал региона; культура населения в её инерционных репродуктивных проявлениях и в особенностях текущего поведения человека; блок собственно экономических (производственных) показателей.

Для выборки каждого параметра во всех трёх блоках (такого, например, как *VRP2ud*; см. табл. 1) рассчитаем следующие статистики [3]:

1) величину математического ожидания по формуле

$$M[X] = n^{-1} \cdot \sum(X_i), i = 1, 2, \dots, 16;$$

2) величину дисперсии выборки по формуле

$$D[X] = n^{-1} \cdot \sum(X_i - M)^2;$$

3) величину стандартного отклонения

$$SD = \sigma = \sqrt{D},$$

где  $X_i$  – значение случайной величины (параметра) в каждой учитываемой выборке параметров.

Далее все выборки подлежат стандартной нормализации по формуле

$$X_{i-n} = (X_i - M) / SD.$$

Как известно, одной из численных мер (критериев) согласованности теоретического и эмпирического распределений данных служит расхождение между теоретическими вероятностями  $p_i$  и рассчитанными частотами  $p_i^*$  [3]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k (m_i - n \cdot p_i)^2 / n \cdot p_i,$$

где  $m_i$  – количество значений случайной величины, попавших в  $i$ -й разряд.

Для распределения  $\chi^2$  существуют специальные таблицы, позволяющие для расчётного значения  $\chi^2$  и числа степеней свободы  $r$  определить вероятность  $p$  того, что за счёт случайных причин мера расхождения теоретического и эмпирического распределений не будет превышать пороговую. Насколько малой должна быть вероятность  $p$  с тем, чтобы отбросить гипотезу о нормальном законе распределения данных, – вопрос непростой. На практике, если  $p < 0,1$ , рекомендуется проверить результаты эксперимента или искать более подходящий для описания данных закон распределения (рис. 1; на рисунках параметр « $r$ » обозначен как « $df$ »).

На гистограммах приведены результаты расчёта критерия принятия гипотезы нормального распределения  $\chi^2$  и величины вероятности  $p$  обсуждения гипотезы о нормальном законе распределения данных. Однако все параметры подобными гистограммами не характеризуются.

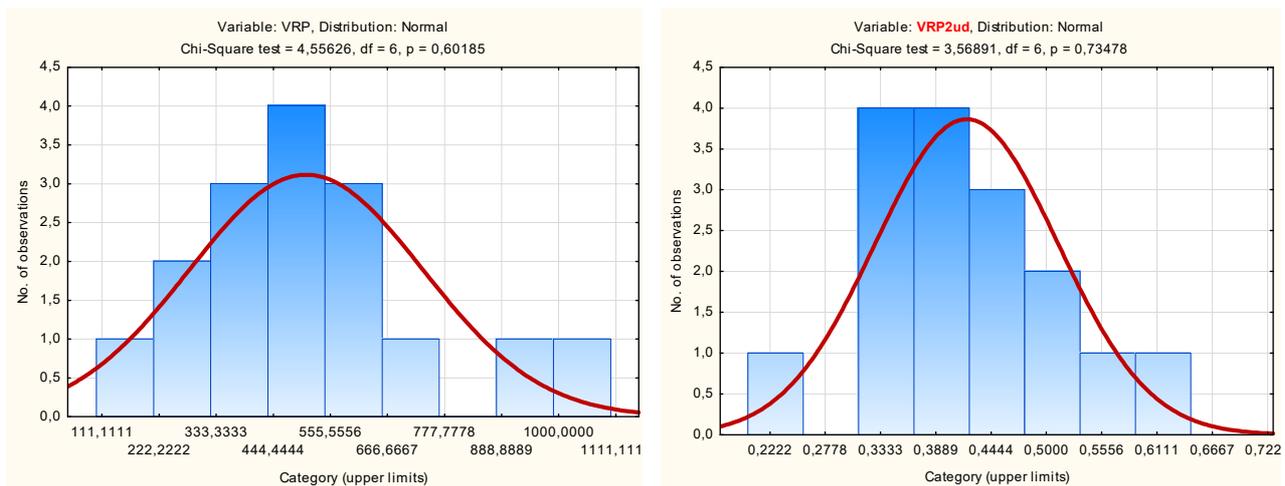


Рис. 1. Пример гистограмм и соответствующих законов распределения исходной величины ВРП ( $VRP$ ) и выборки её удельных величин ( $VRP2ud$ )

Итак, требование распределения эмпирических данных максимально близко к теоретическому нормальному закону, по-видимому, следует назвать *одним из формальных оснований* для адекватной реализации указанного метода анализа.

Однако ограничиваясь – на данном этапе исследований – лишь предположением, что в изучаемых выборках параметры распределены по нормальному закону, укажем, что в этом случае размах колебаний любой величины  $X$  с вероятностью  $p = 0,9973$  (или 99,73 %) не может превышать утроенного значения  $SD$ . Другими словами, в диапазон значений  $(M \pm 3 \cdot SD)$  попадает 99,73 % всех членов выборки; в диапазон  $(M \pm 2 \cdot SD)$  – 95,5 % значений; в диапазон  $(M \pm 1,64 \cdot SD)$  – 90 % значений; в диапазон  $(M \pm SD)$  – 68,2 % значений.

Опирируя же выборками нормализованных величин вида  $X_{i-n}$ , с вероятностью  $p = 0,9973$  можно утверждать, что максимальное значение такой выборки не может превышать 3, минимальное значение – -3; величина математического ожидания равна нулю, а величина  $SD = 1$ . При этом особенности единиц измерения параметров никак не осложняют ход анализа и дальнейшей агрегации данных. В частности, все результаты расчёта графически могут быть представлены в одной системе координат.

Если же максимальное (или минимальное) значение какой-либо выборки  $\{X_{i-n}\}$  превышает 3 (меньше -3), это означает, что исходная гипотеза о нормальном распределении величин выборки в данном случае не работает вовсе, и к анализу необходимо привлечь выборку иного параметра (истолковав, по какой причине значения исходной выборке не подчиняются нормальному закону).

Пример расчёта величин базовых статистик и параметров нормализованного ряда представлен в табл. 3.

Дальнейшие действия сводятся к группированию величин нормализованных параметров природопользования принятых к обсуждению субъектов ЦФО по указанным блокам; суммированию этих величин по каждому субъекту (*с учётом знака* численного значения индикатора; например, по субъекту *Tula*); определению суммы максимальных значений всех учитываемых параметров

(*Max*; параметр *Min* включён в таблицу для полноты описания); расчёту величины доли суммарного результата субъекта ЦФО от суммы всех максимальных значений (в процентах; табл. 4).

Таблица 3  
Базовые статистики исходной (*VRP2ud*) и нормализованной (*VRP21U*) выборки индикатора ситуации «Удельный ВРП»

	1 <b>VRP2ud</b>		1 <b>VRP21U</b>
MEAN case 1-16	0,419838204	MEAN case 1-16	-3,141489E-9
MEDIAN case 1-16	0,398697202	MEDIAN case 1-16	-0,230356144
SD case 1-16	0,0917752923	SD case 1-16	1
VALID_N case 1-16	16	VALID_N case 1-16	16
SUM case 1-16	6,71741126	SUM case 1-16	-5,026382E-8
MIN case 1-16	0,253090172	MIN case 1-16	-1,81691638
MAX case 1-16	0,620255628	MAX case 1-16	2,1837841
_25th% case 1-16	0,361464861	_25th% case 1-16	-0,636046381
_75th% case 1-16	0,479581939	_75th% case 1-16	0,650978423

Таблица 4  
Результаты расчёта интегральных показателей (рангов) результатов природопользования в некоторых субъектах ЦФО

21 <b>Sum</b>	22 <b>Ind</b>	23 <b>Max</b>	24 <b>Min</b>	25 <b>Tula</b>	26 <b>Belgorod</b>	27 <b>Kostroma</b>
<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	SbG2ud	1,91108049	-2,51983463	-1,6494667	0,68036	0,077606
	Vagro2ud	1,65415911	-1,09837237	-0,3679476	1,654159	-0,942726
<b>КУЛЬТУРА</b>	kb	1,96458391	-1,83297083	-0,2589416	-0,88654	1,7871281
	kdn	1,74858313	-1,9289694	0,25894159	1,469275	-1,928969
	Travm	1,6706374	-1,23847531	1,6706374	-0,27292	-0,964383
<b>ПРОДУКЦИЯ</b>	VRP2ud	2,1837841	-1,81691638	0,55050448	2,183784	-1,056436
	TRG2ud	2,09758938	-1,2778784	-0,0060417	1,384772	-1,207842
	Vobr2ud	2,61410666	-0,81765746	1,16505774	0,661493	-0,638778
<b>РЕЗУЛЬТАТ</b>	<b>RANG</b>			8,6	43,39	-30,79

Важно подчеркнуть следующее обстоятельство: знак величин показателя, благоприятно влияющего на развитие регионального природопользования, принимается положительным (т.е. не изменяется по результатам расчёта). Знак величин численных значений показателя, оказывающего негативное, выражено лимитирующее воздействие на региональное природопользование принимается отрицательным (т.е. все результаты расчёта соответствующей нормализованной выборки умножаются на -1) [1].

Например, исходно выборка индикатора ситуации «Удельный сброс сточных вод» характеризуется  $max = 2,5198$  и  $min = -1,9111$ . Но в табл. 4 в качестве максимума указано значение 1,9111, а в качестве минимума – -2,5198; численные значения для регионов, например, для Тулы, также приняты с отрицательным знаком (см. табл. 4). Понятно, что увеличение объёмов выпуска сточных вод в поверхностные водные объекты ухудшает качество природных вод; снижает аграрный (экологический) потенциал региона; негативно сказывается на самочувствии и здоровье людей; увеличивает производственные затраты на водоподготовку.

Результаты расчёта рангов природопользования на основе нормализованных выборок 8 индикаторов ситуации (*Ind*; см. табл. 1 и 4) таковы:

- 1) Тула:  $(1,3627 / 15,8445) \cdot 100 = 8,60 \%$ ;
- 2) Белгород:  $(6,8744 / 15,8445) \cdot 100 = 43,39 \%$ ;
- 3) Кострома:  $(-4,8744 / 15,8445) \cdot 100 = -30,79 \%$ .

Результаты расчёта рангов природопользования на основе нормализованных выборок 16 индикаторов ситуации таковы:

- 1) Тула:  $(1,7709 / 29,3669) \cdot 100 = 6,03 \%$ ;
- 2) Белгород:  $(11,3009 / 29,3669) \cdot 100 = 38,48 \%$ ;
- 3) Кострома:  $(-5,4682 / 29,3669) \cdot 100 = -18,62 \%$ .

Таким образом, рассматриваемый метод оценки интегральных результатов регионального природопользования демонстрирует зависимость и от общего количества индикаторов ситуации, принимаемых к обсуждению (табл. 5).

Таблица 5

Зависимость оценки ранга природопользования от количества индикаторов, которыми характеризуется ситуация регионального природопользования

Число индикаторов, <i>Ind</i>	Тула	Белгород	Кострома
8	8,60 %	43,39 %	-30,79 %
16	6,03 %	38,48 %	-18,62 %

Как уже говорилось, для каждого нормализованного ряда средняя величина любой выборки с высокой точностью равна нулю ( $M = 0$ ), а величина стандартного отклонения выборки равна единице ( $SD = 1$ ; см. табл. 3). Тогда для теоретического региона «Средний» сумма всех значений рассмотренных параметров, или индикаторов ситуации *Ind*, равна нулю, как и величина ранга результата природопользования ( $R = 0$ ).

Поэтому неотрицательные значения ранга природопользования для Тульской области следует интерпретировать, в целом, как положительный результат, ориентированный на максимум. Отрицательные ранги Костромской области, ориентированные на минимум, понимаются как результат действия совокупности лимитирующих факторов, так или иначе ограничивающих региональное природопользование (рис. 2-3).

Согласно рис. 2, результаты количественной оценки интегрального результата регионального природопользования (ранга) для Тульской области могут быть интерпретированы следующим образом.

1. Результат в блоке «Аграрный (экологический) потенциал региона» определяется, пожалуй, экстремально высокими величинами сбросов сточных вод в поверхностные водоёмы (приведён исходный нормализованный ряд, без умножения его значений на -1) и низкими природоохранными затратами (при наличии в регионе крупнейших предприятий-налогоплательщиков); величины удельных валовых выбросов сравниваемых регионов, в целом, сопоставимы.

2. Результаты в блоке «Культура населения» обуславливается величинами факторов, находящихся, в целом, в области соответствующих минимальных значений, что для патологий от травм и иных внешних причин даже позитивно.

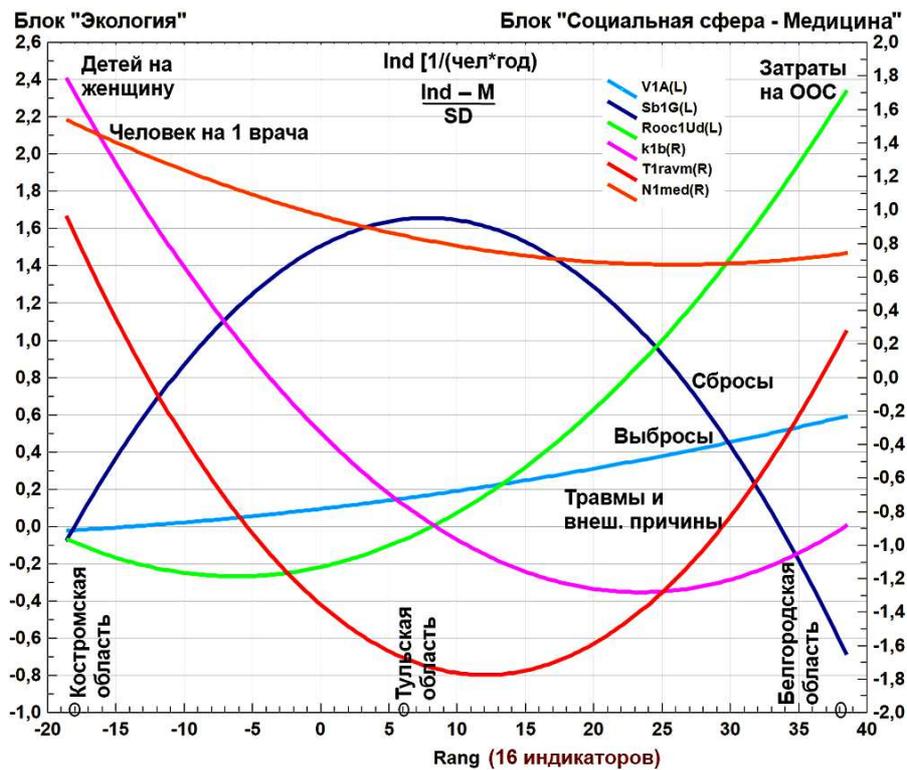


Рис. 2. Изменение численных значений индикаторов природопользования в пространстве субъектов ЦФО РФ (16 индикаторов)

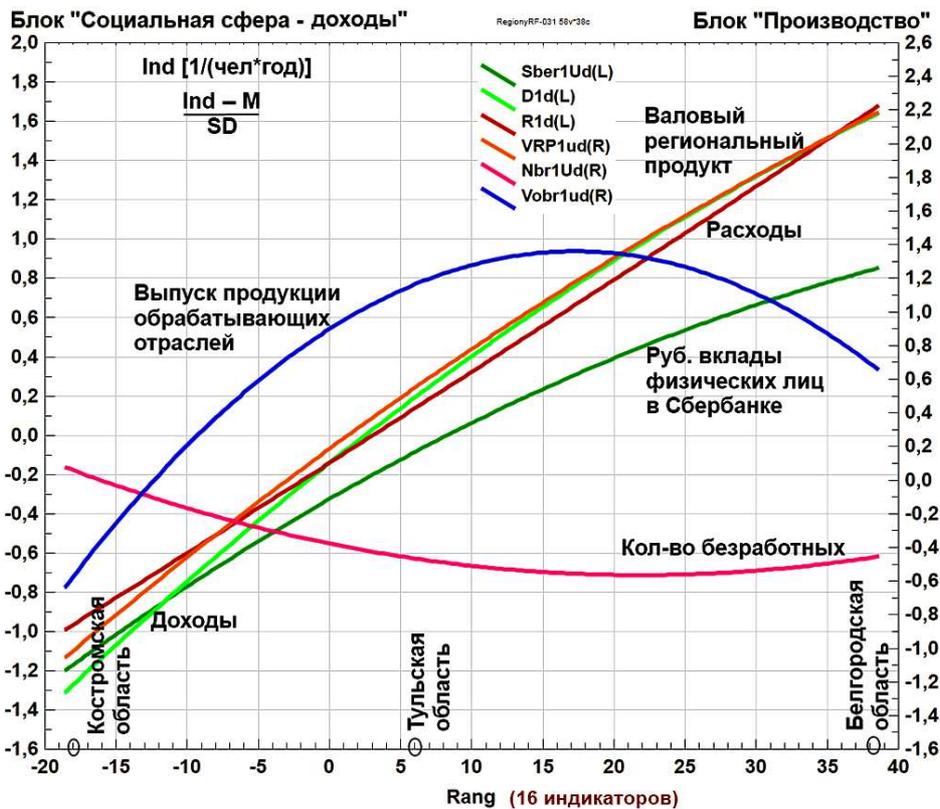


Рис. 3. Изменение численных значений преимущественно экономических индикаторов природопользования в пространстве субъектов ЦФО РФ

3. Согласно рис. 3, величина результата в блоке «Социальная сфера – доходы населения» определяется средними значениями удельных величин ВРП,

собственно доходов и расходов, а также объёмов рублёвых вкладов физических лиц в ПАО «Сбербанк»).

4. Величина результата в блоке «Производство» сопряжена с высокими объёмами выпуска продукции обрабатывающих отраслей (в стоимостном эквиваленте), а также невысокой удельной безработицей (средними величинами занятости населения).

Таким образом, по результатам выполненных расчётов и их интерпретаций следует сформулировать следующее финальное заключение: повышение эффективности природопользования в Тульской области (величины ранга природопользования) в первую очередь – с учётом всего комплекса военно-политических, финансово-экономических и социально-демографических обстоятельств регионального развития – следует связывать с увеличением удельных (в расчёте на одного человека) природоохранных расходов и **с резким снижением** удельных показателей **сбросов загрязнённых вод** в поверхностные водные объекты.

### Список литературы

1. *Природопользование: учебное пособие для вузов/ Э.М. Соколов [и др.]. – М.-Тула: Гриф и К, 2002. – 522 с.*

2. *Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Статистический сборник/ пред. ред. комиссии С.М. Окладников. – М.: Росстат, 2020. 1242 с. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.*

3. *Математические модели и методы оценки экологического состояния территорий/ Е.А. Машиных [и др.]. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2010. – 228 с.*

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕСУРСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ НЕСКОЛЬКИХ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Ф. Симанкин, А.В. Волков, А.О. Савин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрены научно-прикладные основы комплексной оценки регионального ресурсопользования. На базе результатов факторного анализа статистических данных, характеризующих хозяйственную деятельность субъектов ЦФО РФ, обоснован набор параметров, видимо, определяющих региональный уровень развития технологий по добыче и первичной переработке минерального сырья. На примере трёх субъектов ЦФО получена оценка ранга ресурсопользования, выполнена интерпретация результатов расчёта, указаны преимущества предлагаемого аналитического подхода.

Многоуровневую систему взаимодействия различных форм жизнедеятельности человеческих коллективов с условиями и ресурсами территории освоения, а также с экологическими, социальными и экономическими (производственными) результатами своего труда в естественных науках принято называть природопользованием, включая в это понятие ресурсо- и

недропользование. Природопользование рассматривают как специфический – характерный исключительно для социализированного человека – способ взаимодействия с окружающей средой. Во многих случаях проводят границу между природопользованием и выраженной производственной деятельностью. К последней относят совокупность технологических процессов в помещениях, связанных со средой лишь каналами поступления сырья, энергии и отведения продукции и отходов. Природопользование, как правило, объединяет технологические процессы под открытым небом [1].

В настоящее время темой дискуссий и профильных публикаций выступает такой важнейший аспект реализации технологий рационального природопользования, как *различная мера доступности* запасов и ресурсов минерального сырья в мирное и военное время. Например, обращаясь к военно-политическому аспекту доступности ресурсов, специалисты Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова РАН утверждают: «Наиболее сильное влияние государственных границ... на доступность запасов полезных ископаемых <оказывается> в периоды политических конфликтов. В период Первой мировой войны сформировалось понятие «стратегические виды минеральных ресурсов». <...> В нормальные периоды развития мировой экономики преобладает тенденция к глобализации сырьевых рынков» [2, с. 27].

В значительной мере, практические действия и научные исследования в области рационального природо- и ресурсопользования опираются на теоретические представления об организации географической среды. Установление интегральных характеристик среды базируется на концепции природно-ресурсного потенциала ландшафта (1948 год). Различают обобщающий отдельные свойства потенциал устойчивости ландшафта и набор частных потенциалов, в т.ч. минерально-сырьевой, энергетический, агропроизводственный, рекреационный и другие.

Отношения, возникающие в сфере изучения, использования, охраны ресурсов недр; разработки технологий разведки и добычи полезных ископаемых; использования отходов добычи сырья регулирует Федеральный закон № 2395-1 от 21.02.1992 «О недрах» (с изменениями от 14.07.2022 года).

Помимо законодательно закреплённых основ рационального природопользования, в ходе анализа и оценки воздействий на окружающую среду важную методологическую функцию выполняют результаты исследований ведущих научных школ России. Например, переоценка природно-ресурсной значимости недр нашла отражение в концепции их комплексного освоения, разработанной Институтом проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова РАН. В этом случае специалисты рассматривают недра как систему ресурсов, обеспечивающих развитие локальных и глобальной цивилизаций Земли. Процесс освоения требует управление ресурсами при сохранении экологических функций литосферы на базе анализа и оценки характеристик ресурсов, альтернативных вариантов деятельности, эффективной реализации оптимальных геотехнологий. В целом, сохранение недр достигается «соразмерным использованием» их экономического и экологического

потенциалов. С этой идеей специалисты связывают формирование *нового инструмента познания* социально-технических систем, разработку алгоритмов управления такими системами [2].

Совершенствование Концепции комплексного освоения недр предполагает её модельную реализацию в базовых горнопромышленных регионах страны. По мнению заведующего сектором Института истории и археологии Уральского отделения РАН И.В. Побережникова, процессы социально-экономического развития регионов России «имеют не только темпоральное, но и пространственное измерение; они приобретают удивительное своеобразие и неповторимость в зависимости от времени и места: геополитического положения региона, его исторического наследия, уровня социально-экономического, политического и культурного развития..., специфики национального менталитета» [3].

Одним из регионов России, история и современность которого неразрывно связаны с освоением полезных ископаемых Подмосквовного угольного бассейна, является Тульская область. Добыча, обогащение и переработка (например, путём брикетирования) бурого и каменного угля – главная задача угольной промышленности. Помимо угля, в угленосных отложениях часто представлены иные ресурсы, включая вмещающие горные породы, подземные воды, метан угольных пластов, редкие и рассеянные элементы. Способ добычи угля зависит от глубины его залегания. В случае, если глубина не превышает 100 м, разработку ведут открытым способом. Предприятие, выполняющее разработку сырья *открытым способом*, называется угольный разрез, а сама горная выработка – угольный карьер. В отдельных случаях, при растущей глубине карьера, переходят к *подземному, или шахтному, способу* отработки месторождения. В начале XXI века доля угля в энергобалансе России составляла около 18 % (в среднем по миру – 39 %), а в производстве электроэнергии – около 20 %. Перспективы угольной промышленности России связывают с повышением качества энергетических углей путём их обогащения; с разработкой технологий производства газообразных, жидких и твёрдых топливных продуктов физико-химической переработки углей. По мнению специалистов, сохранение доли угля в топливном балансе обеспечит устойчивость ТЭК и энергетическую безопасность государства [1, 2].

В результате многовекового освоения минерально-сырьевой базы Подмосквовного угольного бассейна, а также работы предприятий других отраслей промышленности, Тульская область входит в группу субъектов Российской Федерации с напряжённой экологической обстановкой, которая ухудшает показатели заболеваемости и смертности населения [4].

Итак, цель наших исследований – оптимизация тактики и стратегии регионального ресурсопользования на базе комплексной количественной оценки его результатов. *Основная задача* исследований – обоснование системы количественных показателей, позволяющих получить комплексную оценку результатов ресурсопользования, метода их исчисления и практического применения. *Главным методом* исследований является статистический анализ данных федеральной статистики и получение на этой основе количественных рангов ресурсопользования.

Базовым источником информации о показателях социально-экономического развития субъектов Российской Федерации являются регулярные статистические сборники Федеральной службы государственной статистики [5].

Принятые к обсуждению регионы РФ и величины статистических показателей, отражающих ситуацию с региональным ресурсопользованием, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Численные значения параметров регионального ресурсопользования

1 VAR	2 Region	3 EfRP	4 VPI	5 TECH	6 N	7 Nk	8 VPZg	9 EE	10 PE	11 Iznos	12 FondyPlizn
1	Белгородская область		189 804		1541,3	2,9	11 175		1,1		42,7
2	Брянская область		311		1182,7	0,6	9 589		0,1		86,8
3	Владимирская область		4 965		1342,1	5	12 943		2,3		37,1
4	Воронежская область		9 231		2305,6	11	18 592		23,1		45
5	Ивановская область		1 171		987	0,8	6 394		1,4		57,9
6	Калужская область		4 779		1001	6,6	10 263		0,3		80,7
7	Костромская область		1 151		628,4	0,1	3 817		16,1		66,2
8	Курская область		104 702		1096,5	3,8	6 601		25,1		44
9	Липецкая область		6 844		1128,2	1,1	11 324		5,6		64,4
10	Орловская область		265		724,7	0,7	4 207		1,3		100
11	Рязанская область		1 509		1098,3	1,4	9 135		4,2		80,3
12	Смоленская область		2 038		921,1	1,7	13 231		22,5		58,3
13	Тамбовская область		268		994,4	1,1	4 314		1		
14	Тверская область		789		1245,6	5,2	9 371		38,3		79,5
15	Тульская область		8 334		1449,1	7,8	17 932		5,3		48,2
16	Ярославская область		1 206		1241,4	6,6	11 331		6,7		62,4

Табл. 1 агрегирует следующие показатели по трём блокам, таким как *EfRP* – эффективность ресурсопользования; *TECH* – уровень технологической культуры (в аспекте технологий по добыче и первичной переработке минерального сырья); *EE* – инфраструктурные показатели региона; *Iznos* – уровень износа основных фондов предприятий по добыче сырья:

- *VPI* – объём отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности: добыча полезных ископаемых (в фактически действовавших ценах, 2020), млн рублей/год (параметр статистического сборника 13.1);
- *N* – численность населения региона на 1 января 2021 года, тысяч человек;
- *Nk* – внутренние затраты на исследования и разработки за счёт всех источников, млрд рублей/год
- *VPZg* – объём отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности: водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений (в фактически действовавших ценах, 2020), млн рублей/год (параметр статистического сборника 13.1);
- *PE* – мощность электростанций и производство электроэнергии: производство электроэнергии (2019), млрд кВт·ч (параметр сборника 13.16);
- *FondyPlizn* – степень износа основных фондов по видам экономической деятельности: добыча полезных ископаемых (на конец 2019 года), % (параметр сборника 11.7).

Пропущенное значение параметра *FondyPlizn* обусловлено возможностями региона не заявлять публично величину показателя. В качестве таковой принята

среднее значение исходной выборки – 63,567 с тем, чтобы среднее скорректированной выборки осталось таким же.

На первом этапе исследования выполнен *факторный анализ* расширенной базы данных *никак не преобразованных* статистических показателей, включающей, помимо названных, ряд других индикаторов ресурсопользования. Результаты определения количества главных, или принципиальных, факторов, контролирующих ход регионального ресурсопользования, а также величин факторных нагрузок параметров представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты факторного анализа расширенной базы данных, отражающих  
уровень регионального ресурсопользования

Variable	Factor Loadings (Equamax normalized) (RegionyRF-RazPP--01)			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
N	0,265381	0,929628	0,055500	-0,041825
S	-0,245699	0,032788	0,870548	-0,093660
T	0,765305	0,310390	-0,056153	-0,330187
VRP	0,522743	0,822906	-0,077894	0,018751
Nk	-0,076762	0,889048	0,123015	0,079554
VPI	0,962794	-0,042619	0,020554	0,168889
VPZg	-0,088486	0,885270	-0,227091	0,164736
PrMe	0,083631	0,066285	-0,555590	0,434107
FondyPI	0,959116	0,015935	-0,092850	0,124017
FondyE	0,073043	0,750451	0,588321	0,042221
FondyPI nov	0,917479	0,093590	-0,154727	0,115921
FondyPIzn	-0,415632	-0,365482	0,102062	-0,697052
FondyPIznP	-0,205144	-0,591452	-0,207437	-0,691983
RentPIE	0,939111	0,072414	-0,078789	0,032019
PE	-0,127404	0,115372	0,913242	0,280433

*Number of variables: 15. Method: Principal components*

*Number of factors extracted: 4. Eigenvalues: 6,02464; 3,81123; 1,95498; 1,18348*

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие предварительные заключения.

Фактор № 1 (см. табл. 2) агрегирует ожидаемую продолжительность жизни (*T*); выпуск продукции в стоимостном эквиваленте – добыча полезных ископаемых («*PI*»; *VPI*); стоимость основных фондов – добыча полезных ископаемых (*FondyPI*); ввод новых основных фондов на конец 2019 года – добыча полезных ископаемых (*FondyPI nov*); рентабельность отгруженной продукции – полезные ископаемые и электрогенерация (*RentPIE*). В пространстве двух главных факторов – это компактная группа, за исключением, может быть, *T* (рис. 1; выделение красным цветом).

Иными словами, тот регион, где добыча и реализация минерального сырья наиболее рентабельна, имеет и больший объём профильных основных фондов, и большее вводит новых фондов, и отличается более высоким качеством жизни – по критерию величины *T*. Поэтому мы идентифицируем фактор № 1 как *общую эффективность ресурсопользования – добычи сырья и его пердела*.

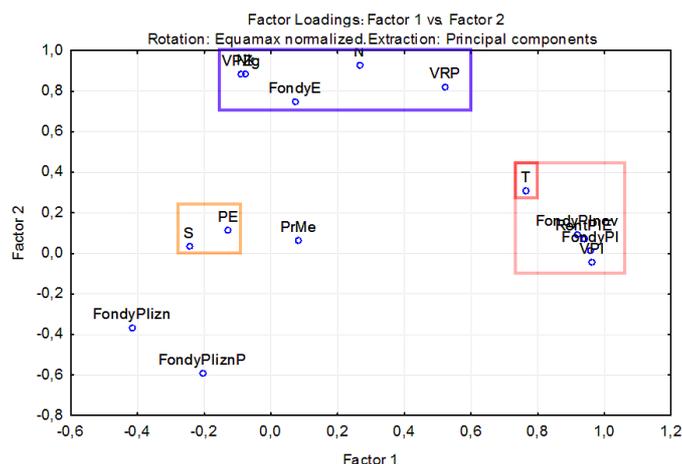


Рис. 1. Группирование изучаемых индикаторов ресурсопользования в пространстве координат главных, или принципиальных, факторов

Фактор № 2 агрегирует общую численность населения региона ( $N$ ); величину ВРП ( $VRP$ ); общие затраты на науку ( $Nk$ ); выпуск товаров и услуг в стоимостном эквиваленте – ликвидация загрязнений ( $VPZg$ ); стоимость основных фондов электро- и парогенерации ( $FondyE$ ; видимо, параметр отражает их текущее функциональное состояние и эффективность инвестиций в данный вид капитала с учётом перспектив дальнейшего развития). Параметры также образуют группу вблизи одной из осей пространства координат, но менее компактную, чем первая, да и факторные нагрузки параметров меньше, чем в первом случае (выделение синим цветом). Наибольшие факторные нагрузки и наиболее компактное размещение в пространстве координат характерны для затрат на научные исследования и стоимости продукции – очистка стоков и ликвидация загрязнений. Поэтому фактор № 2 мы определяем как ***уровень технической и производственной культуры, производственного потенциала в целом, включая трудовые ресурсы, энергообеспечение и уровень финансирования профильной деятельности.***

Фактор № 3 агрегировал площадь региона ( $S$ ) и количество вырабатываемой электроэнергии ( $PE$ ). По-видимому, чем больше площадь, пространственная организация и сложность инфраструктуры, тем больше требуется энергии на её поддержание. Следовательно, фактор № 3 – ***инфраструктурные издержки, в т.ч. по энергии.***

Наконец, фактор № 4 проявил себя через долю изношенных и изношенных полностью основных производственных фондов горнодобывающих предприятий. В этом случае речь, видимо, следует вести о ***степени износа основных фондов по добыче и первичной переработке полезных ископаемых.***

На основании формальной идентификации и предложенной интерпретации факторов, контролирующих ход регионального ресурсопользования, к дальнейшему анализу приняты шесть параметров, или индикаторов, ситуации в отрасли (см. табл. 1): фактор № 2 представлен тремя параметрами, остальные факторы – одним параметром с ***наибольшей факторной нагрузкой.***

Далее определим значения ***десятичных логарифмов*** всех принятых к обсуждению параметров ситуации (параметры вида «2b»). Применительно к

наиболее общему случаю анализа, уточним, что если в выборке представлены отрицательные величины параметра, например, рентабельности активов или продаж продукции, то ко всем значениям выборки следует прибавить модуль минимальной величины (чуть больше) и далее выполнить логарифмирование значений выборки.

После указанной трансформации целесообразно повторно выполнить факторный анализ данных, на текущем этапе расчёта представленных логарифмированными значениями шести параметров из четырёх блоков:  $[1 \times 3 \text{ параметра}] + [3 \times 1 \text{ параметру}]$ . Собственные значения вновь идентифицированных главных, или принципиальных, факторов и величины факторных нагрузок параметров отражает табл. 3.

Таблица 3

Собственные значения главных факторов и факторные нагрузки логарифмированных величин индикаторов регионального ресурсопользования

Factor Loadings (Equamax normalized) (RegionyRF-RazPP--02)	
Extraction: Principal components (Marked loadings are >,650000)	
Variable	Factor 1
<b>VPI2b</b>	0,534022
<b>N2b</b>	0,929454
<b>Nk2b</b>	0,880800
<b>VPZg2b</b>	0,903675
<b>PE2b</b>	0,011726
<b>FP2b</b>	-0,544990

Number of variables: 6. Method: Principal components  
Number of factors extracted: 2. Eigenvalues: 3,41955; 1,09980

Итак, согласно данным табл. 3, для группы из шести параметров, количественно характеризующих результаты ресурсопользования в субъекте РФ, главный, или принципиальный, фактор № 2 может быть выражен через производство электроэнергии (*PE2b*; положительная связь) и степень износа основных фондов производства предприятий по добыче сырья (*FP2b*; отрицательная связь). Следовательно, индикатор ситуации *FP2b* играет роль *лимитирующего*, то есть ограничивающего развитие, фактора ресурсопользования. Поэтому все значения выборки *FP2b*, после процедуры её нормализации, следует умножить на -1: чем менее выражено влияние фактора *FP2b*, чем меньше износ профильных основных фондов, тем выше потенциал развития ресурсопользования в регионе.

Результаты расчёта матрицы взаимных линейных корреляций параметров и их главных статистик представлены в табл. 4.

Коэффициенты матрицы взаимных линейных корреляций параметров и их статистики

Correlations (RegionyRF-RazPP--02) Casewise deletion of MD N=16							Means and Standard Deviations Casewise deletion of MD N=16 (RegionyRF-RazPP--02)		
Variable	VPI2b	N2b	Nk2b	VPZg2b	PE2b	FP2b	Variable	Means	Std.Devs
VPI2b	1,00	0,48	0,45	0,43	0,25	-0,72	VPI2b	3,458439	0,832731
N2b	0,48	1,00	0,77	0,80	0,11	-0,55	N2b	3,053116	0,130349
Nk2b	0,45	0,77	1,00	0,74	0,19	-0,43	Nk2b	0,313464	0,539330
VPZg2b	0,43	0,80	0,74	1,00	0,15	-0,44	VPZg2b	3,956537	0,210538
PE2b	0,25	0,11	0,19	0,15	1,00	-0,32	PE2b	0,560475	0,738433
FP2b	-0,72	-0,55	-0,43	-0,44	-0,32	1,00	FP2b	1,786656	0,124791

Качественная интерпретация результатов расчёта величин взаимных линейных корреляций изучаемых параметров такова.

1. Выпуск продукции горнодобывающих предприятий (*VPI2b*) положительно связан с общей численностью населения региона (трудовые ресурсы; возможно, исторические традиции); уровнем финансирования профильных исследований; со стоимостным эквивалентом услуг по очистке стоков и ликвидации загрязнений (минимизирует накопленный ущерб, снижает природоохранные выплаты, повышает рентабельность производства); производством электроэнергии (энергоёмкая отрасль, включая этап первичной переработки сырья). Выраженная отрицательная связь поддерживается со степенью износа профильных основных фондов, о чём уже говорилось.

2. Затраты на научные исследования (*Nk2b*) проявляют выраженную положительную связь с численностью населения (видимо, критерий размещения в регионе учебных и исследовательских организаций); объёмом услуг в стоимостном эквиваленте по очистке стоков и утилизации отходов. Слабая связь поддерживается с производством электроэнергии (никак не энергозатратная сфера деятельности); довольно выраженная отрицательная связь – со степенью износа профильных основных фондов.

3. Результаты расчёта матрицы взаимных линейных корреляций вновь указывают на лимитирующую, ограничивающую развитие роль фактора *FP2b* – степень износа основных фондов предприятий по добыче сырья. Весьма выраженную и существенную отрицательную связь параметр *FP2b* поддерживает с выпуском продукции горнодобывающих предприятий, общей численностью населения региона, уровнем затрат на профильные научные исследования, уровнем финансирования работ по экологической реабилитации территорий и производством электроэнергии. Таким образом, иной раз звучащий тезис о равных финансово-экономических возможностях всех регионов РФ не получает эмпирического подтверждения: любое снижение интереса федерального центра к какому-либо горнодобывающему региону непременно проявится в ускоренной деградации профильных и иных фондов производства, в снижении уровня поступления налогов региональных предприятий в местный бюджет (что может формально компенсироваться федеральными трансфертами), в снижении уровня

финансирования науки, образования и медицины, в ускоренной депопуляции региона. Частный бизнес, особенно с иностранным участием, подобную проблему адекватно сформулировать и разрешить не способен.

Итак, на данном этапе исследования важно подчеркнуть следующее обстоятельство: в ходе анализа выражено продолжает проявлять себя фактор общей технической культуры («технэ»; от греч. *techna* – хитрость и *technicus* – мастер, специалист). Согласно модели В.П. Алексеева «человек (общество) – культура – окружающая природная среда», именно культура во всех её формах физически поддерживает и регулирует обмен веществом, энергией и информацией между биосферой и обществом, а в более широком контексте, – «устойчивое развитие» общества, не предполагающее *ускоренную ревизию протоколов* подобного обмена. Второй главный фактор, влияющий на ход ресурсопользования, агрегировал производство электроэнергии (базовая предпосылка развития экономики) и уровень износа основных фондов (с отрицательным знаком). То есть, на текущем этапе речь следует вести об интегральном главном факторе – ***о предпосылках и ограничениях регионального экономического развития***. Формально, соответствующий график «каменистой осыпи» не позволяет принять к обсуждению третий фактор. Однако, несмотря на идентификацию в ходе повторного анализа лишь двух факторов, дальнейшие рассуждения учитывают вероятность влияния на ход ресурсопользования *четырёх главных факторов*, что отражает цветовая гамма обозначений параметров.

Далее нормализуем величины всех рассматриваемых выборок, путём вычитания их от соответствующего математического ожидания ( $M$ ) и деления результата на величину стандартного отклонения ( $SD$ ). Получим параметры вида «3b» (табл. 5) [6].

Таблица 5

Статистики некоторых нормализованных выборок изучаемых параметров ресурсопользования

	1 VPI3b		1 FP3b
MEAN case 1-16	2,68041185E-9	MEAN case 1-16	-2,62272401E-8
MEDIAN case 1-16	-0,25757675	MEDIAN case 1-16	0,100584412
SD case 1-16	1	SD case 1-16	0,999999997
VALID_N case 1-16	16	VALID_N case 1-16	16
SUM case 1-16	4,28865898E-8	SUM case 1-16	-4,19635842E-7
MIN case 1-16	-1,24313064	MIN case 1-16	-1,74116258
MAX case 1-16	2,18542073	MAX case 1-16	1,70960392
_25th% case 1-16	-0,57565148	_25th% case 1-16	-0,949795215
_75th% case 1-16	0,503936124	_75th% case 1-16	0,928631526

Примеры гистограмм *логарифмированных и нормализованных* параметров ресурсопользования, соответствующий им закон распределения данных и результаты расчёта критерия  $\chi^2$  приведены на рис. 2. Величина параметра  $df$  отражает число степеней свободы, для которых определялась вероятность  $p$  принятия гипотезы о нормальном распределении данных [6].

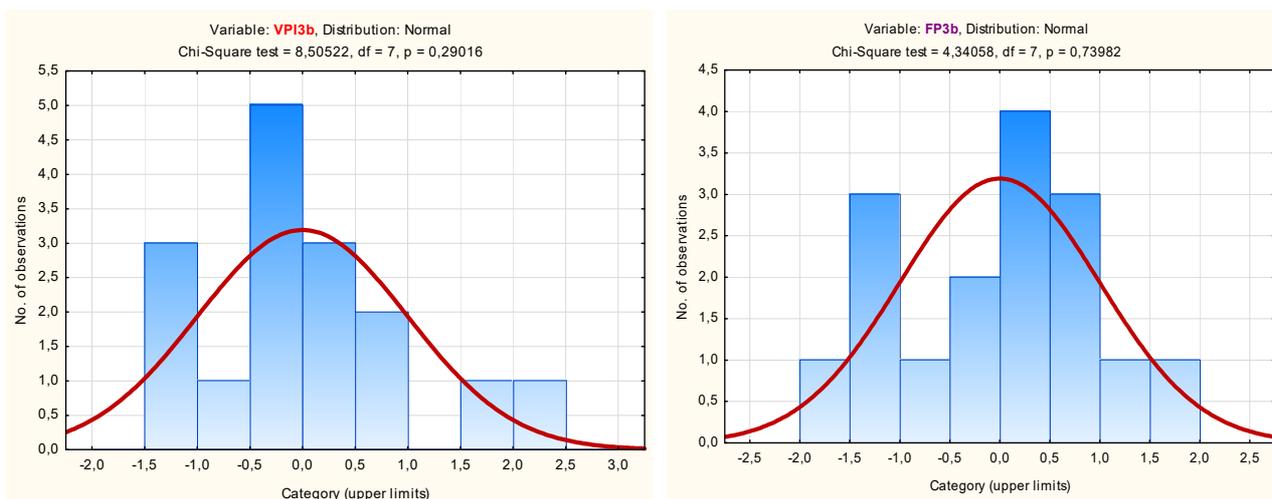


Рис. 2. Гистограммы статистических выборок принятых к обсуждению параметров ресурсопользования

На основании ранее изложенных соображений о лимитирующей роли фактора *FP3b*, умножим все величины соответствующей выборки на -1; получим выборку *FP4b* (табл. 6).

Таблица 6

Сравнение исходных величин *FondyPlizn* (степень износа основных фондов предприятий по добыче сырья, %) и его трансформированных значений (*FP4b*) для трёх субъектов ЦФО РФ

Индикатор	Белгород	Тула	Кострома
<i>FondyPlizn</i> (износ), %	42,7	48,2	66,2
<i>FP4b</i>	1,252	0,830	-0,275

Итак, согласно табл. 6, исходные 66,2 % износа основных фондов предприятий по добыче полезных ископаемых Костромской области в итоговых рассуждениях представлены отрицательной величиной индикатора *FP4b*, что отражает именно лимитирующую роль данного фактора в развитии регионального недропользования.

Далее определим сумму максимальных значений (*MAX*) по всем учитываемым индикаторам ситуации, включая индикатор *FP4b*, и сумму значений индикаторов регионального ресурсопользования по необходимым субъектам РФ.

Наконец, на базе результатов расчёта, определим итоговый ранг (*R*) каждого региона по 6 учитываемым параметрам (табл. 7):

- 1) Тула:  $(4,9198 / 10,5226) \cdot 100 = 46,755 \%$ ;
- 2) Белгород:  $(4,4806 / 10,5226) \cdot 100 = 42,581 \%$ ;
- 3) Кострома:  $(-6,0470 / 10,5226) \cdot 100 = -57,467 \%$ .

Таблица 7

Результаты расчёта рангов (количественных комплексных оценок) результатов регионального ресурсопользования для трёх субъектов ЦФО

30 Ind	31 MAX	32 MIN	33 Tula	34 Belgorod	35 Kostroma
VPI3b	2,18542073	-1,24313064	0,555299374	2,1854207	-0,47718126
N3b	2,37568912	-1,95536285	0,828413823	1,0339301	-1,95536285
Nk3b	1,3496907	-2,4353649	1,07286912	0,2761456	-2,4353649
VPZg3b	1,48566266	-1,78027145	1,41110432	0,4355988	-1,78027145
PE3b	1,38499166	-2,11322315	0,221822626	-0,70295	0,875300631
FP4b	1,74116258	-1,70960392	0,830257662	1,2519145	-0,27407258
<b>RANG</b>			46,755	42,581	-57,467

В графическом виде полученные результаты приведены на рис. 3.

Итак, согласно фактическим данным и результатам расчёта (см. табл. 7, рис. 3), Тульская область производит меньше продукции горнодобывающих предприятий (в стоимостном эквиваленте), по сравнению с Белгородской областью. Принятые к обсуждению оценки общей численности населения сопоставимы (практически равны). Тульский регион характеризуют высокие затраты на научные исследования и уровень выпуска продукции, касающийся очистки стоков и ликвидации загрязнений (в стоимостном эквиваленте), а также довольно высокое производство электроэнергии. По-видимому, на данном этапе исторического развития РФ Белгородская область испытывает недостаток производимой поблизости электроэнергии. Износ основных фондов, обеспечивающих добычу сырья, в Костромской области весьма высок, что выступает лимитирующим ресурсопользование фактором. Тем не менее, регион характеризуется высоким производством электроэнергии, что может стимулировать региональное ресурсопользование.

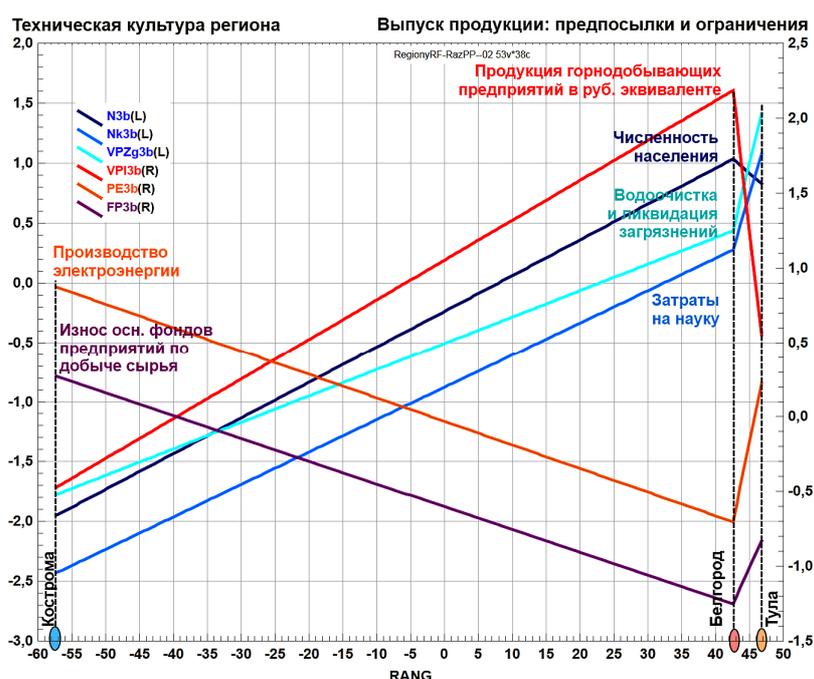


Рис. 3. Ранги регионального ресурсопользования и общий характер изменения учитываемых индикаторов в пространстве рангов

Согласно рис. 3, индикаторы ситуации, характеризующие уровень технологической культуры (в аспекте добычи и первичной переработки сырья), действительно отражают один и тот же круг проблем (как и инфраструктурные предпосылки и ограничения; по сути, на рис. 3 – два укрупнённых блока факторов). Но, с дидактических позиций, важно акцентировать внимание на эффективности финансовой поддержки образования, научных исследований и НИОКР в сфере очистки стоков, ликвидации загрязнений и иных проявлений накопленного экологического вреда.

Укажем также, что на рис. 3 индикатор «Износ основных фондов горнодобывающих предприятий» представлен в исходном нормализованном виде, без умножения значений выборки на -1.

Рассмотренный выше аналитический подход позволяет весьма контрастно выражать интегральные оценки (ранги) регионального ресурсопользования (в рассмотренном случае – в диапазоне величин от -57,5 % до 46,8 %), а также содержательно интерпретировать близкие значения расчётных рангов ( $Rang_{ТЛ} = 46,8 \%$ ;  $Rang_{БЕЛГ} = 42,6 \%$ ).

Отметим также, что оперирование логарифмированными значениями принятых к обсуждению индикаторов ресурсопользования дало некоторые формальные основания считать закон распределения выборок близким к нормальному, а также не вывело численные значения нормализованных выборок за пределы диапазона  $\pm 3$ . При этом, например, исходные значения важнейшего индикатора ситуации «Объём отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности – добыча полезных ископаемых (в фактически действовавших ценах; 2020)» (параметр № 13.1;  $VPI$ , млн рублей/год) для рассмотренных субъектов РФ различаются на несколько порядков: Белгородская область – 189 804; Тульская область – 8 334; Костромская область – 1 151.

Наконец, укажем, что в данном анализе Костромская область была принята, больше, для контрастности межрегиональных сопоставлений исключительно в заявленной выше проекции – сфере добычи и первичной переработки полезных ископаемых, но никак не для формулировки каких-либо критических замечаний в адрес этого старинного русского края.

### Список литературы

1. Соколов Э.М. *Природопользование: учебное пособие для вузов* / Э.М. Соколов [и др.]. – М.-Тула: Гриф и К, 2002. – 522 с.
2. Пешков А.А. *Доступность минерально-сырьевых ресурсов* / А.А. Пешков, Н.А. Мацко. – М.: Наука, 2004. – 280 с.
3. *Цивилизации. Вып. 10: Модернизация и цивилизационные вызовы XXI века* / Институт всеобщей истории РАН; сост. О.В. Воробьёва; отв. ред. А.О. Чубарьян. – М.: Наука, 2015. – 271 с.
4. Машиңцов Е.А. *Математические модели и методы оценки экологического состояния территорий* / Е.А. Машиңцов [и др.]. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2010. – 228 с.

5. *Регионы России. Социально-экономические показатели, 2020: статистический сборник / пред. ред. комиссии С.М. Окладников. – Росстат. М., 2020. – 1242 с. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.*

6. *Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике: справочник геофизика / под ред. В.И. Дмитриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 498 с.*

## **ИЗМЕНЕНИЯ В УРОВНЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПОСЛЕ ПАНДЕМИИ COVID 19 В ДЖАКАРТЕ, ИНДОНЕЗИИ**

Б. Праснандасита  
Тулский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам изменения качества воздуха после пандемии COVID 19 в Индонезии. Выявлены причины изменения характеристик атмосферного воздуха, в частности концентрации углекислого газа.

Изменение климата – одна из самых важных вещей в мире, существование которой мы никогда не сможем отрицать. В обиходе изменение климата описывает глобальное потепление – продолжающееся повышение глобальной средней температуры – и его влияние на климатическую систему Земли. Эти явления включают тенденции к повышению температуры, описываемые глобальным потеплением, но также охватывают такие изменения, как повышение уровня моря; потеря массы льда в Гренландии, Антарктиде, Арктике и горных ледниках по всему миру; изменения в цветении цветов / растений; и экстремальные погодные явления. Изменение климата в более широком смысле также включает предыдущие долгосрочные изменения климата Земли. Изменение климата угрожает людям дефицитом продовольствия и воды, усилением наводнений, экстремальной жарой, ростом числа болезней и экономическими потерями.

Одна из них, которую рассматривает автор в этой теме, является одной из самых серьезных причин изменения климата, которую мы также можем назвать загрязнением воздуха. Но теперь мы более конкретно поговорим о том, как влияет изменение климата, в частности, на загрязнение воздуха после COVID-19.

Пандемия COVID-19 сеет хаос в странах по всему миру, вызывая глобальный кризис в области здравоохранения и вынуждая экономику замедляться из-за строгих карантинных мер. Однако вспышка также интригующим образом повлияла на окружающую среду. Поскольку пандемия распространяется в разных частях мира, ее последствия выходят за рамки закрытых границ, дефицита дезинфицирующих средств для рук и протоколов социального дистанцирования.

Выбросы CO<sub>2</sub> и мобильность людей были сокращены, что улучшает качество воздуха и побуждает диких животных выходить на улицу и исследовать города. Ученые подтвердили, что качество воздуха в некоторых регионах за

последние недели улучшилось. По мере остановки промышленности, авиации и других видов транспорта загрязнение воздуха снижается в странах, серьезно пострадавших от вируса, таких как Китай, Италия и Испания. Сокращение поездок на работу из-за политики работы из дома также сыграло свою роль в сокращении выбросов углекислого газа.

Как мы видим, на пример города Джакарты, Индонезия. В то время, когда COVID-19 только-только обрушился на страну, правительство ввело множество карантинных мер, что оказало огромное положительное влияние на наш город.

Это связано со снижением активности в столице из-за пандемии Covid-19, которая также поразила сотни стран по всему миру. На самом деле, город Джакарта уже давно известен как мегаполис, качество воздуха в котором оставляет желать лучшего из-за загрязнения и выбросов углекислого газа.

Джакарта занимает пятое место среди столиц мира с наихудшим качеством воздуха (PM 2,5) согласно отчету IQAir (Air Visual), опубликованному в феврале 2020 года.

Правительство провинции Джакарта заявило, что пандемия коронавируса (COVID-19) привела к улучшению качества воздуха в столице. Качество воздуха улучшилось на 50 процентов по сравнению с прошлым годом.

«В связи с пандемией Covid в 2020 году качество воздуха в DKI Jakarta улучшилось. Отмечено снижение средней концентрации ТЧ на 2,5 в месяц по сравнению с 2019 годом, которое достигло снижения (загрязнения) от 14 до 50 процентов», – сказал глава Агентства по охране окружающей среды Джакарты (LH) Андоно Варих на вебинаре, посвященном открытию Партнерской программы Джакарты по чистому воздуху.

Правительство провинции Джакарта заявило, что пандемия коронавируса (COVID-19) привела к улучшению качества воздуха в столице. Качество воздуха улучшилось на 50 процентов по сравнению с прошлым годом.

«В связи с пандемией Covid в 2020 году качество воздуха в DKI Jakarta улучшилось. Отмечено снижение средней концентрации ТЧ на 2,5 в месяц по сравнению с 2019 годом, которое достигло снижения (загрязнения) от 14 до 50 процентов», – сказал глава Агентства по охране окружающей среды Джакарты (LH) Андоно Варих на вебинаре, посвященном открытию Партнерской программы Джакарты по чистому воздуху, Среда (22/9/2020).

Губернатор Джакарты Аниес Басведан заявила, что экономический рост Джакарты повлиял на качество воздуха. Как и в некоторых городах с растущей экономикой, качество воздуха ухудшается. «За последние несколько десятилетий уровень загрязнения городского воздуха увеличился вместе с экономическим ростом. Как и в Джакарте, загрязнение в Джакарте, в частности, содержание веществ, которые угрожают нашему здоровью, превысило руководящие принципы, установленные ВОЗ, и национальные стандарты», – сказал Аниес в своем выступлении.

Предпринимается много усилий для поддержания баланса с позитивной реакцией на загрязнение воздуха, которое происходит в этой столице. Джакарта ввела примерно 3-месячный карантин в то время, исходя из статистики

положительных изменений от загрязнения воздуха, местное правительство, наконец, создало инновационное нововведение, чтобы его граждане чувствовали себя легче при существующем переходе. В начале первого года количество работы, выполняемой из дома (work from home – WFH), также является одним из способов правительства внедрить дистанцирование для граждан, что оказывает хорошее влияние на снижение загрязнения воздуха. Люди, работающие из дома меньше пользуются транспортными средствами. Кроме того, в самой Джакарте в настоящее время значительно сокращается количество частных транспортных средств за счет увеличения общественного транспорта, подходящего для ее граждан, строительства MRT (канатной дороги) и увеличения количества доступных видов общественного транспорта, что позволяет ее жителям чувствовать себя более комфортно.

### Список литературы

1. <https://news.detik.com/berita/d-5184489/pemprov-dki-klaim-kualitas-udara-jakarta-membaik-50-persen-saat-pandemi-covid-19>
2. <https://amp.kompas.com/sains/read/2020/12/18/130500023/benarkah-polusi-udara-di-jakarta-menurun-selama-pandemi-ini-faktanya>
3. <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/14201/Pulihkan-Pandemi-Hentikan-Perubahan-Iklim.html>
4. [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Climate\\_variability\\_and\\_change](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Climate_variability_and_change)

## ГИДРОСФЕРА. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ. РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ПДС

Ю.Н. Пушилина, Д.О. Дюкова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются экологические проблемы, связанные с загрязнением водоемов. Сделан акцент на основные источники загрязнения гидросферы в целом.

Необходимое условие существования человека, как и любого живого организма планеты – наличие чистой пресной воды. На сегодняшний день доля воды пригодной к употреблению составляет всего 3 % от общего количества всех водных ресурсов [1]. Год за годом гидросфера Земли становится менее благоприятной в виду того, что постоянное загрязнение воды различными отходами сильно влияет на ее качество.

Ухудшение качества пресной воды напрямую связано с загрязнением ее химическими и радиоактивными веществами, ядохимикатами, синтетическими удобрениями и канализационными стоками, что является актуальной экологической проблемой мира.

Извержения вулканов загрязняют озера. Ежедневно крупными предприятиями, заводами, шахтами в пресную воду сбрасываются промышленные стоки, состав которых насыщен различного рода тяжелыми металлами – ксенобиотиками (свинец, никель, кадмий, ртуть и др.). Загрязнение

происходит из-за используемых человеком синтетических удобрений, в которых содержится много вредных веществ (нитраты и фосфаты), попадание их в водоем провоцирует чрезмерный рост водорослей, которые разрастаясь препятствуют развитию других организмов. Все это приводит к постепенному исчезновению жизни в водоеме и в итоге к его заболачиванию.

Ощутимый для гидросферы и всех живых организмов вред нанесло развитие ядерной промышленности [2]. В процессе деятельности таких предприятий образуются радиоактивные атомы, в результате их распада выделяются частицы разной проникающей способности (альфа, бета, гамма). Каждая из них способна нанести живым существам непоправимый вред, т.к. во время проникновения в организм эти элементы повреждают его клетки и благоприпятствуют развитию различных серьезных хронических заболеваний.

Опасными критериями, которые ухудшают качество воды в водоемах, считаются соединения токсичных химических элементов (например, соединения металлов, щелочи, соли). В результате попадания таких веществ в воду меняется ее состав, она становится более щелочной, следовательно, непригодной для употребления живыми организмами.

На конкретном примере экологической проблемы Азовского моря, разберем виды загрязнений водоема: браконьерство; нефть, нефтепродукты; отходы производственной металлургической, химической промышленной деятельности и коммунальные сточные воды; траление дна; строительство водохранилищ; насыщенная химизация, загрязнение почвы и воды, засоление водоема; увеличение неконтролируемости слива пестицидов, которое влечет к цветению воды; обширное строительство вдоль побережья, не соответствующее экологическим СП; дампинг[4].

Важным критерием по определению качества водоемов является индекс загрязнения воды (ИЗВ). Для подсчета ИЗВ на каждый загрязнитель определяется превышение предельно допустимой концентрации (ПДК), а также количество таких случаев по общей формуле:

$$\text{ИЗВ} = \text{V}_1 + \text{V}_2 + \text{V}_3 + \dots + \text{V}_n;$$

$$\text{V} = \text{K} * \text{H};$$

$$\text{H} = \text{N}(\text{пдк})/\text{N};$$

$$\text{K} = \text{C}/\text{ПДК}, \text{ где}$$

С – концентрация одного загрязнителя,

ПДК – предельно допустимая концентрация одного загрязнителя,

N(пдк) – количество случаев превышения

ПДК, N – число определений.

Полученное в процессе расчета значение сравнивается с табличным, после чего можно делать вывод о качестве воды.

Хотя с каждым годом природоохранное законодательство и ужесточается, принятых мер бывает недостаточно в глобальном смысле, при обычной нехватке контроля за территориями. До сих пор разрабатываются новые способы защиты гидросферы от сточных веществ, ведь с ростом прогресса возрастает и влияние общества на окружающую среду, а нам нужно прийти к экологическому балансу.

Основной показатель, характеризующий качество воды – предельно допустимая концентрация (ПДК). ПДК вредного вещества в воде водоема — это концентрация вредного вещества в такой степени, которая при различных видах употребления воды человеком, не оказывает на его организм негативного влияния.

Чтобы концентрация вредных веществ, выбрасываемых всеми источниками загрязнений не превышала ПДК, для каждого источника загрязнения устанавливают величину предельно допустимого сброса (ПДС) – масса вещества, максимально возможная к отведению в одну единицу времени в текущей точке объекта при условии сохранения качества воды в контрольной точке.

СП охраны поверхностных вод от загрязнения запрещают сбрасывать сточные воды в водоемы, если они могут быть устранены путем усовершенствования технологии максимального использования в системах оборотного водоснабжения или устройства бессточных производств; включают ценные отходы, которые можно утилизировать; содержат реагенты в количествах сверх установленных нормами технологических потерь; могут быть использованы для орошения при соблюдении санитарных требований.

Таким образом, говоря об источниках загрязнения гидросферы, можно заметить, что одним из основных видов, неблагоприятно влияющих на водоемы, являются сточные воды, не трудно догадаться, что, уделяя большее внимание их очистке, можно значительно сократить наносимый вред природе. Загрязнения выявлены как в закрытых водоемах, так и в океане. Когда появляются новые загрязняющие вещества, в то же время разрабатываются новые способы очистки для обеззараживания водных ресурсов.

### **Список литературы**

1. *Зверев В.П. Подземная гидросфера. Проблемы фундаментальной гидрогеологии / В.П. Зверев. – СПб: Научный мир, 2011. – 260 с.*
2. *Сотникова Е.В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания: учеб. пособие / Е.В. Сотникова, В.П. Дмитренко, В.С. Сотников. – СПб.: Лань, 2014. – 576 с.*
3. *Тарасов Л.В. Земля – беспокойная планета. Атмосфера, гидросфера, литосфера / Л.В. Тарасов. – М.: ЛКИ, 2008. – 352 с.*
4. *Ферронский В.И. Изотопия гидросферы Земли / В.И. Ферронский. – М.: Научный мир, 2009. – 316 с.*
5. *Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022).*

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ ХМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ (ХЛОРИДОВ) НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ

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

*Аннотация.* В статье проведено исследование влияния противогололедных средств (хлорида натрия и сильвинита (KCl·NaCl)) на рост и развитие растений кресс-салата. Диапазон исследованных концентраций растворов солей от 1 до 200 мг/мл. Проведенные исследования показали, что с ростом концентрации солей в почвенном и водном субстратах снижается всхожесть растений и их относительная биомасса.

Противогололедные реагенты – это природные и искусственные средства борьбы с наледью. Другое их название – противогололедные материалы, или ПГМ. **Противогололедные средства могут быть:**

**Химическими** – это реагенты на основе солей. Попадая на снежный или ледяной слой, такие вещества вступают с ним в химическую реакцию, и начинается процесс плавления. Даже толстая корка льда под воздействием реагентов превращается в жидкую кашу, которую легко можно убрать лопатой. Техническая соль, которой часто посыпают улицы городов, относится как раз к химической разновидности.

**Фрикционными (абразивными)** – их принцип действия заключается в повышении сцепления между скользким покрытием и подошвами обуви или покрышками автомобилей. Такие реагенты не вступают в химические реакции, поэтому считаются более безопасными (хоть и менее эффективными). Наиболее распространенным фрикционным ПГМ является обычный песок.

**Комбинированными** – это смеси, включающие в свой состав как химические, так и абразивные компоненты. За счет этого достигается двойной эффект: повышается сцепление с поверхностью и одновременно происходит плавление льда. В качестве примера такого ПГМ можно привести пескосоляную смесь.

Среди химических реагентов наиболее распространенными являются хлоридные (хлорид натрия или техническая соль, хлорид кальция, хлорид калия и т.д.), основным недостатком которых отмечают дальнейшее попадание этих веществ в почву и грунтовые воды.

Поэтому изучение влияния засоленности на биохимические процессы в почвах, рост и развитие растений представляется актуальной задачей. Галогены в природных условиях играют важную роль в биохимических процессах. Уровни содержания хлоридов колеблются в широких пределах: от 1-10 мг/кг в почвах гумидных областей до нескольких процентов в засоленных почвах. В природной обстановке хлориды в значительных количествах накапливаются только в засоленных почвах, преимущественно в регионах с аридным климатом. Однако широкое применение хлорида натрия для очистки автострад от снега и льда и в других технических целях привело к тому, что даже в условиях влажного климата хлорид-ион стал входить в число наиболее распространенных загрязняющих веществ [1].

В представленной работе изучено влияние хлорида натрия и сильвинита (KCl·NaCl) на рост и развитие растений кресс-салата. Диапазон исследованных концентраций растворов солей от 1 до 200 мг/мл.

Данные по фитотоксичности получены в соответствии с методикой [2] и представлены на диаграммах 1 и 2.

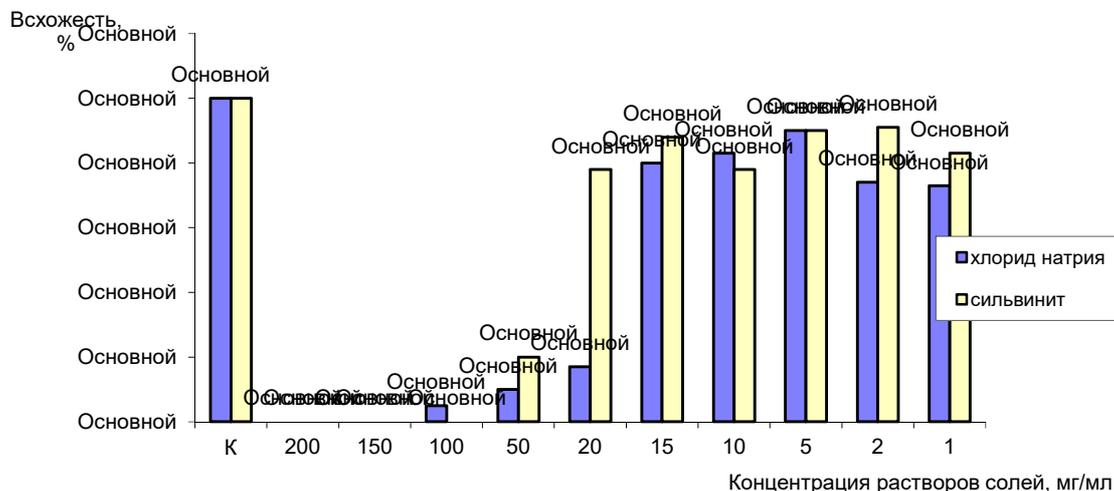


Рис. 1. Влияние засоленности на всхожесть семян кресс-салата

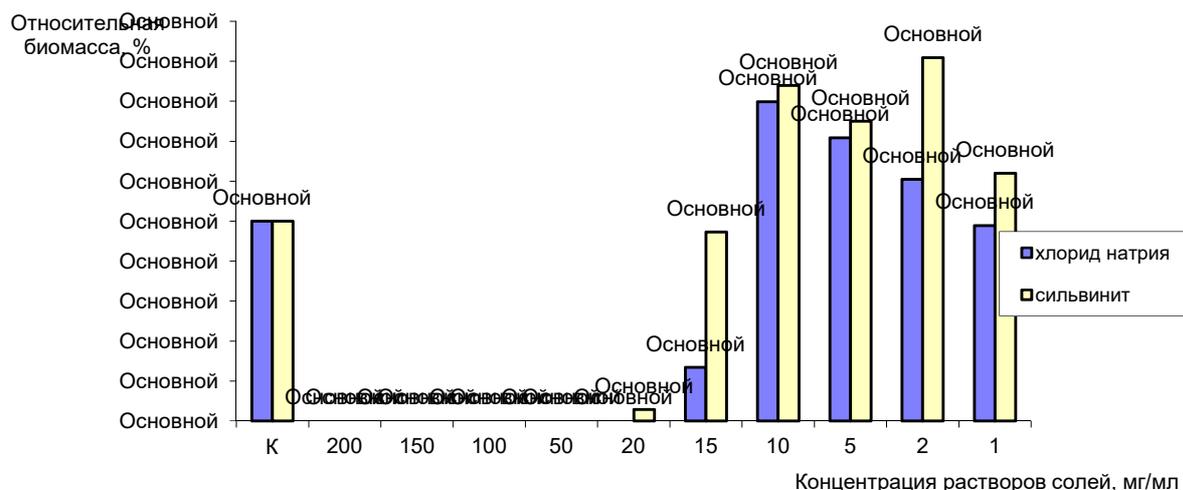


Рис. 2. Влияние засоленности на продуктивность растений кресс-салата

Исследования показали, что при концентрации растворов хлорида натрия от 20 до 200 мг/мл развития растений кресс-салата не происходит. С уменьшением содержания соли в поливном растворе наблюдается закономерное увеличение всхожести и биомассы. Аналогичная закономерность прослеживается и для сильвинита. При концентрации растворов от 15 до 200 мг/мл сильвинит оказывает угнетающее действие на растения. Однако, это влияние несколько слабее, чем в случае хлорида натрия (рис. 1-2.). В присутствии небольших концентраций солей относительная биомасса растений увеличивается, что обусловлено ростом ионной силы раствора.

Для нормальной жизнедеятельности клетки живого организма должны содержать определенное количество воды. Их водный баланс регулируется

отношением концентраций солей во внутренней и внешней среде относительно мембраны. Клеточная мембрана обладает полупроницаемостью для ионов, а вода движется сквозь нее по градиенту концентрации. [3]. Хлорид-ионы, также как ионы натрия и калия связаны с функциями мембран клетки поддержанием электрического потенциала на мембране, анионного, катионного и осмотического балансов.

Клетки контролируют свой водный баланс, регулируя внутреннюю концентрацию соли, и вода поступает внутрь и наружу по законам осмоса. Если же концентрация соли вне клетки слишком высока, вода поглощаться не может. Более того, она будет выходить из клетки, что приведет к обезвоживанию и гибели растения, что подтверждают наши данные. Поэтому пресноводные виды не выносят морскую среду с концентрацией солей 3,5 %. Для большинства наземных растений необходима пресная вода [4].

При попадании солевого раствора высокой концентрации в почву структура последней значительно изменяется. Ионы натрия адсорбируются коллоидными частицами почвы в тех случаях, когда они не полностью замещены катионами и имеются вакантные места, т.е. в тех случаях, когда в почве не хватает питательных веществ. Затем ионы натрия приобретают гидратную оболочку, и ионный радиус увеличивается с 0,1 до 0,24 нм [5]. В этих случаях коллоидные частицы почвы набухают, и часто лопаются, что приводит к увеличению количества в почве частиц размером менее 5 мкм. В результате уменьшаются воздухопроницаемость и влагоемкость почвы.

Весной при повышении температуры почвы корни растений вновь становятся полностью активными, при этом они отдают ионы водорода в процессе обмена с катионами почвы. Если коллоидные частицы почвы замещены в основном ионами натрия, то они особенно склонны вступать в процесс обмена. Освободившиеся ионы  $\text{Na}^+$  при диссоциации воды в почве создают щелочную реакцию, и pH достигает значения 7-9. В результате в осадок выпадают многие вещества, необходимые для питания растений. Чтобы снизить этот эффект, наряду с уменьшением количества соли, используемой для посыпки дорог, целесообразнее использовать удобрения, содержащие ионы кальция и магния, чтобы коллоидные частицы присоединяли катионы, с трудом вступающие в обмен. При этих условиях, если в почву и будет поступать соленая вода с ионами натрия, то последние вскоре будут вымываться снеговой и дождевой водой [5].

Проведение исследований в водных растворах солей тех же концентраций показало, что при содержании хлорида натрия в поливных водах выше 20 мг/мл, сильвинита – выше 50 мг/мл, развития растений не происходит. Понижение содержания солей приводит к уменьшению их негативного воздействия и, в конечном итоге, к увеличению всхожести и относительной биомассы растений (рис. 3-4.).

Таким образом, проведенные исследования влияния засоленности на биохимические процессы в почве показали, что с ростом концентрации солей в почвенном и водном субстратах снижается всхожесть растений и их относительная биомасса. Установлены пределы поступления солей в почву при

проведении мероприятий по очистке автострад от снега и льда, в других технических и агротехнических целях, превышение которых блокирует рост и развитие растений.

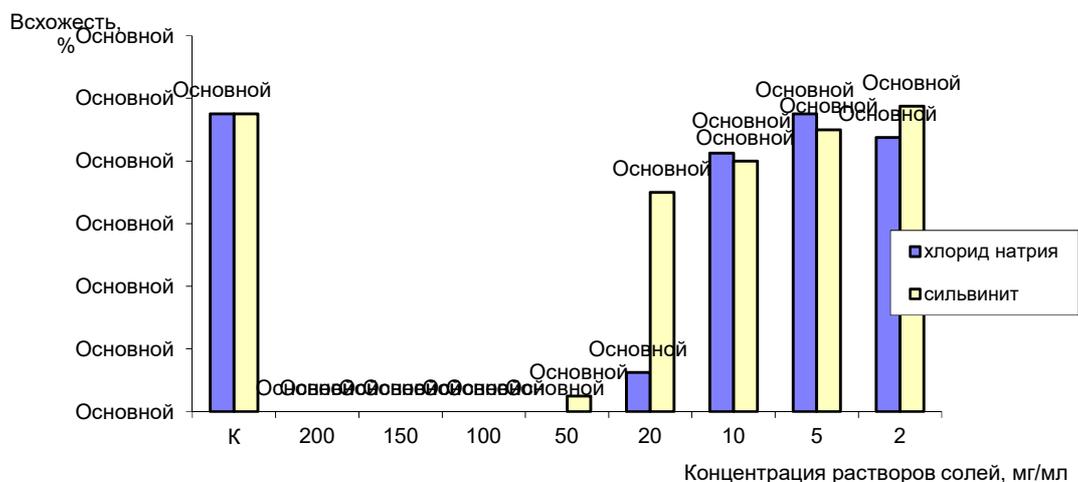


Рис. 3. Влияние засоленности водного субстрата на всхожесть семян кресс-салата

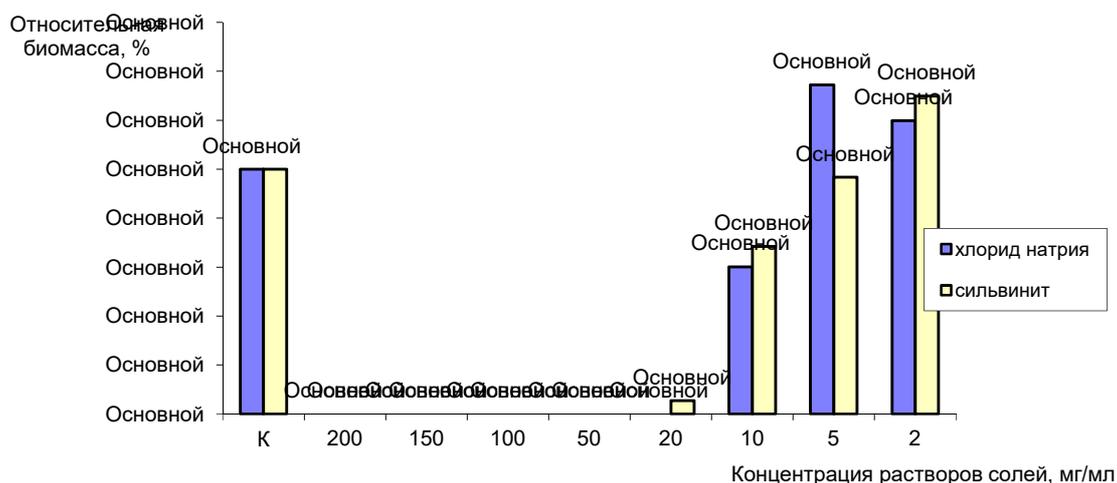


Рис. 4. Влияние засоленности водного субстрата на продуктивность растений кресс-салата

### Список литературы

1. Орлов Д.С. *Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие* / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. школа, 2002.
2. Тарарина Л.Ф. *Экологический практикум для студентов и школьников (биоиндикация загрязнения среды)* / Л.Ф. Тарарина. – М.: Аргус, 1997.
3. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. *Биология в 3-х т. Под ред. Р.Сопера, т.2*, – М.: Мир, 1993.
4. Небел Б. *Наука об окружающей среде. Как устроен мир. В 2-х т. т.1*. – М.: Мир, 1993.
5. Орлов Д.С. *Химическое загрязнение почв и их охрана. Словарь-справочник* / Д.С. Орлов, М.С. Малинина, Г.В. Мотузова [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991.

# ПРИМЕНЕНИЕ «СОЛНЕЧНОЙ» ЧЕРЕПИЦЫ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

А.М. Силенко

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрен вопрос создания новых технологий для выработки солнечной энергии. Исследуется новая технология в строительстве, известная как «солнечная» черепица.

Современные технологии стали частью общественной жизни во всех сферах. Наука, медицина, искусство и строительство. Забота о экологии и поиск альтернативных источников энергии стоит на главенствующих местах в мире.

Сегодня различные материалы с отличными физическими свойствами используются во всех областях науки и техники [1]. Солнечные панели, которые нашли применение во многих отраслях промышленности, являются прекрасным примером такой технологии. Эстетический вид этой технологии оставляет желать лучшего, но ученые добились синтеза между миром «эстетики» и «функциональности». Эта технология называется «солнечная» черепица (рисунок).



«Солнечная» черепица

Солнечная черепица доступна в продаже с 2005 года и хотя она развиваются на протяжении многих лет, основная идея остается не тронутой: создать систему солнечных панелей и кровли для того, чтобы объединить технологии вместе.

Вся технология создана для работы как в качестве кровельного материала, так и в качестве источника энергии, но создать это можно несколькими способами. Один вид «солнечной» черепицы использует такой материал как кремний для полупроводника, как и основная часть классических солнечных панелей, когда другие полагаются на тонкопленочные солнечные элементы, где существуют слои ультратонких фотоэлектрических материалов, таких как селенид меди галлия (CIGS) или теллурид кадмия (CdTe). Малая толщина этих элементов дает им возможность быть более гибкими и легкими, что определенно является важными качествами [3]. В ситуации, когда более старые версии гибкой тонкослойной солнечной крыши должны были быть установлены на другом

кровельном материале, Новые продукты были достаточно жесткими и прочными, чтобы они могли сами служить в качестве черепицы.

Как и традиционные кровельные поверхности, «солнечная» черепица преобразует энергию солнца в электричество, аккумулируя поток электронов, высвобождаемых, когда солнечный свет попадает на полупроводниковый материал, такой как кремний, CIGS или CdTe. Хотя «солнечная» черепица и солнечные создают электричество с тем же основным фотоэлектрическим эффектом, внешне они крайне отличаются по материалу и примыкания их к кровле. Установка «солнечной черепицы» не требует системы закрепления, поскольку она не монтируется на столбах, таких как другие солнечные панели. «Солнечная» черепица взамен обычной черепицы прикреплена непосредственно к самой кровле.

Технологичная черепица обычно монтируется вместе с основной установкой крыши, либо во время нового строительства, либо при замене, устаревшей или сломанной крыши. Понимание этого сценария помогает снизить затраты на солнечную черепицу, включив затраты на них в общую стоимость возведения крыши, что, по-видимому, было необходимо в любом случае.

Необходимо отметить, что применение солнечной черепицы с проектируемыми или реконструированными крышами помогает владельцем дома избежать замены устаревшей, но функциональной черепицы до необходимости, и это может быть выполнено одним кровельным подрядчиком, если подрядчик имеет знания и опыт возведения фотоэлектрической черепицы. «Солнечная» черепица может быть основным материалом кровли для дома, но иногда может быть заменой старой черепицы только на точечных частях крыши [5].

Ценовой порог солнечной черепицы зависит от таких факторов, как установщик (фирма, квалификация специалистов), марка (страна производителя и т.д.), сложность крыши (тип кровли, размер) и степень покрытия. Популярные бренды солнечной черепицы включают, среди прочего, Apollo II от CertainTeed, SunTegra, Luma и Tesla. Многочисленные встроенные кровельные материалы для солнечных панелей обеспечивают эффективность преобразования около 17,5 % и их планируемый срок эксплуатации 20 лет и более и достаточную долговечность, чтобы вести конкуренцию с устойчивостью к атмосферным воздействиям традиционной черепицы.

Применение солнечной черепицы, по мнению автора, решит ряд экологических и экономических проблем, которые на сегодняшний день встают перед архитекторами, проектировщиками, строителями, и, безусловно, экологами. Поиск эффективных альтернативных источников энергии необходимо продолжать и обязательно внедрять в практику по всему миру. Пришло время новых технологий, методов и материалов, позволяющих сделать жизнь человека более комфортным, безопасным и экологичным.

### **Список литературы**

1. Солнечная крыша: технология, энергоэффективность и перспективы  
[Http://ehome.ironws.com/energiya/solnechnaya-krysha-cherepica-krovlya/](http://ehome.ironws.com/energiya/solnechnaya-krysha-cherepica-krovlya/)

2. Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие / Ю.Н. Пушилина. – Тула, «Аквариус», 2015. – С. 89-96.

3. Does Solar Roof Shingles & Tiles Worth It? [Http:https://solartechadvisor.com/worth-solar-shingles/](http://solartechadvisor.com/worth-solar-shingles/)

4. Solar shingle [Http: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_shingle](https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_shingle)

5. What Are Solar Shingles? How Do They Work? [Http:https://www.treehugger.com/solar-shingles-what-they-are-how-they-work-and-how-they-compare-5190602](http://www.treehugger.com/solar-shingles-what-they-are-how-they-work-and-how-they-compare-5190602)

## ПОДБОР РАСТЕНИЙ ПРИ ОЗЕЛЕНЕНИИ САДОВ И ПАРКОВ

Е.А. Половова

Тульский государственный университет,

г. Тула

*Аннотация.* В настоящее время перед человечеством стоит первостепенная задача – грамотно комбинировать искусственное городское пространство с живой природой. В данной статье рассматриваются классификации растений по разным признакам и наиболее грамотное их применение в структуре участка.

В современном мире большая часть населения планеты проживает в городах – геометризированных структурах, искусственно созданных человеком из материалов, далеких от природных. С каждым годом города разрастаются все больше, а здания становятся все выше. Городская инфраструктура также зачастую пагубно влияет на здоровье и эмоциональное состояние людей, именно поэтому при проектировании как отдельных участков, так и целых городов невероятно важно предусматривать максимально возможное озеленение территорий разного рода поселений. Но не все растения пригодны для искусственного озеленения: некоторые из них очень быстро погибают, не приспособившись к относительно быстро меняющемуся климату городской среды, а некоторые, наоборот, вступают в конфликт с искусственно созданной средой, своими корнями разрушая благоустройство вокруг себя. А это значит, что в настоящее время перед человечеством стоит первостепенная задача – совместить городские бетонные массивы с частичкой природы, что сделать не так уж и просто, как может показаться на первый взгляд.

Растения используются не только в масштабах городского озеленения, но и в виде украшения парка, сада, личного участка и даже дома. Существует даже отдельное направление подготовки специалистов, которое называется ландшафтным дизайном или ландшафтной архитектурой. Данное направление – это искусство, сочетающее в себе три аспекта – инженерный, биологический и историко-культурный. Кроме того, ландшафтным дизайном называют практические действия по озеленению и благоустройству территорий [1]. Целью ландшафтного дизайна является совмещение культуры и искусства для улучшения эстетического и экологического состояния города.

При подборе растений для озеленения какой-либо территории прежде всего учитывают влияние четырех основных факторов среды: климатические условия – при выборе предпочтения отдают растениям, характерным для данной местности, не требующих постоянного ухода и способных быстро адаптироваться к меняющимся условиям; уровень грунтовых вод – при их расположении на глубине менее чем 1,5 метра достаточно высок риск загнивания корней растений; плодородность почвы – большинство цветущих растений предпочитают почву, богатую питательными веществами, поэтому при их недостатке лучше всего выбирать растения, произрастающие в скалистой местности или же предусмотреть удобрение почвы; освещенность – недостаток или избыток света также может привести к гибели культур, поэтому все растения делят на три основные группы: тенелюбивые (мхи, ландыши, хвоши, папоротники, ели), теневыносливые (герань, земляника, вереск, пихта, липа) и светолюбивые (ромашка, подсолнечник, календула, алоэ, береза).

В ландшафтном дизайне очень важно грамотно сочетать цветущие и декоративные растения, для этого необходимо знать некоторые другие их классификации, а также наиболее выгодные для них позиции. Например, по высоте все растения подразделяются на низкорослые и высокие. К низкорослым относят все виды плющей, виноград, розы, сирень, смородину, кизил, самшит, пузыреплодник чаще всего они используются для обозначения границ участка, зонирования территорий, создания живых изгородей. К высоким растениям относят деревья. Чаще всего при их выборе предпочтение отдается плодовым культурам таким как яблони, вишни, абрикосы, груши, так как они не только облагораживают территории, но и приносят урожай, тем не менее также пользуются спросом ели, сосны и пихты – они сохраняют свой внешний вид в течение всего года, а также туи, кипарисы, можжевельники – менее массивные растения для небольших участков.

По времени произрастания растения делят на однолетники и многолетники. К однолетникам относят львиный зев, некоторые сорта тыквы, душистый горошек, ярко-красная фасоль – эти растения не только приносят пользу в виде урожая, но позволяют создавать оригинальные вертикальные клумбы. Эти растения позволяют ежегодно обновлять дизайн участков. Многолетние же культуры не требуют постоянного обновления и произрастают практически самостоятельно. К ним относят аквилегии, колокольчики, примулы, астильбы, флоксы. Цветущие растения позволяют не только создать приятную глазу гармоничную цветовую гамму, но и наполнить воздух различными ароматами.

Существуют также водные виды растений, используемые для озеленения искусственных или природных водоемов. К ним относят кувшинки, апоногетон, кубышки, болотноцветник, рогульник, водокрас, телорез, камыш, рогоз, осоку. Такие растения служат не только для украшения, но и защищают водоемы от перегрева. Водные виды растений также подразделяются на плавающие, которые могут свободно передвигаться по водной глади, глубоководные с длинными стеблями, позволяющими бутонам всегда находиться на поверхности, культуры-оксигенаторы – находятся под водой, и лишь их части видны на поверхности.

Для создания газонов используют такие растения как мятлик луговой, райграс, овсяницы (овечья, красная), бекмания, собачья полевица. Такие травы достаточно долго развиваются, имеют интересную текстуру и не слишком требовательны в уходе.

Озеленение городов играет очень важную роль в жизни каждого человека. Растения в оформлении ландшафта – важный компонент, который отвечает за красоту не только отдельного участка, но и всего города. Цветочные и декоративные культуры можно использовать только или комбинировать в сложные садовые и парковые группы [3]. Своевременная планировка участка с учетом всех особенностей различных растений облегчит уход за ними и упростит поддержание ландшафтной композиции в порядке. При украшении территории обязательно учитывают сочетаемость видов растений.

### Список литературы

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ландшафтный\\_дизайн](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ландшафтный_дизайн)
2. Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учебное пособие / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – С. 178-183.
3. <https://m-strana.ru/design/rasteniya-dlya-landshaftnogo-dizayna-vidy-osobennosti-posadki-i-ukhoda/>

## ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ. ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА ПРИРОДНОЙ ПЫЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВОДНЫХ РАСЧЕТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФОНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ

А.С. Гаспарян

4 Государственный центральный межвидовой полигон,  
г. Знаменск

*Аннотация.* Определено, что степь Волгоградской области является источником образования мелкодисперсной природной пыли. Рассмотрена необходимость учета природной пыли при проведении сводных расчетов по определению фоновых концентраций, не используя установленные ориентировочные значения.

Фоновые концентрации загрязняющих веществ – специальное понятие, предназначенное для использования в целях нормирования выбросов. Значения фоновой концентрации можно определить расчетным или экспериментальным путем при проектировании, застройке и реконструкции, размещении объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих вредное воздействие на качество атмосферного воздуха городских и иных поселений [1, 2].

В связи с отсутствием регулярных наблюдений (постов) во многих городах России отсутствуют данные по фоновым концентрациям. Поэтому по основным загрязнителям руководящими документами установлены ориентировочные значения фоновых концентраций [1, 3].

Таковыми загрязнителями являются взвешенные вещества (пыль), включенные «Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния» в число загрязняющих веществ, а также взвешенные частицы PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>, включенные Всемирной организацией здравоохранения в рекомендации по качеству воздуха. Санитарными правилами и нормами СанПиН 1.2.3685-21 установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) данных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [4].

Пыль образуется от различных видов источников как природного, так и техногенного характера. Изучению пыли техногенного происхождения посвящено достаточно большое количество работ. Значение роли природной пыли, особенно от локальных источников, научным сообществом недооценено. Проведенными исследованиями и научными работами по всему миру определено, что доля пыли природного происхождения играет существенную роль в загрязнении атмосферного воздуха в глобальном масштабе. На долю PM<sub>2,5</sub> природного происхождения в среднем приходится 18 %, а на долю природных PM<sub>10</sub> приходится 22 % [5].

К основным источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся: пылевые почвенные эрозии, извержения вулканов, биологические процессы, лесные и степные пожары, испарения солей с поверхности морей и океанов, а также космическая пыль [6].

Какого бы происхождения пыль не была, она оказывает неблагоприятные последствия на здоровье человека, вызывая респираторные заболевания, сердечно-сосудистые заболевания, сердечно-легочные заболевания, и реже конъюнктивит, менингит, дерматологические нарушения, кожную аллергию и обостренный кашель. Особенно чувствительны к влиянию мелкодисперсных частиц люди с хроническими нарушениями в легких, с сердечно-сосудистыми заболеваниями, с астмой, частыми простудными заболеваниями, пожилые и дети.

Изучению образования и распространения аэрозолей природного происхождения посвящены работы таких авторов из России и других стран мира, как Голохваст К.С., Ревич Б.А., Кулик К.Н., Чхетиани О.Г., Tegen I., Schepanski K., Prospero J.M., Mahowald N., Querol X., Ginoux P. В России на протяжении 30 лет изучением аэрозолей и моделированием процессов их переноса и трансформации занимается рабочая группа «Аэрозоли Сибири». Некоторые их работы посвящены изучению природных аэрозолей, например, моделированию процессов переноса аэрозолей с аридных (опустыненных) территорий [7].

Для определения загрязнения атмосферного воздуха разрабатываются специализированные программы. В России самой популярной является унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы «Эколог» фирмы «Интеграл», основанная на положениях ММР-17. Данные методы рассчитывают

выбросы вредных веществ в атмосферный воздух только от промышленных предприятий, не учитывая вклад природной пыли [8].

Зарубежные программные продукты основаны на использовании общедоступных баз данных (Airbase, EMEP, EUSAAR), метеорологической продукции (NCEP/NCAR, EUMETSAT), аэрозольных карт (BSC-DREAM, NAAPSNRL, SKIRON), спутниковых изображений (SeaWiFS, MODIS) и моделей использующих обратные траектории воздушных масс (HYSPLIT).

Рассмотрим на примере степной зоны Волгоградской области климатические факторы, способствующие образованию мелкодисперсной природной пыли, а также дисперсный состав частиц, полученных из проб, отобранных в данной местности.

Волгоградская область отличается высоким разнообразием экосистем и ландшафтов, которые входят в состав степной и полупустынной природных зон. Климат засушливый, с резко выраженной континентальностью. Характерны малоснежные зимы и жаркое сухое лето. Снежный покров сохраняется от 90 до 110 дней. Восточная часть региона находится в зоне полупустынь, приближаясь к настоящим пустыням. На юго-востоке в пределах плато Ергеней и Прикаспийской низменности сформировались ландшафты северных и южных полупустынь. Южная часть и Заволжские районы входят в очень теплую и умеренно сухую сухостепную и полупустынную зоны с коэффициентом увлажнения 0,6-0,4. Южные и Заволжские районы (Палласовский район) относятся к Прикаспийской провинции светло-каштановых и бурых почв полупустыни. Легкие по механическому составу почвогрунты создают на территории области очаговые зоны повышенной интенсивности пылеобразования [9, 10, 11].

При воздействии ветра на оголенную степную поверхность происходит выброс и распространение природной пыли. Наиболее распространенными направлениями ветра для степной зоны Волгоградской области, по данным сайта gr5 [12], в период с 2018 по 2021 год (с апреля по октябрь) являются ветры восточного и северо-восточного направлений. Особенно ярко выражены эти направления в ночное время. Рассмотрение скорости и направления ветра как случайной величины позволяет определить вероятность «негативных» направлений ветра. При ветре северо-восточного и восточного направлений природная пыль переносится со степной зоны в г. Волжский и г. Волгоград, где, вливаясь и смешиваясь с выбросами предприятий и транспорта способствует повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха, представляя тем самым определенную угрозу для жизни и здоровья населения.

Проведенные ранее исследования показали, что проверка повторяемости скоростей ветра лучше всего описывается законом Вейбулла [13]. Проверка повторяемости скоростей ветра с 2018 по 2021 год (с апреля по октябрь), показала, что в отдельности практически все направления подчиняются закону Вейбулла, однако при расчете четырехлетних значений закономерности не выявлено.

Результаты дисперсного анализа пыли, отобранной от оз. Эльтон до Волго-

Ахтубинской поймы, показали, что в районе Эльтонской степи доля мелкодисперсной природной пыли составляет от 28 до 98 %. Установлено, что чем дальше от степной зоны к Волго-Ахтубинской пойме, тем меньше доля мелкодисперсных частиц в пробе. Были получены интегральные функции распределения масс частиц по эквивалентным диаметрам. Все интегральные функции подчиняются усеченному логарифмически нормальному закону, а для частиц меньше 10 мкм закон – логарифмически нормальный [14, 15].

Таким образом, климатические условия и почвенный состав степной зоны Палласовского района Волгоградской области способствуют интенсивному пылеобразованию и переносу природной пыли в направлении г. Волжский и г. Волгоград. В связи с этим в Волгоградской области для каждого объекта проектирования, строительства и реконструкции, а также при расчете фонового уровня загрязнения на границах санитарно-защитных зон, в жилых районах, при расчете предельно допустимых выбросов, в городах и населенных пунктах, с числом жителей менее 250 тысяч, граничащих со степной зоной, при направлении ветра со степи в город, фоновые концентрации необходимо определять при проведении сводных расчетов, а не используя ориентировочные значения, указанные в руководящих документах. Установленные ориентировочные значения фоновых концентраций взвешенных веществ (пыли) не учитывают близость населенных пунктов к засушливым территориям, климатические условия местности, состав почвы, характерные для данного региона.

### Список литературы

1. *Временные рекомендации «Фоновые концентрации вредных (загрязняющих) веществ для городских и сельских поселений, где отсутствуют регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на период 2019-2023 гг.» от 15 августа 2018 г.*
2. *Федеральный закон РФ от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 27.12.2009). Об охране атмосферного воздуха: принят ГД ФС РФ 02.04. 1999.*
3. *РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 694 с.*
4. *СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.*
5. *Karagulian F. Contribution (contributions) of the cities of the environment of firm particles (PM): the systematic review of local sources of contributions at the global level / F. Karagulian, C.A. Balys, C.F. Dora, A. Prüss-Ustün, S. Bonjour, H. Adair-Rohani, M. Amann / Atmospheric environment, 2015. – V. 120. – Pp. 475-483.*
6. *Голохваст К.С. Атмосферные взвеси и экология человека / К.С. Голохваст, П.Ф. Куку, Н.К. Христофорова // Экология человека, 2012. – №10. – С. 5-10.*
7. *<http://symp.iao.ru/ru/sa>.*
8. *Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе от 6 июня 2017 года №273: приказ М-ва природных ресурсов и экологии Российской Федерации.*

9. Протопопов В.М. Изменение климата в сухостепной зоне Волгоградской области в эпоху глобального потепления / В.М. Протопопов // Фермер. Поволжье, 2019. – №7 (84). – С. 76-79.

10. Шумова Н.А. Количественные показатели климата в приложении к оценке гидротермических условий в республике Калмыкия / Н.А. Шумова // Аридные экосистемы, 2021. – №4 (89). – С. 13-24.

11. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2021 году» / под ред. Е.П. Православновой. – Волгоград: «ТЕМПORA», 2022. – 300 с.

12. <http://rp5.ru>

13. Азаров В.Н. Основы балансового метода оценки поступления вредных веществ в район крупного города в рамках концепции биосферной совместимости / В.Н. Азаров, Т.В. Донцова, Д.С. Хегай // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2015. – №4. – С. 10-19.

14. Азаров В.Н. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) / В.Н. Азаров, В.Ю. Юркьян, Н.М. Сергина, А.В. Ковалева // Законодательная и прикладная метрология, 2004. – №1. – С. 46-48.

15. Гаспарян А.С. Анализ характеристик пыли природного происхождения степной зоны Волгоградской области / А.С. Гаспарян, В.Н. Азаров, И.С. Кленин, М.Д. Азарова // Инженерный вестник Дона, 2022. – №9. URL:<http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2022/7892>.

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ВЫБОРА КАЛОРИЙНОСТИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЕСА: ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ**

О.В. Иванчихина

АНО ВО «Балтийский политехнический институт»,  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В представленной работе рассмотрены ключевые ошибки в выборе калорийности для снижения веса. Установлена взаимосвязь между низкой калорийностью рациона и отсутствием результатов у людей, снижающих вес. Предложена авторская методика снижения веса.

Известно, что подсчет калорий является эффективным механизмом поддержания сбалансированного питания и здорового образа жизни. В современной литературе представлено множество методик составления рациона питания, основанного на расчете калорийности [1-4]. К базовым ошибкам рекомендуемых в настоящее время диет без подсчета калорий относится потребление полезной, по мнению людей, пытающихся сбросить вес, пищи, не ограничивая себя в потребляемом количестве. «Полезность» продуктов питания не идентична их низкокалорийности. Другой аспект незнания своей нормы калорийности – это ее сильный дефицит. Не подсчитывая калории, можно получить такой дефицит, который будет вреден для базового метаболизма организма.

Таким образом, «правильность» питания, прежде всего, подразумевает его сбалансированность, выражающуюся не только в калорийности порции, но и в содержании белков, жиров и углеводов.

Начальный этап снижения веса включает несколько этапов. Первый этап – оценка текущего питания с помощью таблиц калорийности, учет количества суточного потребления жидкости и суточного количества затрачиваемой в ходе физической активности энергии. Данный этап не представляет каких-либо трудностей, поскольку в настоящее время разработано очень много удобных программ и приложений [5-8]; есть специалисты соответствующего профиля.

На втором этапе необходим замер состава тела на биоимпедансометре для оценки базового метаболизма, то есть минимального уровня калорийности, ниже которого возникает излишний дефицит ккал. Процесс составления рациона должен быть основан на минимальном количестве энергии для осуществления жизнедеятельности организма и выше, с корректировкой энергии от физической нагрузки.

*Базовый обмен веществ (БОВ, уровень метаболизма)* – это количество калорий, которое человеческий организм сжигает в состоянии покоя, то есть энергия, затрачиваемая для обеспечения всех жизненных процессов (дыхания, кровообращения и т.д.). Базовый обмен веществ, как правило, выражается в калорийности, необходимой организму для осуществления жизнедеятельности. Уровень рациона не должен быть ниже этой цифры по калорийности [9].

Приведем конкретный пример. Женщина (возраст 38 лет, рост 160 см, вес 60 кг) имеет расчетный БОВ 1200 ккал. Это значит, что необходимо использовать рационы выше 1200 ккал, а верхняя граница должна определяться количеством физической активности. Например, ежедневно она затрачивает 300 ккал. Значит, рацион для снижения веса должен находиться в диапазоне 1200-1500 ккал. При рационе ниже 1200 ккал будет наблюдаться вялость, слабость, усталость вследствие дефицита калорийности. К сожалению, большинство диет, предлагаемых в интернете с сильно заниженной калорийностью.

На третьем этапе, после определения диапазона калорийности, необходимо обеспечить сбалансированность рациона, то есть определить распределение белков жиров и углеводов.

По многолетнему опыту автора исследования [10], оптимальное соотношение БЖУ (белков, жиров, углеводов) составляет 30:30:40. Такое соотношение обеспечивает достаточную сытость в течение всего дня и позволяет соблюдать режим без дополнительных перекусов.

Для похудения, как полагают специалисты фитнеса и диетологи, используется немного скорректированная пропорция в процентах:

*30% - 30% - 40% (БЖУ, соответственно)*

Расчет нормы БЖУ выполняется как с помощью специальных калькуляторов, так и вручную.

При этом важно рассчитать индивидуальный коридор БЖУ для похудения, что позволит сформировать режим ежедневного равномерного поступления необходимых компонентов и ускорить обмен веществ.

Формула расчета БЖУ для похудения выглядит следующим образом:

*Суточный калораж × процент вещества ÷ среднее значение для 1 грамма.*

Средние значения для 1 г белка или углеводов – 4,2 ккал, жира – 9,3 ккал.

*Пример.* Возьмем среднее значение 1500 ккал. В этом случае расчет БЖУ выглядит следующим образом: белки:  $1500 \text{ ккал} \times 30\% \div 4,2 \text{ ккал/г} = 107 \text{ г}$ ; жиры:  $1500 \text{ ккал} \times 30\% \div 9,3 \text{ ккал/г} = 48 \text{ г}$ ; углеводы:  $1500 \text{ ккал} \times 40\% \div 4,2 \text{ ккал/г} = 143 \text{ г}$ .

Важно не только знать количество потребляемых веществ, но и в каких продуктах они содержатся. Дневное количество калорий можно набрать, например, двумя перекусами в точке быстрого питания, а можно распределить на 4-5 полноценных приемов пищи.

Снижение веса без ущерба для здоровья возможно только при соблюдении баланса белков, жиров и углеводов в сочетании с физической активностью. При этом в режим питания должны быть интегрированы приемы пищи в достаточном объеме. Водно-солевой баланс также очень важен в этом процессе. Рассчитать его можно, используя формулу идеального веса Devine [11] и умножить полученный результат на 30 мл воды. Затем следует разделить полученный объем на количество приемов пищи и определить таким образом количество жидкости, которое необходимо выпить перед приемом пищи. Количество приемов пищи определяется временем от подъема до отбоя. Интервалы между приемами пищи должны составлять 3-4 ч.

Ниже приведена методика, разработанная автором представленной работы, учитывающая физиологические процессы организма и основанная на анализе литературных данных, на личной практике и личном опыте.

**Подъем** → \*Вода 400 мл\* → **\*Завтрак\*** (в первый час после пробуждения): белковая часть ~ 100-150 г; углеводная часть ~ 100 г; жировая часть ~ 20 г; напиток ~ 150 мл (если это кофе или крепкий чай к объёму воды + 150 мл воды).

**\*Интервал 3-4 ч\*** (через 1,5 ч можно начать пить воду не более 170 мл, остальную выпить перед следующим приемом пищи) → \*Вода 400 мл\* → **\*Обед\***: белковая часть ~ 100-150 г; углеводная часть (тёмная крупа ~ 80 г, салат ~ 120 г); жировая часть ~ 10 г.

**\*Интервал 3-4 часа\*** (через 1,5 часа можно начать пить воду не более 170 мл, остальную выпить перед следующим приемом пищи) → \*Вода 400 мл\* → **\*Полдник\***: белковая часть ~ 100-50 г; углеводная часть ~ 100 г; жировая часть ~ 20 г. Напиток ~ 150 мл (если это кофе или крепкий чай к объёму воды + 150 мл воды).

**\*Интервал 3-4 часа\*** (через 1,5 ч можно начать пить воду не более 170 мл, остальную выпить перед следующим приемом пищи) → \*Вода 400 мл\* → **\*Ужин\*** (за 2 ч до сна): белковая часть ~ 100 -150 г; углеводная часть (тёмная крупа ~ 80 г, салат ~ 120 г); жировая часть ~ 10 г. **\*На ночь\***: клетчатка 250 мл.

Полученные более, чем за 10 лет положительные результаты предложенной методики питания для снижения веса свидетельствуют о необходимости ее дальнейшего развития и совершенствования.

## Список литературы

1. <https://xn----8sbehgcimb3cfabqj3b.xn--p1ai/healthy-nutrition/news/kak-pravilno-zaryazhat-organizm-schitaem-kalorii/>
2. <https://www.calc.ru/Formula-Mifflinasan-Zheora.html>
3. <https://www.calc.ru/Formula-Kharrisabenedikta.html>
4. Кузнецова А.А. Информационная система «Электронная карта здоровья» / А.А. Кузнецова, С.Н. Широбокова // Сборник статей всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «В мире компьютерных технологий», г. Севастополь, 6-10 апреля 2020 г. С.206-212.
5. <https://nplanner.ru>
6. <https://www.yazio.com>
7. <https://www.myfitnesspal.com>
8. <https://www.fatsecret.ru>
9. Васюкова О.В. Энергетический обмен человека: как мы можем персонафицировать терапию ожирения / О.В. Васюкова, П.Л. Огороков, Ю.В. Касьянова, О.Б. Безлепкина // Проблемы эндокринологии. – 2021. – №5. – С. 4-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskiy-obmen-cheloveka-kak-my-mozhem-personifitsirovat-terapiyu-ozhireniya> (дата обращения: 27.12.2022).
10. <https://www.youtube.com/channel/UCeiCJMhNjnJzbl1ugUOpQGA>
11. <https://medicalc.pro/devine>

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕУПОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА МИКРОКЛИМАТ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

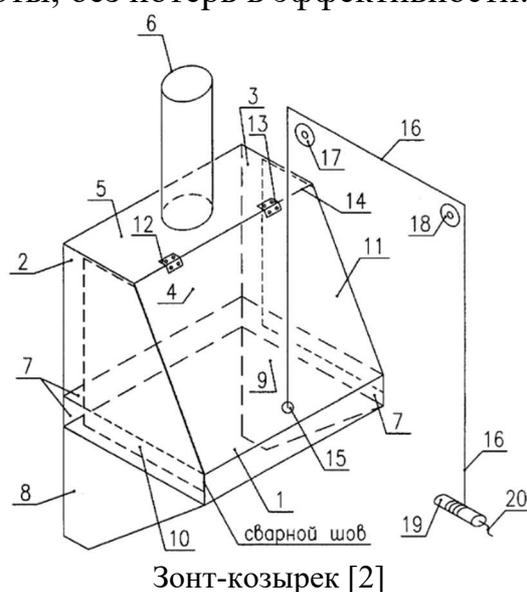
А.Е. Коряков, А.А. Шишкина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье анализируется технологический процесс изготовления огнеупорных изделий, в частности приводится описание одного из этапов получения таких деталей в огнеупорном цехе. Исследуется воздействие вредных факторов на здоровье человека при получении огнеупоров. Приводится новый способ удаления вредных веществ и устройство для его осуществления. Делаются выводы о необходимости улучшения способов очистки воздуха в рабочей зоне, а также совершенствование технологических процессов.

Огнеупорные изделия является неотъемлемой частью многих производственных процессов, поэтому актуальность их изготовления поддерживается и в настоящее время. Огнеупоры производятся на специализированных предприятиях, технологический процесс подразумевает обжиг в туннельных печах под высокой температурой. Влияние высокой температуры на работника вызывает нарушение теплового баланса и приводит к перегреву. Перегрев влияет на человека и вызывает утомление, снижение работоспособности, головокружение, обмороки. Высокую температуру, которая создается при обжиге заготовок и других операциях, необходимо контролировать в рабочей зоне по СанПиН 1.2.3685-21 [1].

Также опасны и загрязняющие вещества, выделяющиеся при топке туннельных печей, работающих при сжигании топлива (природного газа). В процессе выделяются такие загрязняющие вещества как оксид азота, диоксид азота, оксид углерода, бензапирен, пыль неорганическая. Большие концентрации оксидов вызывает удушье, мелкодисперсная пыль в больших количествах оседает в легких человека и вызывает различное действие на организм человека.

Для уменьшения воздействий вредных факторов на работника необходимо установить местный отсос в виде зонта-козырька (рисунок), который будет удалять загрязняющие вещества и забирать часть тепла, выделяющегося от печей. Например, возможно использование зонта-козырька по патенту [2], который выполняет назначенную функцию. При этом он предполагает расширение технических возможностей за счет увеличения параметров регулирования его высоты, без потерь в эффективности.



Новое изобретение предполагает, что под воздействием механического усилия приподнимается передняя плоскость, в большинстве случаев она является наклонной. В результате чего искусственно создаются новые поверхности, тем самым увеличивается объем зонта-козырька и происходит увеличение всасываемой способности вредных веществ.

Таким образом, возможно применение новых технологических решений для улучшения условий труда на рабочем месте человека и экологичности производства в целом. Стоит учесть, что такой эффект может достигаться не только новейшими изобретениями в области забора и фильтрации вредных веществ, но и за счет улучшения технологичности производства. Поэтому необходимо как модернизировать очистку и устройства всасывания, так и изначально снижать количество выделяемых вредных веществ путем совершенствования технологических процессов.

### Список литературы

1. СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». С.1142.

2. Патент на полезную модель № 207572 U1 Российская Федерация, МПК F24F 7/06, F27D 17/00. Зонт-козырек : № 2021111072 : заявл. 19.04.2021 : опубл. 02.11.2021 / Б.П. Новосельцев, Д.В. Лобанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет».

## ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

И.А. Одинцова, Е.М. Рылеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье анализируются особенности охраны труда в образовательных учреждениях. Приводятся новые решения воздействия на учащихся в процессе обучения. Делаются выводы о необходимости улучшения существующей системы.

Охрана труда в образовательном учреждении включает ряд мер и мероприятий, направленных на создание в организации безопасных условий для сотрудников и учащихся. Чем отличаются требования по охране труда в образовательной организации от производственной деятельности?

Для образовательного учреждения организация системы по ОТ регулируется ТК РФ, Федеральным законом «Об образовании», нормативными актами ведомственных, региональных, местных органов управления.

Руководство и общая ответственность по ОТ возлагаются на руководителя образовательного учреждения. Он назначает лиц, ответственных за непосредственную организацию ОТ. Это может быть руководитель службы охраны труда, специалист по охране труда, начальники подразделений (факультетов, кафедр и т.п.) или иные должностные лица учреждения.

Основное отличие охраны труда для образовательного учреждения от других сфер экономической деятельности состоит в ответственности педагогических работников за безопасность учеников во время занятий и после них на территории образовательной организации.

Согласно пункту 10 части 1 ст. 48 Закона об образовании педагогические работники обязаны проходить в установленном законодательством Российской Федерации порядке обучение и проверку знаний, навыков в области ОТ. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний работников утвержден постановлением Минтруда России и Минобрнауки России от 13.01.2003 N 1/29 [1].

Обучению по охране труда и проверке знаний подлежат все работники организации, включая ее руководителя. Педагогические работники образовательных учреждений начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального, послевузовского профессионального образования и дополнительного профессионального образования – преподаватели дисциплин «охрана труда», «безопасность жизнедеятельности», «безопасность технологических процессов

и производств», а также организаторы и руководители производственной практики обучающихся должны проходить обучение по охране труда в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти или органов исполнительной власти субъектов РФ в области ОТ.

Педагогические работники обязаны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры, а также внеочередные медицинские осмотры по направлению [2].

Инструктажи по ОТ для учащихся образовательного учреждения проводятся при выездных и внеплановых мероприятиях. Дополнительно они проводятся преподавателями перед проведением занятий, предполагающих риски для здоровья учащихся (например, эксперименты по физике, химии и т.п., спортивные упражнения, использование компьютерных или производственных помещений).

Организация охраны труда в учреждениях, оказывающих образовательные услуги, имеет определенные особенности:

- полная ответственность преподавательского состава учреждения за учащихся и воспитанников в процессе постоянного взаимодействия учеников и учителей;
- обеспечение всех норм охраны труда работников;
- применение особых, специфических методов для контроля некоторых процессов – производственных кружков, компьютерных классов, трудовых мастерских, спортивных залов и площадок;
- повышенное внимание и контроль соблюдения электро- и пожаробезопасности, санитарно-гигиенических норм ответственными органами.

### Список литературы

1. Постановление Минтруда России и Минобразования России от 13.01.2003 N 1/29.
2. Закон об образовании пункт 9 часть 1 ст. 48

## МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РЕКУЛЬТИВИРОВАННОГО ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Е.И. Вакунин, А.Е. Коряков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрены результаты мониторинговых исследований загрязнения атмосферы от источников выделения загрязняющих веществ газоотводящих труб дегазационной системы рекультивированного пространства бывшей несанкционированной свалки твердых бытовых отходов.

В данной работе рассматривается рекультивированный в 2015-16 годах полигон на территории Ленинского района Тульской области, в 500 м к северо-западу от д. Судаково [1].

Рекультивированное пространство любой свалки коммунальных отходов является источником негативного воздействия на подземные и поверхностные воды, почвенный покров, атмосферный воздух. В результате процесса разложения в массе складированных ТБО выделяются летучие вещества, загрязняющие атмосферный воздух и являющиеся причиной неприятных запахов, распространяющихся на большие расстояния. Содержание отдельных компонентов и их количественные параметры, определяются составом отходов, климатическими факторами, степенью развития биохимических процессов, преобладающим характером процесса разложения (аэробный или анаэробный).

На площади свалки ТКО геолого-экологическими исследованиями при разработке проектной документации на рекультивацию [2] установлено образование биогаза (свалочного газа).

Поступление биогаза с поверхности полигона в атмосферный воздух может происходить равномерно, без заметных колебаний его количественных и качественных характеристик.

В соответствии с программой исследований на территории рекультивированного полигона, а также на территориях, прилегающих к ней в 2017-2020 гг. проводились мониторинговые исследования качества показателей атмосферного воздуха, а также качественного состава биогаза, выделяемого дегазационными системами из сформированного, в процессе рекультивационных работ, свалочного тела [3, 4, 5, 6, 7].

На рис. 1 приведена схема расположения замерных постов для определения качества атмосферного воздуха на свалочном теле (ЗП №1-5) и на территории прилегающей непосредственно к рекультивированному полигону (ЗП №6, ЗП №7).

Анализируемая территория – муниципальные земли, для которых не установлены нормативные требования по качеству атмосферного воздуха, однако, с целью оценки и сравнения степени опасности вносимых в атмосферу полигона техногенных загрязнений свалочными процессами, используется показатель – ПДК загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>.

Дегазационные трубы, установленные на свалочном теле рекультивированного полигона использовались для осуществления отбора проб воздуха с целью определения качественного состава биогаза, выделяемого в процессе распада органической составляющей твердых отходов из свалочного пространства полигона.

В табл. 1 приведены данные производимых в 2017-2020 гг. замеров концентраций ЗВ на замерных постах №2 и №3 – на срезах дегазационных труб №№ 6, 10.

Выбор вышеуказанных дегазационных труб обусловлен наличием характерных признаков выделений из труб в виде запахов и высоких концентраций метана и углекислого газа.

Анализ результатов измерений концентраций ЗВ на выходах из дегазационных труб позволяет утверждать, что значимые концентрации ЗВ выявлены для следующих веществ – углерода оксид, метилмеркаптан, сероводород.

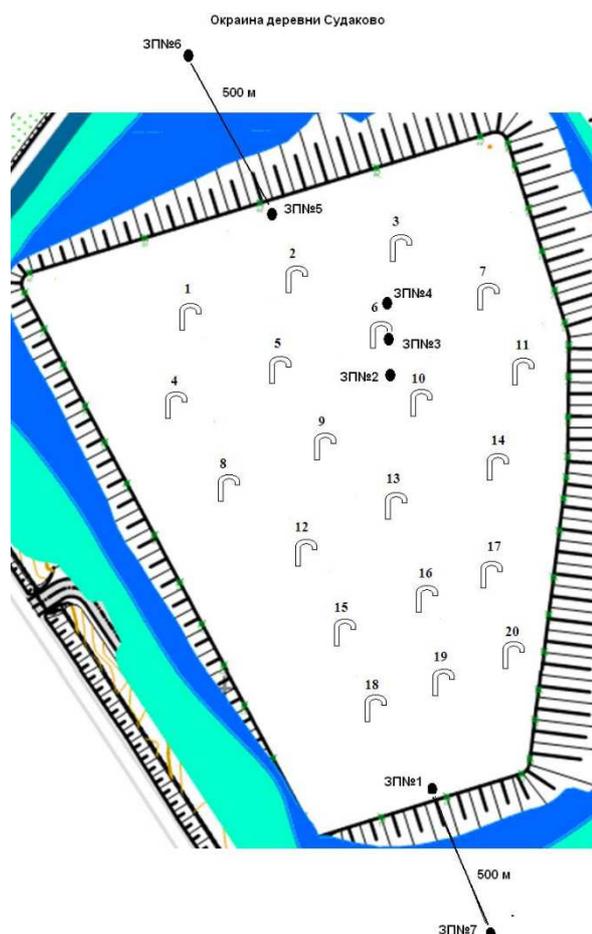


Рис. 1. Схема расположения дегазационных труб и замерных постов 1-20- дегазационные трубы на свалочном теле рекультивированного полигона

С целью определения вклада рекультивированного полигона в качество атмосферного воздуха, были произведены замеры ЗВ на замерных постах по ходу движения воздушных масс до и после пространства полигона в направлении - замерный пост №6 на границе жилой застройки у д. Судаково, замерный пост №1- северная граница рекультивированного полигона [8]. Отбор проб воздуха на замерных постах осуществлялся с учетом направления движения воздушных масс на момент производства исследований.

Таблица 1

Сравнительные характеристики показателей качества выбрасываемого воздуха из дегазационных труб за период 2017-2020 гг.

№ п/п	Определяемая характеристика, единицы измерения	Объект анализа, место отбора проб Срез дегазационной трубы №6					
		Дата обследования 28.11.2017	Дата обследования 19.06.2018	Дата обследования 12.11.2018	Дата обследования 11.10.2019	Дата обследования 19.11.2019	Дата обследования 19.10.2020
1	Углерода оксид, мг/м <sup>3</sup>	<5.8 *	<5.8 *	<5.8 *	<5.8 *	<0.6 *	0.95
2	Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	<1.9 следы*	<1.9 *	<1.9 *	<1.9 *	<0.2 *	<0.02
3	Сероводород, мг/м <sup>3</sup>	<50*	<50*	<4.3*	<4.7*	<b>0.013</b>	<b>0.007</b>
4	Аммиак, мг/м <sup>3</sup>	<0.2*	<b>0.21</b>	<b>0.28</b>	<0.05*	<0.02	<0.02*

Продолжение таблицы							
5	Метилмеркапт ан, мг/м <sup>3</sup>	<b>1.5</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<0.25*	<b>0.012</b>	<b>0.521</b>
№ п/п	Определяемая характеристик а, единицы измерения	Объект анализа, место отбора проб Срез дегазационной трубы №10					
		Дата обследова- ния 28.11.2017	Дата обследова- ния 19.06.2018	Дата обследова- ния 12.11.2018	Дата обследова- ния 11.10.2019	Дата обследова- ния 19.11.2019	Дата обследова- ния 19.10.2020
1	Углерода оксид, мг/м <sup>3</sup>	<5.8*	<5.8 *		<5.8 *	<5.8 *	0.65
2	Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	<1.9 следы*	<1.9 *		<1.9 *	<1.9 *	<0.02
3	Сероводород, мг/м <sup>3</sup>	<50*	<50*		<4.7*	<4.7*	<b>0.013</b>
4	Аммиак, мг/м <sup>3</sup>	<0.2*	0.4		<0.05*	<0.05*	<0.02*
5	Метилмеркапт ан, мг/м <sup>3</sup>	<b>0.8</b>	0.5		<0.25*	<0.25*	<b>0.391</b>

Результаты измерений приведены в табл. 2 - 3.

Таблица 2

Приращение концентраций по направлению движений воздушных масс по территории полигона по замерам от 05.10.20, (пост №1 - пост №5)

Определяемая характеристика, единицы измерения	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>  Возд. нас. мест	Объект анализа, место отбора проб <i>Рекультивированный полигон</i>		
		замерный пост №5 (наветренная)	замерный пост №1 (подветренная)	Приращение концентраций
Углерода оксид, мг/м <sup>3</sup>	5,0	0.88	1.07	<b>+0.19</b>
Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	0,2	<0.02*	<0.02*	-
Сероводород, мг/м <sup>3</sup>	0,008	<b>0.016</b>	<b>0.02</b>	<b>+0,004</b>
Аммиак, мг/м <sup>3</sup>	0,2	<0.02*	<0.02*	-
Метилмеркаптан, мг/м <sup>3</sup>	0,0068	<b>0.035</b>	<b>0.125</b>	<b>+0,09</b>
Формальдегид, мг/м <sup>3</sup>	0,05	<0.0025*	<0.0025*	-
Углеводороды, мг/м <sup>3</sup>	1,5	<30	<30	-
Диоксид серы, мг/м <sup>3</sup>	0,5	0.111	0.103	-
Метан	50	<25	<25	-

Таблица 3

Приращение концентраций по ходу движения воздушных масс по направлению – граница д. Судаково – северная граница полигона (подветренная сторона), по замерам от 05.10.20 г.

Определяемая характеристика, единицы измерения	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>  воздух нас. мест	Объект анализа, место отбора проб <i>Рекультивированный полигон</i>			
		замерный пост №6 на границе жилой застройки, д. Судаково	замерный пост №5 (наветренная)	замерный пост №1 (подветренная)	Приращение концентраций
Углерода оксид, мг/м <sup>3</sup>	5,0	0.66	0.88	1.07	<b>+0.19</b>
Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	0,2	<0.02*	<0.02*	<0.02*	-
Сероводород, мг/м <sup>3</sup>	0,008	<b>0.012</b>	<b>0.016</b>	<b>0.02</b>	<b>+0,008</b>
Аммиак, мг/м <sup>3</sup>	0,2	<0.02*	<0.02*	<0.02*	-
Метилмеркаптан, мг/м <sup>3</sup>	0,0068	<b>0.05</b>	<b>0.035</b>	<b>0.125</b>	<b>+0,075</b>
Формальдегид, мг/м <sup>3</sup>	0,05	<0.0025*	<0.0025*	<0.0025*	-

Продолжение таблицы					
Углеводороды, мг/м <sup>3</sup>	1,5	<30	<30	<30	-
Диоксид серы, мг/м <sup>3</sup>	0,5	0.075	0.111	0.103	<b>+0.028-</b>
Метан	50	22.26	<25	<25	-

Анализ результатов измерений концентраций ЗВ в атмосферном воздухе на территории рекультивированного полигона по замерам от 05.10.2020 позволяет утверждать:

- имеет место приращение концентраций по направлению движений воздушных масс (пост 5 – пост 1) по веществам – углерода оксид, сероводород, метилмеркаптан, диоксид серы;

- выявленные приращения ЗВ веществ могут свидетельствовать о том, что указанные вещества (углерода оксид, сероводород, метилмеркаптан, диоксид серы), с наибольшей вероятностью выделяются дегазационными системами на теле полигона.

Ниже приведены сравнительные характеристики показателей качества атмосферного воздуха на территории рекультивированного полигона за период 2017 - 2020 гг. (замерный пост в центре полигона) (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительные характеристики показателей качества атмосферного воздуха на территории рекультивированного полигона за период 2017-2020 гг. (замерный пост в центре полигона)

№ п/п	Определяемая характеристика, единицы измерения	ПДК мг/м <sup>3</sup> Возд. нас. мест	Объект анализа, место отбора проб <i>Рекультивированный полигон, точка замера, в центре полигона (у трубы №10)</i>					
			Дата обследования 22.11.2017	Дата обследования 21.06.18	Дата обследования 12.11.18	Дата обследования 11.10.2019	Дата обследования 19.11.2019	Дата обследования 19.10.2020
1	Углерода оксид, мг/м <sup>3</sup>	5,0		<0.6*	<0.6	<0.6*	<0.6*	0.65
2	Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	0,2		<0.02*		<0.02*	1.033	<0.02
3	Сероводород, мг/м <sup>3</sup>	0,008	<0.004*	<0.004*	<0.004	<b>0.011</b>	<b>0.02</b>	<b>0.013</b>
4	Аммиак, мг/м <sup>3</sup>	0,2	<0.2*	<b>0.092</b> <b>0.097</b>	<0.02	<0.02*		<0.02*
5	Метилмеркаптан, мг/м <sup>3</sup>	0,0068				<b>0.26</b>	<b>0.005</b>	<b>0.391</b>
6	Формальдегид, мг/м <sup>3</sup>	0,05	<0.25*		<0.01	<0.0025*	<0.0025*	<0.0025*
7	Углеводороды, мг/м <sup>3</sup>	1,5				<b>49.93</b>	<b>93.1</b>	<30
8	Диоксид серы, мг/м <sup>3</sup>	0,5				0.088	0.116	0.105

Анализ результатов мониторинга атмосферного воздуха в приземном слое на территории полигона показывает достаточно хорошую сходимость результатов исследований и подтверждает предположении о постоянном присутствии и возможном выделении из свалочного пространства веществ - углерода оксид, сероводород, метилмеркаптан, диоксид серы.

Результаты замеров концентраций ЗВ в приземном слое на территориях за пределами полигона, в частности на границе территории д. Судаково, примерно

в 500 метрах от границы рекультивированного полигона, свидетельствуют о достаточно высоких, с превышением нормативных значений для воздуха населенных мест, концентраций по веществам - сероводород, метилмеркаптан, диоксид серы, углеводороды, (табл. 3).

Выявленные ЗВ вещества, с наибольшей вероятностью выбрасываются дегазационными системами, установленными на теле полигона. По этим веществам имеет место приращение показателей концентраций по ходу движения воздушного потока (табл. 2, 3).

### **Список литературы**

1. *Проектно-сметная документация на рекультивацию несанкционированной свалки ТБО, расположенной по адресу: г.Тула, западнее д. Судаково, 2015г.*

2. *Несанкционированная свалка отходов производства и потребления, расположенная западнее д. Судаково, Ленинского района Тульской области. 361.14-00-ИЭИ. Инженерно-экологические изыскания.*

3. *Отчет о НИР Анализ негативных воздействий рекультивированного пространства бывшей свалки коммунальных отходов в д. Судаково на прилегающие объекты окружающей среды (заключительный) договор №311701 от 27.10.2017.*

4. *Отчет о НИР Мониторинговые исследования состояния объектов окружающей среды в районе рекультивированной свалки ТКО в д. Судаково на весенний период 2018 г. договор № 311802 от 03.05.2018.*

5 *Отчет о НИР Мониторинговые исследования состояния объектов окружающей среды в районе рекультивированн свалки ТКО в д. Судаково на осенний период 2018 г. договор № 311803 от 10.09.2018.*

6. *Отчет о НИР Анализ негативных воздействий рекультивированного пространства бывшей свалки твердых коммунальных отходов в д. Судаково на прилегающие объекты окружающей среды на летний и осенний периоды (3-4 кв.) 2019г.*

7. *Отчет о НИР Анализ состояния объектов окружающей среды в районе рекультивированной свалки ТКО в д. Судаково на осенний период 2020 г. договор № 2020/093543.*

8. *Вакунин Е.И. Организация мониторинговых исследований атмосферы в районе объекта рекультивированного пространства полигона ТБО / Е.И. Вакунин, А.Ф. Симанкин, А.Е. Коряков // «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» – 14-я Международная Конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2018. – Т1. – С.401-407.*

9. *Вакунин Е.И. Анализ результатов газохимического обследования объекта рекультитвированной свалки / Е.И. Вакунин, А.Ф. Симанкин, А.Е. Коряков, И.Н. Любин // «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» – 14-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2018. – Т1. – С.407-411.*

## ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

А.Е. Коряков, П.А. Шишкина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются основные причины производственного травматизма на рабочих местах. Изучаются факторы, которые приводят к несчастным случаям.

Производственный травматизм встречается в любой производственной сфере. Несчастные случаи на рабочих местах почти неизбежны. Пренебрежение правилами безопасности и недостаток контроля приводит к таким последствиям, как причинение вреда здоровью работника.

Производственная травма – травма на рабочем месте, полученная сотрудником в процессе несчастного случая. Травма считается производственной при исполнении работником трудовых обязанностей или при выполнении указаний руководства.

Производственный травматизм можно классифицировать по нескольким критериям:

- Место получения повреждения;
- Причина несчастного случая;
- Степень тяжести травмы;
- Характер полученных повреждений;
- Количество пострадавших.

Несчастный случай может произойти: на рабочем месте; в перерыве на обед; за пределами производственного объекта при выполнении должностных обязанностей; по дороге домой и обратно; в пределах предприятия, не выполняя должностных обязанностей.

Наиболее существенными причинами травматизма на производстве выступают: нарушение требований безопасности, неудовлетворительная организация производства работ, неудовлетворительное техническое состояние зданий, территорий, недостатки в обучении безопасности труда и в организации рабочих мест, неосторожные действия работников предприятия, отсутствие необходимых средств защиты или неправильная их эксплуатация, нарушение технологического процесса и т.д.

Перечисленные выше причины производственного травматизма можно поделить на 4 основные группы:

- Организационные: низкий уровень обучения сотрудников безопасным приемам работы; несоблюдение техники безопасности; безответственный подход к проведению инструктажей; отсутствие специализированных информационных мест по охране труда и др.;
- Технические: неудовлетворительное состояние рабочего оборудования; наличие открытых подвижных частей производственной техники; отсутствие предохранительных конструкций и др.;

- Санитарно-гигиенические: низкая освещенность, повышенный уровень шума и вибраций, присутствие в воздухе рабочей зоны отравляющих веществ и высокой концентрации пыли и др.;
- Личностные: отсутствие опыта работы; некомпетентность работника; низкое чувство ответственности.

Травмы по степени тяжести делятся на:

- Легкие (ушибы, растяжение мышц, парезы, отравления);
- Тяжелые (ожоги, повреждение внутренних органов, переломы опорно-двигательной системы);
- повлекшие смерть одного человека;
- повлекшие смерть двух и более человек.

В результате несчастного случая на производстве должны выполняться следующие указания:

- Необходимо организовать меры первой помощи потерпевшему и доставить его в медицинское учреждение;
- Принять необходимые меры для предотвращения повторной ситуации;
- Сообщить об инциденте руководителю предприятия, Инспекцию труда, ФСС, прокуратуру;
- В течение трех дней провести расследование аварии;
- Составить акт в процессе оформления материалов расследования.

Каждый работодатель, в целях предотвращения производственного травматизма, обязан обеспечить квалифицированное проведение вводных инструктажей и проверку знаний по вопросам охраны труда. Также необходимо усилить контроль за соблюдением правил внутреннего трудового распорядка, за соблюдением гигиенических норм и правил и создавать оптимальные условия труда на рабочих местах.

### Список литературы

1. Львова Д.В. Производственный травматизм в строительстве / Д.В. Львова // «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №11(27). – 2018. – С. 84-85.
2. Лачкова И.В. Статистика производственного травматизма в РФ / И.В. Лачкова // Научное сообщество студентов: сб. ст. по мат. VII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 4(7). – 2017. – С. 48-49
3. Гилазиева Н.О. Проблемы реализации права на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний / Н.О. Гилазиева // Современные тенденции развития гражданского и гражданского процессуального законодательства и практики его применения. – 2017. – Т. 4. – С. 257-261.
4. Приказ Минздравасоцразвития РФ от 24.02.2005 N 160 «Об определении степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 07.04.2005 N 6478)

# О БЕЗОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.М. Бочарова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Развитие гальванического производства сопровождается повышением производственных мощностей, интенсификацией технологических процессов, использованием более высокопараметрических физических и химических процессов, ростом разнообразия химических реагентов, что усложняет решение проблемы безопасности труда.

В гальванических цехах производится нанесение металла на поверхность различных изделий для предохранения их от коррозии, улучшения внешнего вида или придания их поверхности большей прочности [3].

Метод гальваники:

1. Обрабатываемая деталь тщательно осматривается на предмет имеющихся покрытий и состояния поверхности.

2. Проводятся процедуры обезжиривания, травления и активации поверхности детали.

3. Подбирается состав жидкого электролита, в который будет погружено изделие.

4. В специальную ванну, к которой подсоединено один или два анода, заливается электролит.

5. В нее опускается деталь, подсоединенная к катоду.

6. Запускается электрический ток.

7. Под его воздействием частицы солей металла направляются к отрицательно заряженному изделию.

8. На всей поверхности изделия тонким равномерным слоем оседает металл.

9. После завершения гальванического процесса прекращается подача электрического тока, изделие извлекается, тщательно промывается и сушится, при необходимости дополнительно обрабатывается [2].

Все многообразные опасные и вредные факторы гальванического производства по природе воздействия на человека можно свести в три основные группы: физические (движущиеся части и оборудование, параметры микроклимата, шум, ультразвук, вибрация, пожаро- и взрывобезопасность); химические (вредные токсичные вещества в различном агрегатном состоянии); психофизиологические (физические и нервно-психические нагрузки, рабочая поза, темп и ритм труда). Каждый фактор в зависимости от интенсивности и условий воздействия может быть опасным или вредным, приводящим соответственно к травматизму или профессиональному заболеванию. Состояние условий труда характеризуется величиной отклонения количественных характеристик каждого фактора от нормативных требований.

**Методы и средства обеспечения безопасности работающих в гальваническом цеху**

Повышенная запыленность и загазованность, повышенная или понижен-

ная температура, влажность и подвижность воздуха рабочей зоны производственного помещения оказывают вредное воздействие на организм человека, вызывают снижение его трудоспособности, увеличение травматизма, профессиональных заболеваний. Поэтому необходимы меры, предупреждающие и снижающие поступление в воздух цеха излишней теплоты, вредных паров, газов и пыли.

Гальваника находится в лидерах по производственной вредности, поэтому производству такого типа уделяется повышенное внимание со стороны контрольных служб из сферы охраны труда. Несмотря на постоянное стремление повысить степень автоматизации основных производственных процессов и заменить токсичные растворы менее опасными, степень риска здесь остаётся крайне высокой: рабочие, занятые в гальваническом производстве, часто страдают от таких профессиональных заболеваний, как язва, астма, аллергия и пр.

Основной мерой защиты от опасных производственных факторов выступает использование средств индивидуальной защиты. Помимо спецодежды и спецобуви рабочие обязаны использовать резиновые перчатки и респираторы. Здесь же и беспрекословное соблюдение правил техники безопасности.

#### **Список литературы**

1. Белов С.В. *Охрана окружающей среды: учебник для технических специальных вузов* / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков. - М.: Высшая школа, 1991. - 319с.

2. Виноградов С.С. *Организация гальванического производства* / С.С. Виноградов. – М.: «Глобус», 2005.

3. Шлугер М.А. *Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах* / М.А. Шлугер. – М.: «Машиностроение», 1985.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЗАМЕНЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ КОРСАКОВСКОЙ БАЗЫ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

А.А. Маслова, К.Г. Молчановская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы, связанные с заменой системы пожаротушения при реконструкции Корсаковской базы нефтепродуктов, приведено описание системы автоматического пожаротушения.

Резервуарный парк Корсаковской базы нефтепродуктов (КБН) относится к III категории пожароопасности. Обеспечение пожарной и взрывной безопасности резервуарного парка является важнейшей задачей системы пожаротушения. Реконструкция Корсаковской базы нефтепродуктов выявила проблему обеспечения пожарной и взрывной безопасности, в связи с этим возникла необходимость в обновлении системы пожаротушения.

Необходимость реконструкции данной нефтебазы возникла с увеличением потребности в топливе и горюче-смазочном материале (ГСМ) на нужды промышленных предприятий города Корсакова и объектов промышленного хозяйства Сахалинской области.

Вероятность возникновения чрезвычайных (аварийных) ситуаций в значительной степени зависит от мер по технике безопасности. Следует отметить, что отказы систем наиболее вероятны при нарушении режимов эксплуатации. Таким образом, аварии расцениваются как потенциальные, а не предопределенные сооружением и эксплуатацией объекта.

Несмотря на то, что эксплуатацию объекта КБН осуществляется на уровне самых высоких стандартов и в соответствии с требованиями российской нормативной базы, полностью исключить вероятность возникновения аварийных ситуаций нельзя. К числу таких вероятных аварийных ситуаций относятся: аварийные выбросы в атмосферу горючих газов, разливы, взрывы, пожары. Причинами возникновения аварийных ситуаций могут быть нарушения технологических процессов, ошибки персонала, внешние воздействия, природные факторы риска.

Основными источниками возгорания на нормально работающих резервуарах являются проявления атмосферного электричества, самовозгорание, разряды статического электричества, искры электроустановок и пр.

Из прочих пожаров на работающих резервуарах следует выделить те, которые возникают от различных источников зажигания (автомобилей, огневых нагревателей, магнитных пускателей) при повышенной загазованности территории резервуарных парков.[3]

Лишь небольшое количество пожаров возникает при исключительных обстоятельствах (гроза, землетрясение, ураган и др.).

Для локализации пожара, а также предупреждения развития аварий, в резервуарном парке имеются системы автоматического пожаротушения, предназначены для автоматического обнаружения очага пожара в защищаемых сооружениях (резервуарах с нефтепродуктами), подачи пены в очаг пожара, включения пожарной сигнализации, и стационарные установки охлаждения. Для железнодорожных сливо-наливных эстакад предусмотрены стационарные системы пожаротушения (неавтоматические) и стационарные лафетные стволы для охлаждения сливо-наливных устройств. Пожаротушение всех остальных объектов нефтебазы предусматривается передвижной пожарной техникой [1].

#### **Конструктивные параметры системы подслоного пожаротушения**

Обратный клапан и разрывная предохранительная мембрана расположены внутри каре в колодце около резервуара.

Коренные задвижки с электроприводом расположены на расстоянии 250 мм от стенки резервуара и закреплены на опорах. Соединение пенопроводов и электроприводных задвижек осуществляется через фланцы (с негорючими прокладками). [2]

Напорные узлы располагаются в непосредственной близости от пожарных гидрантов. Дополнительно к существующим гидрантам, запроектированы шесть

пожарных гидрантов по типовому проекту 901-9-17.87. Глубина заложения трубопроводов составляет 2,30 м до низа трубы.

Пенопроводы от напорных узлов до резервуара прокладываются из стальных труб диаметром 219 x 6 мм по ГОСТ 10704-91 подземно.

Глубина заложения горизонтальных пенопроводов составляет 0.60 -1.48 м до низа трубы. Подземные участки трубопроводов прокладываются с уклоном в сторону мокрых колодцев.

На сети растворопровода запроектированы колодцы из сборных железобетонных элементов диаметром 1,5 м по типовым проектным решениям 901-09-11.84 «Колодцы водопроводные».

### **Характеристика веществ и материалов, используемых в системе подслоного пожаротушения**

В качестве пенообразующих веществ используется фторсинтетические пенообразователи: «Универсальный-П» (Россия), «Подслоный» (Россия), РС-206 АР «Легкая вода» (Бельгия, фирма «ЗМ»).

Общие требования к фторсинтетическим пенообразователям:

-концентрат пенообразователя не должен содержать посторонних примесей и включений;

-вязкость концентрата пенообразователя при температуре 20° С, не более 50 106 м<sup>2</sup>/с;

-температура замерзания концентрата пенообразователя минус 18 ± 3° С;

-поверхностное натяжение пенообразующего раствора, не более 19 мН/м;

-по токсичности ФПО должен соответствовать IV классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76\*

Вода на приготовление пенообразующего раствора не должна содержать примесей нефти и нефтепродуктов.

Раствор пенообразователя, пройдя через слой горячей нефти, не поглощает ее. Он образует на ее поверхности изолирующий слой, обеспечивающий быстрое тушение за счет прекращения доступа воздуха и предотвращающий повторное возгорание.

### **Противопожарное оборудование резервуаров**

В состав противопожарного оборудования резервуара входят: система пожаротушения, огневые предохранители.

Система пожаротушения предназначена для тушения пожаров в резервуарном парке и охлаждения резервуаров. [1]

Система пожаротушения состоит из пенопровода, к которому подключаются пеногенераторы, и стационарной системы охлаждения стенок резервуара, которая представляет собой кольцевой трубопровод с перфорацией. Система пожаротушения устанавливается в верхнем поясе резервуара. В целях охлаждения используется вода, тушение пожара производится пеной – либо химической, либо воздушно – механической.

### **Список литературы**

1. Едигаров С.Г. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и газохранилищ / С.Г. Едигаров, С.А. Бобровский. – М.: Недра, 2016. – 180 с.

2. Жданов Р.А. Нефтебазы и газохранилища: учебное пособие / Р.А. Жданов. – Уфа: Изд-во Уфимского нефтяного института, 2017. – 87 с.

3. Иванов Е.Н. Пожарная защита открытых технологических установок / Е.Н. Иванов. – М.: Химия, 2015. – 153 с.

4. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».

5. ГОСТ 12.2.020-76 ССБТ «Взрывозащищенное электрооборудование. Классификация».

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЫЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА**

М.В. Кан, Л.В. Котлеревская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрена проблема пылеобразования на производстве по хранению и переработке зерна. Указаны причины возникновения пожаров и взрывов из-за запыленности воздуха, а также предложены мероприятия по снижению концентрации пыли.

Хранение и переработка зерна сопровождаются выделением производственной пыли, которая образует с воздухом взрыво- и пожароопасную смесь. Пыль, находящаяся в воздухе помещений и внутри оборудования во взвешенном состоянии (аэровзвесь), взрывоопасна, а осевшая на строительные конструкции и оборудование (аэрогель) – пожароопасна. Основные условия возбуждения и дальнейшего распространения взрыва аэровзвеси следующие: наличие в воздухе взрывоопасной пыли; наличие источников тепла, способных воспламенить аэровзвесь; присутствие достаточного количества кислорода, расходуемого на полное сгорание аэровзвеси. Взрывоопасные концентрации могут образовываться в технологическом оборудовании, системах аспирации и пневмотранспорта, силосах и бункерах. При первичном взрыве ударная волна может поднять осевшую в помещении и на оборудовании пыль и вызвать повторные, более мощные взрывы.

Пожарная опасность заключается в наличии взрыво- и пожароопасной концентрации зерновой и мучной пыли в воздухе при работе оборудования, а также в возможности возникновения теплового импульса, достаточного для воспламенения пыли и ее аэровзвеси [1].

В производственных помещениях образование взрывоопасной концентрации пыли происходит в случаях:

- негерметичности производственного оборудования;
- неисправности аспирационной сети;
- оставления открытыми во время работы лючков машин и аппаратов и возможности завалов продукции на пол;
- несвоевременной уборки пыли с оборудования и конструкций.

Наличие источника воспламенения с температурой не менее температуры воспламенения для аэровзвеси может послужить причиной воспламенения и взрыва пылевоздушной смеси. Для большинства промышленных пылей мукомольного производства температура воспламенения аэровзвесей равна 600-800°C. Но опасны и температуры порядка 250-300°C, так как при них возможно самовозгорание пыли, осевшей на конструкциях и оборудовании. Причины образования тепловых источников, приводящих к воспламенению отложившейся пыли или ее аэровзвеси, следующие:

- применение открытого огня во время работы технологического оборудования в производственных помещениях: керосиновых фонарей, факелов для осмотра оборудования, производство ремонтных работ с применением сварки, курение;
- неисправность электропроводки и электроаппаратуры, установка открытой арматуры: патронов, рубильников, штепселей, моторов в пылеопасных производствах, при работе которых могут образоваться искры, что может привести к воспламенению отложившейся на них пыли;
- повреждение или снятие защитных колпаков со светильников, накопление на незащищенных поверхностях электроламп пыли и ее воспламенение.

Взрывоопасность пыли зависит от содержания в ней органической и минеральной составляющих, дисперсности и влажности. При увеличении содержания минеральных примесей взрывоопасность пыли снижается: например, при зольности мельничной пыли 4 % нижний концентрационный предел взрываемости равен 15-20 г/м<sup>3</sup>, а при зольности 22 % уже 55-60 г/м<sup>3</sup>. Наиболее взрывоопасная пыль с размерами частиц менее 70 мкм. Такая пыль обладает чрезвычайно большой удельной поверхностью, что повышает ее физико-химическую активность. Большое значение для воспламенения пыли имеет содержание в ней влаги, находящейся в ее частицах, в результате чего снижается возможность воспламенения. Взрыв аэровзвеси из пшеничной муки возможен при влажности не более 18 %.

Минимальная энергия воспламенения аэровзвесей органической пыли зависит от многих факторов и составляет 10-100мДж. Взрывы пылевоздушных смесей начинаются с первичных «хлопков» и вспышек внутри оборудования и помещений. Ударные волны от взрывов в оборудовании и пламя при первичных хлопках встряхивают и воспламеняют находящуюся в помещении пыль, что приводит к повторным взрывам [2].

Анализ причин возможных взрывов и пожаров на предприятиях по хранению и переработке зерна, выполненный на основе реальных чрезвычайных ситуаций, показал, что более половины (55 %) первичных взрывов наблюдается в помещениях, остальные произошли в транспортном или технологическом оборудовании. Причинами воспламенения и локального взрыва в рассмотренных случаях были: несовершенство и неисправность оборудования, а также нарушение правил его эксплуатации (33 %); применение открытого огня – сварочные работы (21 %); самовозгорание сырья и готовой продукции в результате

нарушения норм хранения (более 20 %) [3].

В настоящее время на предприятиях по хранению и переработке зерна в качестве пылеуловителей широко используются центробежные пылеуловители-циклоны, принцип работы которых основан на использовании центробежных сил для выделения пыли из потока. Циклоны получили широкое распространение благодаря простоте конструкции, низкой стоимости и относительно высокой эффективности работы. Однако коэффициент очистки обычных циклонов в пределах 80-90 % соответствует лишь для крупнодисперсной (более 100 мкм) пыли, преобладающей на предприятиях лесоперерабатывающего и лесохимического комплексов.

На предприятиях по хранению и переработке зерна преобладают, как правило, мелкодисперсные пыли, отличающиеся исключительной способностью образовывать взрывоопасные пылевоздушные смеси, даже при малых концентрациях. Неспособность улавливать циклонами мелкодисперсную (менее 10 мкм) пыль обуславливается тем, что частицы средней и мелкой пыли не подчиняются закону Ньютона, осаждение пыли происходит по закону Стокса без ускорения с постоянной скоростью, вызывая вязкое сопротивление. При этом пыль, улавливаемая вместе с воздухом вытяжными зонтами из производственного помещения, пройдя через батарею циклонов, попадает обратно вместе с воздухом от приточной вентиляции, увеличивая концентрацию аэрозольной пыли до опасных значений, усугубляя и без того взрывоопасную обстановку.

Особую опасность представляет режим рециркуляции воздуха, зачастую применяемый в холодный период года. Поэтому применение одних лишь циклонов в качестве пылеуловителей на пожаровзрывоопасных объектах, связанных с хранением и применением растительного сырья, не позволяет на многих производственных участках обеспечить снижение концентрации пыли до требуемых значений (менее 50 % от нижнего концентрационного предела распространения пламени по пылевоздушным смесям).

На зерноперерабатывающих предприятиях в качестве пылеуловителей, кроме циклонов, также применяются тканевые (рукавные) фильтры, работа которых основана на пропуске запылённого воздуха через пористую ткань. Применение тканевых фильтров позволяет очищать запылённый воздух с эффективностью 85-95 %, однако это характерно лишь для крупнодисперсной пыли, так как при толщине самых тонких нитей в 500 мкм средняя и мелкодисперсная пыль достаточно легко проникает через пористую ткань. Кроме того, тканевые фильтры обладают повышенной пожаровзрывоопасностью из-за постоянного критичного скопления пыли. Также тканевые фильтры необходимо постоянно регенерировать, что существенно усложняет непрерывный процесс обеспыливания [4].

Поэтому хорошей заменой для этих фильтров является электрофильтр (рис.1), так как он обладает высокой степенью очистки газов – до 99,95 %, низким гидравлическим сопротивлением и возможностью очистки газов с повышенной влажностью.

Электрофильтры – это широко известные технические устройства, применяемые для очистки промышленных газов на предприятиях металлургической, химической, цементной промышленности, а также в тепловой энергетике.

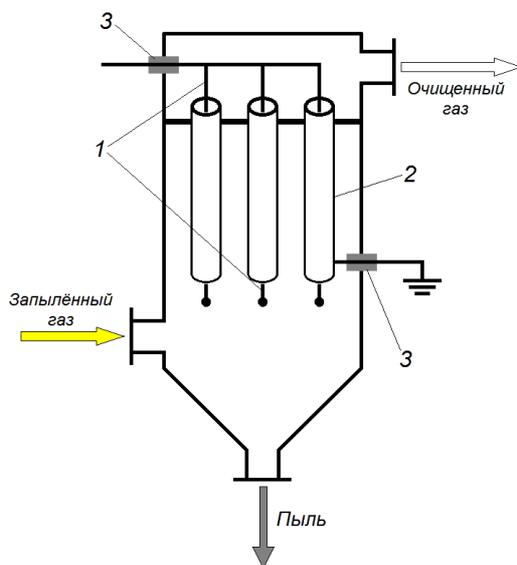


Рис.1. Электрофильтр: 1 - коронирующие электроды, 2 - осадительные электроды, 3 – изоляторы

Для снижения концентрации пыли на предприятиях, связанных с хранением и переработкой растительного сырья, была предложена особая конструкция электрофильтров, позволяющая эффективно улавливать органическую мелкодисперсную пыль с учётом её особенностей и склонности к взрывам. Разработанная конструкция электрофильтра может быть внедрена в уже существующую систему производственной вентиляции без демонтажа её отдельных элементов, в т.ч. циклонов, что снизит риск возникновения пылевых взрывов без проведения значительной реконструкции технологического процесса.

Электрофильтр содержит коронирующие электроды, выполненные в виде наборов медных, дугообразных пластин, с размещенными на них с двух противоположных сторон коронирующими иглами. Цилиндрические осадительные электроды выполнены в форме металлической медной сетки. Осадительные электроды расположены в корпусе радиально, поочередно. Коронирующие электроды расположены в корпусе послойно, с увеличением линейных размеров пластин по направлению к корпусу, чередующихся в направлении движения потока газа. Корпус выполнен из пластиковой сетки, через которую выходит очищенный газ. Встряхиватель пыли расположен в верхней части осадительных и коронирующих электродов и соединен с ними при помощи металлорукава. Пылесборочный бункер расположен в нижней части электродов, а вводная шахта расположена в верхней части электрофильтра, через которую и поступает запыленный газ.

Для обеспечения безопасной эксплуатации электрофильтра было предложено отказаться от работы на постоянном токе, а использовать

импульсный ток отрицательной полярности, причём частота импульсов подбиралась таким образом, чтобы исключить любое проявление дугового или искрового разряда в межэлектродном пространстве. Кроме того, безопасность электрофильтра дополнительно обеспечивается наличием в схеме питания коронирующих электродов ограничителя тока, позволяющего исключить работу электрофильтра в небезопасных режимах, т.е. за пределами коронного разряда.

### Список литературы

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.97 (редакция от 27.07.2010)
2. ГОСТ 12.1.044-2018 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов».
3. Васильев В.Я. Взрывобезопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна / В.Я. Васильев, Л.И. Семенов. – М.: Колос, 1983. – 174 с.
4. Веселов С.А. Вентиляционные и аспирационные установки предприятий хлебопродуктов / С.А. Веселов. – М.: Колос, 2004. – 240 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

С.А. Шахов, Л.В. Кашинцева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье проведен анализ современных высокотехнологичных методов обработки металлов. Рассмотрены процессы электроэрозионной, ультразвуковой обработки и различные нанотехнологии.

Экономика нашей страны во многом опирается на уровень развития металлургии. Именно эта отрасль имеет большое влияние на государственную промышленность, поэтому контроль и поддержка металлургии обеспечивается сегодня на самом высоком уровне. В настоящее время большое внимание уделяется реконструкции металлургических предприятий, своевременному внедрению инноваций на производстве.

Немаловажную роль в металлургической промышленности играет обработка металла, которая необходима для создания определенного изделия с желаемой формой, размером и физико-химическими свойствами. Разработка высоких технологий металлообработки, которые отвечали бы разнообразным потребностям быстро развивающейся отрасли – является главной целью любого научного исследования в данной сфере [1]. Рассмотрим существующие в настоящее время технологии металлообработки.

**Лазерная сварка.** Внедрение сфокусированного лазера в производство значительно расширило возможности металлургии. Теперь сварочные работы могут быть выполнены в мельчайших деталях. Это большой плюс для развития радиоэлектроники. Технология лазерной сварки позволяет применять твердосплавные режущие элементы с помощью фрез [2].

В свое время данная технология стала одной из самых популярных в мире, но в тоже время и одной из самых дорогих. Однако теперь, когда вместо импульсных лазеров используются газовые лазеры, стоимость технического оборудования заметно уменьшилась. Лазерной сваркой можно работать даже в инертной и вакуумной среде, а наличие программного управления позволяет работать с высокой точностью.

**Плазменная резка.** В любом производстве всегда ищут способ экономии средств, и на смену лазерной сварки пришла новая более экономичная технология плазменной резки. Сегодня плазменная резка является самым популярным методом обработки металла, который обеспечивает высокую точность повторения, однако толщина резки получается больших размеров. Эффективность этого метода обеспечивается за счет электрической дуги которая выдувается из высокоскоростной газовой струи. Этот метод стал настолько популярен, что стали создаваться даже ручные плазменные резаки [3].

**Электроэрозионная обработка.** В число новых современных методов входит также электроэрозионная и ультразвуковая обработка металла. Электроэрозионная обработка выполняется с помощью специального инструмента, изготовленного из теплопроводящего или тугоплавкого материала. Он и обрабатываемая деталь подключены к одному и тому же источнику энергии, и электрическое напряжение систематически включается и выключается, создавая кратковременные разряды тока. Одним из вариантов электроэрозионной обработки металла является быстрое перемещение инструмента относительно обрабатываемой детали. После обработки, готовый металл охлаждают маслом или керосином. Этот метод удобно использовать, когда нет возможности использовать металлорежущие станки.

**Ультразвуковая обработка** Использование ультразвука стало очень популярным в последние годы. С его помощью они сверлят стекло, дубят кожу и даже сваривают металл. Звуковые волны - это, по сути, чередующееся сжатие и разрежение частиц воздуха, воды или других элементов окружающей среды. Чем сильнее происходит сжатие и разбавление, тем выше частота звука. Ультразвуковым аппаратом очень удобно делать отверстия любой сложности даже в самом хрупком материале. Обычно это оборудование подходит для изготовления твердосплавных штампов, ферритовых ячеек компьютеров и т.д.

**Фемтосекундная лазерная абляция.** Нанотехнологии позволяют создавать новые методы обработки металла, которые являются более эффективными, чем применявшиеся ранее. Фемтосекундная лазерная абляция в основном используется для получения nanoотверстий. Есть метод ионного травления, когда можно получить тончайшие наномембраны с отверстиями диаметром 28,98 нм и плотностью  $23,6 \times 10^6$  на  $\text{мм}^2$ .

В настоящее время ученые работают над созданием новой технологии получения наностенок путем выпаривания металла по кремниевому шаблону. Этот вариант особенно актуален ввиду того, что эти мембраны могут быть использованы в солнечных панелях [4].

**Нанопокрyтия с высокой износостойкостью.** Начиная с 70-х годов прошлого века было разработано множество технологий металлообработки, которые подразумевают укрепление тонкого поверхностного слоя изделия.

Подобные нанопокрывтия могут быть получены различными способами. Самыми популярными на сегодняшний день стали: химическое осаждение из паровой фазы (CVD), физическое осаждение из паровой фазы (PVD) и алмазоподобные покрывтия (DLC).

**Химическое осаждение из паровой фазы** - это процесс получения нанопокрывтия путем химического осаждения из парогазовой среды. Это происходит при очень высоких температурах. В результате чего получается покрывтие с высокой износостойкостью. С помощью химического осаждения можно получить очень прочные режущие инструменты. Само покрывтие которых состоит из нескольких слоев, что значительно улучшает адгезию, сохраняя прочность основного материала. В таком покрывтии важно соблюдать правильную последовательность слоев: карбид титана, оксид алюминия, нитрид титана.

**Физическое осаждение** или вакуумное напыление. Происходит из паровой фазы (PVD), суть которого заключается в конденсации с ионной бомбардировкой. Физическое осаждение появилось позже химической конденсации. В этом случае покрывтие формируется из TiN (нитрид титана).

Технология обработки металла PVD обладает большим количеством преимуществ. Повышается адгезия материала и возможность нанесения покрывтия на режущие кромки изделия. Для нанесения данного покрывтия требуется более низкая температура, чем для CVD-обработки (достаточно +500°C). Толщина карбидо-титановых покрывтий также может быть больше, соответственно, их можно использовать для разных видов стали. Это покрывтие в настоящее время считается наиболее перспективным.

**Алмазоподобные покрывтия.** Углерод используется для создания алмазоподобных покрывтий. Это покрывтие также относится к разновидностям PVD. Его структура напоминает алмаз и характеризуется очень высокой износостойкостью. Данный способ не такой популярный, так как может окисляться и нестабилен при температурах выше +300°C. Применяется исключительно для резки силумина и алюминия [5].

**Волоконный лазер.** Очень быстро набирающий популярность вид покрывтия, который вскоре может занять лидирующие позиции в металлообработке, за счет большого количества преимуществ. Когда появилась плазменная обработка, это казалось очень перспективной технологией металлообработки, но затем были созданы лазерные устройства и волоконный лазер на их основе. Компания NYE открыла новые горизонты в области металлообработки. Волоконный лазер состоит из световода, резонатора и модуля накачки. В обычной лазерной установке нет световода, поэтому мощность излучения может быть потеряна при прохождении лазерного луча. В волоконном лазере излучение генерируется непосредственно в волокнах, поэтому не требуются сложные схемы установки луча.

Несомненным преимуществом волоконного лазера является виброустойчивость, небольшие установочные размеры, качественное охлаждение и высокая термостабильность. Все это обеспечивается отношением объема

резонатора к его площади. Данный метод обладает целым рядом преимуществ, выгодно выделяющим его из остальных методов:

- метод требует меньше энергии;
- нет необходимости в газовой среде;
- произвести регулировку несложно;
- воздух не является препятствием для качественной обработки;
- в зоне вне действия волоконного лазера нет термического повреждения материала;
- особые условия работы не требуются (допускается любой уровень загрязнения, вибрации, влажности, качества газа и т.д.);
- срок службы без технического обслуживания может достигать 100 000 часов;
- более тонкий срез по сравнению с газовыми лазерами на  $\text{CO}_2$ ;
- низкий уровень выбросов рабочих газов;
- экономия металла за счет более эффективной конструкции;
- отсутствует эффект расфокусировки луча из-за отсутствия потерь в световоде;
- низкие эксплуатационные расходы – благодаря высокой эффективности, низкой стоимости и редкой замене расходных материалов, использованию дешевых газов;
- широкий спектр применения – резка, сварка, обработка поверхности, напыление, гравировка, маркировка, цветная маркировка, упрочнение; возможность масштабирования мощности лазерного источника за счет увеличения количества кластеров светодиодов.

Основной областью применения волоконного лазера является сварка, резка и гравировка. Это незаменимо в том случае, когда необходимо изменить оптические свойства поверхности материала, не нарушая его внутренней структуры. Например, сварка стальных деталей медицинского оборудования или электронных устройств, у которых размер обрабатываемой поверхности не превышает нескольких миллиметров.

Если говорить о недостатках этой технологии, то можно отметить, что волоконный лазер не обеспечивает высокой стабильности поляризации там, где трудно использовать волокна, сохраняющие поляризацию. Кроме того, в спектральном диапазоне от 0,7 до 1 микрона большую эффективность демонстрируют твердотельные лазеры.

Тем не менее, если необходимо использовать длину волны, для которой нет приемлемой активной среды, используются волоконные лазеры. Такая обработка металла осуществляется при отсутствии зеркал, что упрощает конструкцию и снижает погрешность в эксплуатации.

Исходя из вышесказанного, следует понимать, что данная технология металлообработки, в настоящее время, является наиболее эффективной, и вскоре обещает получить развитие в области двух- и трехмерной сварки, а так же различных методик подготовки поверхности, повышения прочности и т.д.[6].

## Список литературы

1. Боровский, Г. В. *Современные технологии обработки материалов* / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2015. – 304 с.
2. *Справочник по лазерной сварке* / под ред. С. Катаямы. – М.: Техносфера, – 2015. – 695 с.
3. Быховский Д.Г. *Плазменная резка* / Д.Г. Быховский. – Л.: «Машиностроение», 1972. – 167 с.
4. Киселёв М.Г. *Ультразвук в поверхностной обработке материалов* / М.Г. Киселёв, В.Т. Минченя, В.А. Ибрагимов. – Мн.: Тесей, 2001. – 360 с.
5. Розенберг, А.М. *Элементы теории процесса резания металлов* / А.М. Розенберг, А.Н. Еремин. – М.: Высшая школа, 2012. – 324 с.
6. А.Г. Григорьянц, В.В. Васильцов *Пространственная структура излучения мощных волоконных лазеров для технологий // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. "Машиностроение". – 2012. – Т.36, №2. – С.1-3, С.5-7.*

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Е.М. Рылеева, И.А. Одинцова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье анализируются особенности охраны труда в образовательных учреждениях. Приводятся новые решения воздействия на учащихся в процессе обучения. Делаются выводы о необходимости улучшения существующей системы.

Основным отличием охраны труда в образовательных учреждениях от охраны труда на производстве является ответственность за жизнь не только работников, но и учащихся во время образовательного процесса.

В современном мире большое внимание уделяется созданию безопасных условий труда в школах, детских садах и ВУЗах, т.к. бытовой травматизм является весьма актуальной проблемой. Уровень детского травматизма в детских садах и школах составляет 11 %, но большинство из этих травм можно предотвратить [1].

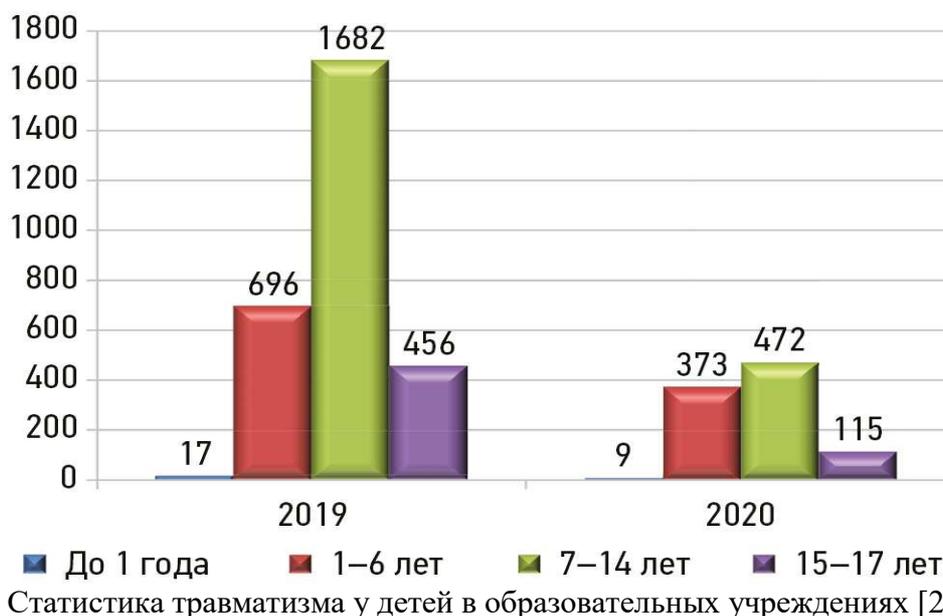
Так же по статистике, детскому травматизму больше подвержены жители мегаполисов. Статистика детского травматизма приведена на рисунке.

Для минимизации несчастных случаев среди детей и подростков необходимо создать ряд мер по профилактике травматизма, учитывая особенности каждой возрастной группы.

Помимо обязательных инструктажей предполагается проводить с детьми дополнительные занятия, где на реальных примерах будут освещаться ситуации травматизма и его последствий как для самого участника, так и для его семьи.

Так же предлагается проводить тестирования учащихся, целью которых ставится выявление проблемных областей в понимании последовательности

действий при чрезвычайных ситуациях. На основании результатов тестов проводить беседы, направленные на восполнение конкретных недостающих знаний.



Мотивацию работника к соблюдению правил охраны труда в образовательном учреждении обеспечивает работодатель. У учащегося же необходимо вызвать интерес к ознакомлению и следованию данным правилам.

Интересы работодателя к обеспечению безопасности труда обуславливаются безоговорочной нацеленностью на успешность осуществляемой деятельности. Эффективность сотрудников напрямую зависит от их работоспособности, которая, в свою очередь, зависит от физического и психологического здоровья, а также напряженности трудового процесса.

Важнейшими аспектами деятельности по предупреждению травматизма должно быть формирование навыков здорового образа жизни-стереотипов безопасного поведения, просветительская работа с детьми и подростками.

Работа по формированию экологической культуры, безопасного образа жизни в образовательных учреждениях представлена в виде таких направлений как:

1. Экологически безопасная инфраструктура образовательного учреждения

- контроль пищевого рациона;
- плановая диспансеризация обучающихся и сотрудников образовательного учреждения;
- целенаправленная работа по сохранению здоровья обучающихся школы;
- контроль за использованием при текущем ремонте школы красок и строительных материалов, разрешённых для применения в детских учреждениях;
- уборка кабинетов и школьных территорий.
- мониторинг освещённости учебных кабинетов; мониторинг санитарного состояния учебных кабинетов, школьной столовой, спортивных, тренажёрных залов;

2. Рациональная организация учебной деятельности.
  - соблюдение норм СанПиН, предъявляемых к организации образовательного процесса
  - учёт индивидуальных особенностей развития обучающихся при организации образовательного процесса;
  - разделы образовательной программы по формированию экологической культуры, здорового и безопасного образа жизни, включение в основную образовательную программу учебных модулей по формированию экологической культуры, ценности здоровья и здорового образа жизни.
3. Рациональная организация внеучебной деятельности обучающихся.
  - Внеклассные занятия;
  - Дополнительное образование;
  - Информационно-массовая работа библиотеки;
  - Спортивно-оздоровительная деятельность
4. Просветительская работа с родителями.

Одним из компонентов формирования экологической культуры и здорового образа жизни является просветительская работа с родителями (законными представителями) обучающихся. Работа направлена на повышение уровня знаний по вопросам охраны и укрепления здоровья детей, формирование безопасного образа жизни.
5. Просветительская и методическая работа с педагогами.

Просветительская и методическая работа с педагогами, направленная на повышение квалификации работников образовательной организации и повышение уровня их знаний по проблемам охраны и укрепления здоровья детей.

### **Список литературы**

1. *РОССИЯ В ЦИФРАХ. 2019. Краткий статистический сборник. М., 2019.*
2. *Показатели травматизма у детей. Авторы: Купцова О.А., Залетина А.В., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Микава А.Г., Александров С.В., Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, 2021, стр.8.*

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

Ю.Д. Исаева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Быстрый рост городов, внедрение инновационных инженерных систем обуславливает постоянно растущую потребность в безопасном и качественном транспорте и безопасности людей, которые его используют.

*Увеличение парка вертикального транспорта требует качественного монтажа и системы технического обслуживания.*

Концепция полной безопасности человека в производственной сфере является непреодолимой задачей по ряду причин: инженерные средства для выполнения рабочих процессов технологически несовершенны и методы исследования, которые не исключают возникновения опасных ситуаций, являются теоретически вероятностными. [1] Поддержание вертикальной транспортировки в безопасном рабочем состоянии является обязательным. Перед первым использованием и в дальнейшем необходимо проводить регулярные проверки. Это сведет к минимуму вероятность несчастного случая.

Назначение вертикального транспорта – перемещение людей и грузов с одного уровня зданий на другой. Различают два вида – лифты и эскалаторы. Вертикальный транспорт широко используют в строительстве для установки арматурных каркасов, монтажа конструкций, для транспортировки строительных материалов и выполнения погрузочно-разгрузочных работ. С развитием высотного строительства вертикальный транспорт становится неотъемлемой инженерной системой для обеспечения комфорта и безопасности людей. В соответствии с правилами обеспечения безопасности эксплуатации лифта в течение всего указанного срока службы должны соблюдаться следующие требования: использование лифта в соответствии с назначением; проведение проверок; своевременное техническое обслуживание и ремонт.

Основное требование, предъявляемое к любым лифтам – безопасность работы. К возможным аварийным ситуациям относятся: обрыв канатов (элементов подвески) кабины или противовеса, превышение скорости кабины выше допустимой, произвольный пуск лифта, перегрузка кабины, пуск лифта при открытых дверях шахты, подъем кабины выше или ниже нормальных верхнего и нижнего положений. Для того, чтобы избежать появления аварийных ситуаций, применяются контакты безопасности. Каждую дверь снабжают электрическими контактами, включенными в схему управления так, чтобы пуск лифта был возможен только при закрытых дверях кабины и запертых дверях шахты. Электрические предохранительные контакты включаются в цепь управления и обеспечивают снятие напряжения с приводного электродвигателя лифта, наложение механического тормоза и остановку кабины при перегрузке приводного электродвигателя или при коротком замыкании. Во всех лифтах, независимо от наличия устройств для автоматической остановки кабины, в крайних рабочих положениях устанавливаются концевые выключатели. Они отключают электродвигатель лифта при переходе кабиной крайних рабочих положений.

Контакты концевого выключателя, ловителей, ограничителя скорости, а также контакты натяжных устройств, уравнивающих канатов и канатов ограничителя скорости должны выполняться несамовозвратными. У лифтов со скоростью до 1,5 м/с разрешается применение самовозвратных концевых выключателей, устанавливаемых в цепи управления и контактов ловителей.

Обрывы канатов могут быть вызваны естественным или преждевременным износом из-за отсутствия смазки, перегрузки лифта или неправильной эксплуатации. Поломка блоков возникает при транспортировке,

монтаже и демонтаже. Ослабление крепления каната весьма опасно, т.к. приводит к ложному срабатыванию ловителей. На канаты действуют разного рода механические нагрузки. В результате абразивного износа происходит накопление усталости металла проволок, что в дальнейшем приводит к образованию обрывов и к снижению запаса прочности или даже разрушению. Правилами безопасности определены критерии и нормы браковки канатов. [2]

В лифтах высотных зданий применяется компенсирующая цепь или канат. При движении лифта масса кабины и противовеса постоянно меняются за счет сокращения и удлинения участков троса – система становится разбалансированной. Проблема решается за счет применения компенсационных тросов. Лифтовая компенсирующая цепь осуществляет балансировку системы «кабина-противовес». Она монтируется в шахте лифта, компенсируя весовую нагрузку от самого троса лифта. Важен подбор цепи, подходящей под каждую отдельную модель лифтового устройства, во избежание динамического дисбаланса. Навеска компенсирующих канатов выполняется с помощью движения кабины и противовеса. Компенсирующий канат наматывается на специальную размоточную катушку, которая устанавливается около приямка (части шахты, расположенной ниже уровня первого этажа). Компенсирующий канат предохраняет противовес от свободного перемещения вверх, в случае, если сработало предохранительное устройство кабины лифта. [3]

В лифтах традиционной конструкции кабина перемещается в вертикальной лифтовой шахте по направляющим. Они регулируют текущее положение кабины, от них зависит функционирование подъемника. Направляющие обеспечивают движение лифта вверх и вниз в безопасном режиме. Обеспечение безопасности также достигается применением ограничителей скорости движения кабины, которые при спуске кабины ее останавливают (ловители) или замедляют движение (замедлители). С помощью башмаков фиксируется положение кабины и противовеса. [4] Прочность направляющих должна обеспечивать посадку кабины на ловители, превышающим на 10 % ее грузоподъемность и скорости, на 40 % превышающей предусмотренную стандартом. Высота направляющих должна быть такой, чтобы при перемещении кабины и противовеса за пределы крайних рабочих положений башмаки не сходили со своих направляющих.

Двери шахты лифтов снабжаются автоматическими замками, запирающими дверь до начала движения кабины. В случаях, когда по условиям эксплуатации необходимо открывать дверь снаружи, допускается установка специальных устройств для отпирания. Двери, открываемые вручную, должны быть оборудованы устройствами, удерживающими их в закрытом положении.

С каждым днем возрастают требования к качеству изготовления и монтажа лифтового оборудования. Десятки миллионов людей в мире каждый день используют вертикальный транспорт, в связи с этим риски, связанные с данным оборудованием, необходимо контролировать. При проектировании и эксплуатации лифтовых установок, необходимо учитывать требования пожарной безопасности, коэффициенты прочности канатов, возможные сбои в работе лифта, безопасность перевозки людей и грузов.

## Список литературы

1. Севрюгина Н.С. Вертикальный транспорт: корректировка ресурса по критерию безопасности / Н.С. Севрюгина, М.А. Степанов // Инженерно-строительный журнал. – 2017. – № 7(75). – С. 23-36. doi: 10.18720/МСЕ.75.3.
2. Сероштан В.И. Факторы, влияющие на техническое состояние и диагностирование канатов лифтовых установок / В.И. Сероштан, П.В. Витчук // Известия ТулГУ. Технические науки, 2013. – №7-1.
3. Михайлов А.В., ЗАО «Шиндлер», Шилкин Н.В., доцент МАрХИ «Системы вертикального транспорта высотных зданий» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:// <https://www.abok.ru/> Главная/ Библиотека научных статей / Авторы
4. Бродский М.Г. Безопасная эксплуатация лифтов / М.Г. Бродский, И.М. Вишневецкий, Ю.В. Грейман. – М., «Недра», 1975. – 260 с.

## ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА ЖЕНЩИН

Н.С. Кулагина, А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены особенности организации труда женщин. Какие есть сложности, связанные с охраной труда женщин в условиях воздействия вредных веществ на производстве. Проанализирован ряд вопросов: какие гигиенические требования к условиям труда женщин, охрана и условия труда беременных женщин, льготные условия труда для кормящих матерей и матерей, имеющих несовершеннолетних детей.

Одним из основных направлений государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников.

В отдельную категорию работников, труд которых подлежит дополнительной охране, выделены женщины, в том числе беременные женщины и женщины, имеющие несовершеннолетних детей. Выделение женщин в особую категорию работников, требующих создания специальных условий труда, обусловлено как анатомофизиологическими особенностями женского организма, необходимостью в повышенной охране репродуктивной функции, так и особой социальной ролью женщины как матери. Воздействие неблагоприятных факторов производственной среды повышает риск несчастных случаев, создает предпосылки для возникновения профессиональных заболеваний, негативно отражается на состоянии здоровья женщин и их репродуктивной функции.

В сфере охраны труда действует большое количество нормативных правовых актов, устанавливающих государственные нормативные требования охраны труда. Труд женщин имеет свои особенности, так как содержит нормы, частично ограничивающие применение общих правил и предусматривающие для них дополнительные правила.[1]

Главными проблемами в сфере охраны труда женщин являются: работа в неблагоприятных условиях труда и непредоставление компенсаций за эти работы, установленных законодательством Российской Федерации; несоблюдение норм предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную; направление в служебные командировки, привлечение к сверхурочным работам, работам в ночное время, выходные и нерабочие праздничные дни беременных женщин и женщин, имеющих детей в возрасте до трех лет.

Предельно допустимые нормы для женщины подъема и перемещения тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час) – 10 кг. Подъем и перемещение тяжестей постоянно в течении рабочей смены – 7 кг. При этом в массу поднимаемого и перемещаемого груза включается масса тары и упаковки. При перемещении грузов на тележках или в контейнерах прилагаемое усилие не должно превышать 10 кг. Разрешается превышать предельно допустимые нормы нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную во время участия женщины-спортсмена в спортивном мероприятии, если такие нагрузки необходимы в соответствии с планом подготовки к спортивным соревнованиям и не запрещены женщине по состоянию здоровья в соответствии с медицинским заключением. [3]

В ТК РФ оговорены условия труда женщин (гарантии приема на работу и заключения трудового договора, режимы труда и отдыха при работах в определенных условиях, особенности работы по ночам, в выходные и нерабочие праздничные дни, а также в сверхурочное время, гарантии предоставления отпусков, условия перевода на другую работу, ограничения по приему женщин на определенные виды работ).

Согласно статье 254 ТК РФ беременным женщинам в соответствии с медицинским заключением и по их заявлению снижаются нормы выработки, нормы обслуживания либо эти женщины переводятся на другую работу, исключающую воздействие неблагоприятных производственных факторов, с сохранением среднего заработка по прежней работе. До предоставления беременной женщине другой работы, исключающей воздействие неблагоприятных производственных факторов, она подлежит освобождению от работы с сохранением среднего заработка за все пропущенные вследствие этого рабочие дни за счет средств работодателя.[1]

Все работницы со дня установления у них беременности должны быть взяты под тщательное диспансерное наблюдение с обязательным трудоустройством в ранние сроки на работу, не связанную с воздействием вредных производственных факторов на весь период беременности и лактации. Беременные женщины не должны во время работы: поднимать предметы труда с пола; находиться на корточках, на коленях, согнувшись; трудиться на оборудовании с ножной педалью управления; работать в помещении, где нет естественного освещения, распыляют аэрозоли, есть вибрация и ультразвуковой фон; испытывать нервно-эмоциональное напряжение и т. д.

Кроме общих гарантий и льгот, для кормящих матерей и матерей, имеющих несовершеннолетних детей, предусмотрены следующие гарантии и льготы:

- матери детей до 14 лет и детей-инвалидов до 18 лет по желанию могут работать на условиях неполного рабочего времени с пропорциональным уменьшением зарплаты. В отпуске по уходу за ребенком до трех лет на таких условиях можно работать на дому или предприятии, не теряя пособие по государственному социальному страхованию.

- если мама ребенка до полутора лет решила выйти на работу, работодатель предоставляет ей дополнительные перерывы для кормления – 30 минут каждые три часа. Перерывы входят в рабочее время и полностью оплачиваются. Их можно использовать в любое время, например, присоединить к обеденному перерыву, началу или концу рабочего дня. Перерывы работодатель предоставляет, даже если ребенок не на грудном вскармливании.

- маме ребенка до полутора лет можно перейти на легкий труд с оплатой не ниже среднего заработка по прежней работе.

- ограничение на работу вахтовым методом действует для работающих мам детей до трех лет.

- для работниц с детьми законом предусмотрены специальные условия увольнения. Работодатель может уволить женщину в ограниченных случаях, например, за грубое нарушение трудовых обязанностей, аморальный поступок или при ликвидации организации. Это действует для всех мам детей до трех лет, матерей-одиночек детей до 14 лет и матерей-одиночек или единственных кормильцев детей-инвалидов до 18 лет.

- к работе в ночное время с 22:00 до 06:00, сверхурочно, в командировках, в выходные и праздничные дни маму можно привлечь только с ее письменного согласия. При этом ее предварительно знакомят под подпись с правом отказаться от такой работы. Такое правило действует для всех мам детей до трех лет, детей-инвалидов до 18 лет и матерей-одиночек детей до пяти лет. [2]

### **Список литературы**

- 1. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 22.11.2021).*
- 2. Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда".*
- 3. Приказ Минтруда РФ от 14.09.2021 N 629н «Об утверждении предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную».*

## **МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ РИСКА АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

А.В. Гаврилина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Проведена оценка методических подходов к анализу риска аварий на опасных производственных объектах с целью выбора наиболее оптимальной методики. Рассмотрены достоинства и недостатки анализируемых методик.

Возможность аварий на опасных производственных объектах обуславливает необходимость разработки методик прогнозирования и оценки риска экологических последствий при их вероятном поражении (разрушении).

При выборе методов проведения анализа риска поражения опасных объектов необходимо учитывать этапы функционирования объекта (проектирование, эксплуатация и т.д.), цели анализа, критерии приемлемого риска, тип анализируемого опасного производственного объекта и характер опасности, наличие ресурсов для проведения анализа и другие факторы.

В настоящее время существует множество методических подходов к определению потенциальной опасности промышленных объектов [1, 5, 6].

Наиболее простым подходом к оценке потенциальной опасности химически опасных объектов является методический подход по показателю, который является скалярной функцией некоторых характеристик объекта: массы и токсичности опасного вещества, расстояния от границы объекта до селитебной застройки и т.д. [2].

Но данный подход не может быть полностью адаптирован к решению задачи оценки потенциальной опасности промышленных объектов, так как:

- полученные результаты касаются только химически опасных объектов;
- для определения скалярного показателя опасности промышленных объектов необходимо проведение дополнительных специальных исследований, связанных с построением детальных имитационных моделей возникновения и распространения аварии, проведением вычислительных экспериментов и обработкой его результатов;
- существенным недостатком данного подхода является также отсутствие частотных оценок реализации возможной аварии.

Наиболее приемлемым подходом к оценке потенциальной опасности промышленных объектов является определение максимальной угрозы, то есть определение наихудших сценариев развития аварии (последовательностей физических и химических процессов и явлений, составляющих суть аварии).

В перечень показателей, характеризующих последствия возможного поражения опасного объекта, могут быть включены:

- потери производственного персонала и населения;
- показатели социального ущерба;
- масштабы повреждений (разрушений) зданий, сооружений, коммуникаций и т.д. на территории и вне территории объекта.

Прогнозирование потерь производственного персонала и населения (по степени тяжести и видам поражения) предполагает наличие детальных картограмм распределения людей (или средней плотности персонала и населения) как на объекте, так и вне его (в промышленной и селитебной застройках). Поэтому при использовании максимальной угрозы, как методического подхода к оценке потенциальной опасности промышленных объектов в качестве одного из показателей, характеризующих последствия возможной аварии, целесообразно принять ожидаемое количество погибших и пострадавших при крупной производственной аварии.

Оценить с приемлемой точностью показатели социального ущерба затруднительно, так как существующий методический аппарат [4] ориентирован на точное знание структуры пораженных людей при крупной производственной аварии. Поэтому определяемая величина предполагаемого ущерба может носить оценочный характер.

Масштабы повреждений (разрушений) зданий, сооружений, коммуникаций на территории и вне территории промышленного объекта определяются через площади зон с определенными (фиксированными) степенями разрушения (повреждения). Это, с одной стороны, не требует подробной информации о характере промышленной и селитебной застройки, а с другой – позволяет использовать свойство инвариантности показателя к поражающим факторам различной природы.

В настоящее время общепринятых подходов к сравнению перечисленных выше показателей, характеризующих последствия возможной аварии, в рамках отдельного сценария не существует. Поэтому при оценке максимальной угрозы необходимо рассматривать все сценарии, реализация которых приводит к максимальному значению хотя бы одного из показателей.[2] Очевидно, что при построении сценариев и при количественной оценке показателей последствий аварии должны учитываться по возможности все факторы, влияющие на тот или иной показатель последствий аварии. Такими факторами, например, могут быть:

- направление и величина облака топливовоздушной смеси, образующегося в результате разгерметизации емкостей хранения топлива;
- время года;
- время суток и др.

Это позволяет оценивать эффективность тех или иных мероприятий по снижению потенциальной опасности промышленных объектов.

Таким образом, оценка максимальной угрозы промышленных объектов должна включать определение следующих показателей:

- ожидаемое количество погибших и пострадавших при аварии;
- площади зон с различными степенями разрушения (повреждения) зданий, сооружений, коммуникаций, а также зон возможного заражения.

Использование метода определения максимальной угрозы в качестве методического подхода к оценке риска аварии опасного промышленного объекта имеет ряд преимуществ:

- метод позволяет выявить наихудшие для общества сценарии развития поражения объекта и возможные последствия таких сценариев. При этом определяются также такие объективные показатели последствий аварий, как ожидаемое количество погибших и пострадавших, площади зон с различными степенями разрушения (повреждения) зданий, сооружений, коммуникаций; ожидаемое количество эвакуируемых;

- результаты использования метода позволяют оценить максимальные потребности общества в проведении аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ;

- метод чувствителен к мероприятиям по снижению потенциальной опасности промышленных объектов. К недостаткам метода определения максимальной угрозы следует отнести:

- использование метода не предполагает построение и исследование полного множества возможных сценариев;

в силу того, что показатели последствий аварии могут принимать максимальные значения при разных сценариях реализации аварии, оценки потребностей в проведении аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ будут несколько завышены.

Как правило, при проведении оценки риска опасного промышленного объекта используются методы количественного анализа, заключающегося в определении индивидуального, потенциального (территориального), коллективного и социального рисков.

Одной из наиболее часто используемой характеристикой опасности является индивидуальный риск. Индивидуальный риск – частота поражения отдельного индивидуума (человека) в результате воздействия исследуемых факторов опасности. Как правило, он определяется не для каждого человека, а для групп людей, характеризующихся примерно одинаковым временем пребывания в различных опасных зонах и использующих одинаковые средства защиты.

При расчете распределения риска по территории вокруг объекта индивидуальный риск определяется потенциальным территориальным риском и вероятностью нахождения человека в районе возможного действия опасных факторов.[6]

Потенциальный территориальный риск – частота реализации поражающих факторов в рассматриваемой точке.

Как правило, потенциальный риск оказывается промежуточной мерой опасности, используемой для оценки социального и индивидуального риска при крупных авариях. Распределение потенциального риска и распределение населения в исследуемом районе позволяет получить количественную оценку социального риска для населения.

Другой количественной интегральной мерой опасности объекта является коллективный риск, определяющий ожидаемое количество пострадавших в результате аварии на объекте за определенный период времени.

Приведенные количественные оценки риска являются объективными показателями аварийной опасности объекта. Анализ данных оценок риска осуществляется в сопоставлении с величиной приемлемого риска.

Общепринятых пороговых (приемлемых) значений уровня индивидуального риска для оценки опасности тех или иных потенциально опасных производств в мире пока нет. Предлагаемые различными зарубежными организациями и учеными пороговые значения риска колеблются от 10<sup>-3</sup> до 10<sup>-8</sup>. Разброс обуславливается отношением к риску, уровнем развития промышленной безопасности в стране, а также различиями в методологии анализа риска [3].

При обобщении оценок риска следует, по возможности, проанализировать неопределенность и точность полученных результатов. Имеется много неопределенностей, связанных с оценкой риска. Как правило, основными источниками неопределенностей являются неполнота информации по надежности оборудования и человеческим ошибкам, принимаемые

предположения и допущения используемых моделей аварийного процесса. Чтобы правильно интерпретировать результаты оценки риска, необходимо понимать характер неопределенностей и их причины.

Заключительным этапом анализа риска поражения опасных промышленных объектов является разработка рекомендаций по уменьшению риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска.

Меры по уменьшению риска могут носить технический и (или) организационный характер. При выборе мер решающее значение имеет общая оценка действенности и надежности мер, оказывающих влияние на риск, а также размер затрат на их реализацию.

На стадии эксплуатации опасного производственного объекта организационные меры могут компенсировать ограниченные возможности для принятия крупных технических мер по уменьшению риска.

При разработке мер по уменьшению риска необходимо учитывать, что вследствие возможной ограниченности ресурсов в первую очередь должны разрабатываться простейшие и связанные с наименьшими затратами рекомендации, а также меры на перспективу.

### **Список литературы**

1. Аверин Г.В. Математические модели риска в экологической безопасности / Г.В. Аверин, А.В. Звягинцева // Сб. трудов конф. «Моделирование-2006». – К.: ин-т пробл. моделир. в энергетике, 2006. – С. 95-98.

2. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика / А.Н. Елохин. – М.: ПолиМЕдиа, 2002. – 192 с.

3. Маршал В. Основные опасности химических производств / В. Маршал. – М.: Мир, 1989. – 672 с.

4. РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах.

5. Топольский Н.Г. Потенциальная опасность массового поражения при крупных техногенных авариях / Н.Г. Топольский, Н.П. Блудчий. – М.: ВИПТШ МВД России, 1994. – 75 с.

6. Хенли Э.Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хенли, Х. Кумамото. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЪЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

А.В. Гаврилина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Каждый год во всем мире происходят аварии, в том числе с летальным исходом, связанные с эксплуатацией грузоподъемных кранов. В 2018 году по сравнению с 2017 зафиксировано снижение числа несчастных случаев с летальным исходом при эксплуатации подъемных сооружений,

*однако в 2019 году число случаев травматизма остается высоким. Основной причиной травматизма персонала при эксплуатации подъемных сооружений остается «человеческий фактор».*

Подъемные сооружения используются во многих отраслях, особенно широко в строительной отрасли. Грузоподъемные краны являются одним из наиболее опасных видов оборудования, используемого как в промышленности, так и в строительстве. При правильной эксплуатации подъемные сооружения делают работу проще и безопаснее.[2] Но, несмотря на развитие технологий и осведомленность обслуживающего персонала о возможных рисках, уровень безопасности все еще недостаточно высок, о чем свидетельствуют многочисленные аварии, связанные с эксплуатацией подъемных сооружений.

Для того, чтобы исследовать вопрос безопасности при эксплуатации подъемных сооружений, необходимо проанализировать статистические данные о случаях производственного травматизма, предоставляемые ФСЭТАН РФ (Ростехнадзор) в ежегодных отчетах, и выявить основные причины аварий и травматизма персонала. Согласно официальным статистическим данным, за 2018 год на ОПО с подъемными сооружениями произошло 44 аварии и 30 несчастных случаев с летальным исходом.[3] Проанализировав данные, большинство аварий зафиксировано при эксплуатации башенных кранов.

За 2019 год на ОПО с подъемными сооружениями произошло 53 аварии и 30 несчастных случаев с летальным исходом, получено 22 тяжелые травмы.

Проведя анализ ежегодных отчетов Ростехнадзора, основными причинами травматизма являются организационные:

- отсутствие или низкий уровень производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности со стороны руководства организации и лиц, ответственных за содержание подъемного сооружения в работоспособном состоянии;

- отсутствие специалистов, назначенных ответственными за осуществление производственного контроля при эксплуатации подъемного сооружения, за его содержание в работоспособном состоянии и за безопасное производство работ;

- допуск к производству работ не имеющего необходимой квалификации персонала;

- отсутствие на объекте утвержденного плана работ, правил производства работ, должностных и производственных инструкций;

- несвоевременное проведение плановых осмотров, ремонтов и технических освидетельствований подъемных сооружений.

На основе примеров аварий и несчастных случаев при эксплуатации ОПО с подъемными сооружениями в 2018 и 2019 годах проведен анализ причин травматизма. В приведенных случаях основной причиной травматизма, в том числе с летальным исходом, явились несвоевременная организация осмотров, технического обслуживания, плановых и текущих ремонтов подъемного сооружения, или полное их отсутствие, и несоблюдение (или нарушение) требований промышленной безопасности. Первопричиной является «человеческий фактор», к которому также относят недостаточный уровень

подготовки, знаний руководителей, специалистов и обслуживающего персонала [4].

На основании изменений ФНП ПС [5] эксплуатирующая организация обязана ввести наряды-допуски для предотвращения последствий аварий и инцидентов на ОПО; обеспечить работников конкретным видом работ, определить их компетенции; определить порядок мероприятий, обеспечивающих контроль за соблюдением технологических процессов. Все работники должны быть ознакомлены с характеристикой работ, знать должностные и производственные инструкции.

Согласно приказу Министерства труда и социальной защиты РФ [6] работодатель обязан исключить воздействия на работников вредных производственных факторов.[1] Если это невозможно в связи с характером и условиями производственного процесса, работодатель обязан обеспечить работников специальной одеждой, обувью, другими соответствующими средствами индивидуальной защиты. В противном случае проведение работ запрещается. При проведении работ с высоким уровнем травмоопасности, работодатель обязан принять меры по исключению или снижению профессионального риска травмирования до допустимого уровня.

Аварии, связанные с эксплуатацией подъемных сооружений, могут нанести серьезный ущерб как здоровью персонала, так и материальный ущерб организации в целом. Наблюдается постоянная тенденция увеличения количества несчастных случаев, в том числе смертельных, на протяжении многих лет. [6] Анализ причин травматизма при эксплуатации подъемных сооружений показал, что основными причинами травматизма являются несвоевременная организация осмотров, технического обслуживания, плановых и текущих ремонтов подъемного сооружения, или полное их отсутствие, и несоблюдение (или нарушение) требований промышленной безопасности. Вышеперечисленные причины являются организационными. Поскольку первопричиной аварий является «человеческий фактор», для дальнейшего повышения уровня безопасности необходим более комплексный подход, при котором безопасность проектирования и безопасность в области использования подъемного сооружения будут рассматриваться как единое целое. Особое внимание необходимо уделить подготовке квалифицированных кадров. Обучение персонала должно проводиться с использованием современных IT-технологий, интерактивных методов, различных симуляторов, программ и мобильных приложений. Все это будет способствовать более широкому освоению теоретической и практической подготовки и, следовательно, за счет более глубокого понимания специфики работы

Актуальными остаются вопросы достижения безопасной эксплуатации подъемных сооружений не только путем регулярного проведения обучений и аттестаций, но и путем прохождения внутренних инструктажей, медицинских комиссий. Только выполнение этих требований даст импульс для уменьшения показателей аварийности [4].

### Список литературы

1. *Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2018 году / РОСТЕХНАДЗОР // gosnadzor.ru: [сайт]. – URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports) (дата обращения: 11.12.2020).*
2. *Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2019 году / РОСТЕХНАДЗОР // gosnadzor.ru: [сайт]. – URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports) (дата обращения: 11.12.2020).*
3. *Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2017 году / РОСТЕХНАДЗОР // gosnadzor.ru: [сайт]. – URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports) (дата обращения: 11.12.2020).*
4. *Егельская Е.В. Оценка риска человеческого фактора в системе «персонал – подъемные механизмы – производственная среда» на предприятиях машиностроения» автореферат дис. ... канд. тех. наук / Е.В. Егельская. – Ростов-на-Дону, 2015. – 21 с.*
5. *Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» от 26 ноября 2020 года N 461 (ред. от 30.12.2020 г.). – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2020. – 95 с.*
6. *Приказ Минтруда России от 28.10.2020 N 753н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов» (Зарегистрировано в Минюсте России 15.12.2020 N 61471) / МИНТРУД // [mintrud.gov.ru](https://mintrud.gov.ru) : [сайт]. – URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/1726> (дата обращения 11.12.2020).*

## НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦЕХА НА РАБОТНИКОВ

Ф.И. Четырешников, А.А. Маслова  
Тульский государственный университет  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается проблема негативного влияния вредных и опасных факторов гальванического цеха на работников. Предложены мероприятия по снижению негативного влияния гальванического производства на работников помогут улучшить условия труда, снизить показатели травматизма на рабочем месте.

Гальваническое производство занимает одно из лидирующих мест по загрязнению воздуха рабочей зоны. В гальванических цехах используются химические вещества, подавляющее большинство которых являются вредными и (или) опасными для здоровья. Производственные условия отличаются повышенной влажностью, значительной концентрацией вредных паров и газов,

дисперсных туманов и брызг электролитов. Основное воздействие на здоровье человека оказывают жидкостные, газообразные и пылевые аэрозоли в воздухе рабочей зоны. Поэтому гальванические цехи относятся к вредным участкам производства, где необходимо постоянное соблюдение требований охраны труда и безопасности.

Операция гальванического покрытия металлов заключается в нанесении на поверхность металлического изделия тонкой пленки из такого же материала с использованием электролита. В процессе обработки детали молекулы покрывающего металла переносятся токопроводящим раствором и проникают в верхний слой изделия. В итоге происходит внедрение одного металла в поверхностное пространство другого.

Гальваническое производство включает в себя несколько этапов нанесения покрытий. Однако подавляющее большинство токсических веществ выделяется непосредственно в процессе нанесения гальванических покрытий – хромировании, никелировании, кадмировании и пр. Именно на этом этапе в воздушную среду цехов выбрасываются аэрозоли растворов электролитов, в состав которых входят такие вредные вещества, как неорганические кислоты (серная, азотная, фосфорная и др.) щелочи, соединения хрома, никеля, кадмия и других металлов.

С точки зрения гигиены наибольшее значение имеет проникновение этих веществ в организм через органы дыхания, в меньшей степени – через кожу. Соединения металлов вызывают хронические отравления, кислоты и щелочи – ожоги. Кроме того, длительное воздействие растворов электролитов на кожу приводит к хроническим заболеваниям кожного покрова, а длительное вдыхание веществ, входящих в состав электролитов – к специфическим поражениям дыхательных путей. Например, воздействие хромового ангидрида, применяемого в процессе хромирования, вызывает серьезные заболевания слизистой оболочки носа вплоть до перфорации хрящевой части носовой перегородки.[1]

Борьба с кожными заболеваниями требует осуществления разнообразных мероприятий по механизации и рационализации технологических процессов, правильной организации труда и мер личной гигиены. Следует переходить от кустарных или полукустарных ручных приемов работы на механизированные установки, например на специальные аппараты при цинковании, на аппараты для обезжиривания в трихлорэтилене и др., исключая почти всякую необходимость контакта с электролитом и обезжиривающими веществами.[1]

Поскольку в процессе гальванического производства работники подвергаются опасности, то необходимо разрабатывать и внедрять мероприятия по уменьшению воздействия опасных веществ на здоровье работников.

Гальванические ванны должны оборудоваться местной приточно-вытяжной вентиляцией. В первую очередь требуют устройства подобной вентиляции ванны для электролиза из комплексных растворов цианистых солей.

Местная вытяжная вентиляция осуществляется по средствам бортовых отсосов, которые с большой эффективностью удаляют выделяющиеся с

поверхности ванны газы и туман электролита. Выбор осуществляется исходя из критериев габаритов ванн.

Кроме бортовых отсосов, борьба с уносом электролита и вредных паров с зеркала ванн может производиться путем применения присадок. В качестве защитных присадок применяются порошкообразные вещества в виде фракции перегонки нефти с температурой кипения в пределах 190-260°C.

Так, в частности, применение керосиновой подушки с толщиной слоя в 20 мм для хромировочных ванн уменьшило количество паров хромового ангидрида на высоте 50 мм над поверхностью электролита с 25,3 до 0,043 мг/м<sup>3</sup>, т. е. в 600 раз.[1]

Но недостаточно удалить аэрозоли и пары с поверхности ванн, необходимо так же обеспечить очистку удаляемого воздуха. Для этой цели в гальваническом производстве широко применяются волокнистые фильтры.

Фильтры волокнистые гальванические (ФВГ) предназначены для санитарной очистки аспирационного воздуха от жидких и растворимых в воде твердых аэрозольных частиц в гальванических и травильных производствах. [4]

Фильтры ФВГ выполняют высокоэффективную очистку воздушных вентиляционных выбросов от жидких и растворимых в воде твердых аэрозольных частиц и паров в гальванических, травильных и химических производствах.

Основные преимущества фильтров: простота обслуживания (легкая замена фильтрующего материала); небольшие габариты; наличие встроенного гидрозатвора; возможность очищать воздух от аэрозольных частиц кислот, щелочей, солей и их паров.

Фильтры ФВГ состоят из прямоугольного корпуса с фланцами. Устанавливаются фильтры горизонтально, конструкция позволяет встраивать их непосредственно в воздухопроводы, использовать различные варианты подвода и отвода очищаемого газа, что облегчает монтаж вентсистем в условиях ограниченного пространства.

В корпусе фильтра через верхний люк устанавливается фильтрующая кассета, улавливающая аэрозольные частицы, которые могут присутствовать в жидкой и твердой фазах.

Следует разделять щелочные и кислотные выбросы и не смешивать их, в избежание образования водонерастворимых веществ в результате химических реакций, вызывающих «зарастание» фильтров и газоходов, что приводит к нарушению функционирования фильтров.

Фильтры ФВГ имеют эффективность очистки от 90 % до 96 %, что на несколько порядков снижает негативное влияние химического фактора гальванического производства на работников.

Снижение вредных и опасных факторов гальванического производства не заканчивается применением вытяжной вентиляции. Кроме этого, для безопасности работ на гальваническом производстве должны обеспечиваться требования, согласно типовой инструкции по охране труда гальваника ТОО Р-31-205-97.

Так же должна соблюдаться организация труда на рабочем месте гальваника:

- работник перед началом работ должен быть обеспечен СИЗ;[5]
- при ручном обслуживании ванн загрузка в них изделий должна производиться с помощью корзинок, сеток и решеток, а снятие деталей и перенос их из ванны в ванну — посредством щипцов и пинцетов;
- каждая ванна должна иметь табличку с указанием назначения ванны, температурного режима и концентрации химических веществ;
- во избежание попадания на пол растворов при переносе деталей, промежутки между ваннами закрываются козырьками из химически стойкого материала;
- перед началом работы гальваник переодевается в специальную одежду и надевает средства индивидуальной защиты. Также, для контроля за процессом, гальваник оснащен термометрами, амперметрами, вольтметрами и манометрами;
- для предупреждения возможности поражения электрическим током необходимо изолировать токоведущие части, по возможности размещать их на высоте, ограждать корпуса оборудования и др.;
- мероприятия, предупреждающее опасность поражения электрическим током заключается также в применении двигателей закрытого типа, защитного заземления (зануления), ограждений либо расположение токоведущих частей в местах, недоступных для случайного прикосновения. Необходим периодический контроль состояния электроустановок, силовых и осветительных сетей и их правильной эксплуатации;
- повышенное внимание должно уделяться операциям составления электролитов. Запрещается слив кислот из бутылей их нагибанием. Эта операция должна осуществляться при помощи воздуха невысокого давления, нагнетаемого в бутылку через трубку в пробке, либо при помощи сифона;
- материалы для изготовления полов должны обеспечивать влагонепроницаемость, стойкость к кислотам и щелочам, растворителям и другим агрессивным средам;
- на пол у рабочих мест по всему ряду ванн должны быть уложены деревянные решетки, покрытые резиновыми дорожками.

Рассмотренные в работе средства и мероприятия по снижению влияния вредных и опасных факторов гальванического производства на работников являются рациональными и наиболее актуальными на сегодняшний день.

Рассмотренные в данной работе мероприятия по снижению негативного влияния гальванического производства на работников помогут улучшить условия труда, снизить показатели травматизма на рабочем месте.

### **Список литературы**

1. Филь Е.С. Вопросы охраны труда работников гальванических цехов / Е.С. Филь, И.А. Терентьев. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 18.1 (122.1). – С. 32-35.
2. Воронков Н.А. Экология: общая, социальная, прикладная: учеб. для вузов / Н.А. Воронков. – М.: Агар, 2006. – 424 с.

3. Бродских А.К. *Общая экология* / А.К. Бродских. – М.: изд. центр «Академия», 2006. – 256 с.

4. ТУ 3646-002-11575459-01 *Фильтры волокнистые гальванические. Технические условия.*

5. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 14 декабря 2010 г. N 1104н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам машиностроительных и металлообрабатывающих производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ РИСКА

Ф.И. Четырешников, А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В предоставленной работе рассматриваются количественные показатели отдельных видов риска. К числу показателей, позволяющих оценить состояние безопасности какой-либо системы, относятся индивидуальный, технический, социальный, экологический и экономический риск. Для сравнения риска и выгод многие специалисты предлагают ввести финансовую меру человеческой жизни.

Для сравнения риска и выгод многие специалисты предлагают ввести финансовую меру человеческой жизни. Такой подход вызывает возражение определенного круга лиц, которые утверждают, что человеческая жизнь свята и финансовые сделки недопустимы.

Однако, на практике с неизбежностью возникает необходимость в такой оценке именно в целях безопасности людей, если вопрос ставится так: «Сколько надо израсходовать средств, чтобы спасти человеческую жизнь?» [1-3].

По зарубежным исследованиям человеческая жизнь оценивается от 650 тыс. до 7 млн. долл. США.

Необходимо отметить, что процедура определения риска весьма приближительна. Можно выделить 4 метода оценки риска:

1. Инженерный – опирающийся на статистику, расчет частот, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности.

2. Модельный – основанный на построении моделей воздействия вредных факторов на отдельного человека, социальной группы, профессиональной группы и т.д.

3. Экспертный – когда вероятность различных событий определяется на основе опроса опытных специалистов, т.е. экспертов.

4. Социологический – основанный на опросе населения.

Перечисленные методы отражают разные аспекты риска, поэтому применять их необходимо в комплексе [4].

Чрезвычайно важна для понимания того, как следует относиться к соответствующему риску. Понятие величины риска предполагает согласованный анализ двух характеристик – частоты возникновения и размера ущерба.

Количественные показатели риска

К числу показателей, позволяющих оценить состояние безопасности какой-либо системы, относятся индивидуальный, технический, социальный, экологический и экономический риск.

Индивидуальный риск ( $R_u$ ) обусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных и чрезвычайных ситуаций. Он представляет собой отношение числа тех или иных реализовавшихся для человека опасностей (травма, профессиональное заболевание, гибель на производстве) к возможному числу за определенный период времени:

$$R_u = \frac{P(t)}{L(t)}$$

где  $P(t)$  – число пострадавших (погибших) в единицу времени / от определенного фактора  $f$ ;  $L$  – число людей, подверженных соответствующему фактору риска в единицу времени  $t$ .

Например, риск гибели человека на производстве в течение года может быть определен, если известны статистические данные о занятых в производственной деятельности людей ( $L$ ) и количестве несчастных случаев на производстве в течение года со смертельным исходом ( $P$ ). В России риск гибели на производстве находится на уровне 10<sup>-4</sup>. Источники и факторы индивидуального риска приведены в таблице.

Технический риск ( $R_m$ ) – комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений:

$$R_m = \frac{\Delta T(t)}{T(t)}$$

где  $\Delta T$  – число аварий за единицу времени  $t$  на идентичных системах и объектах;  $T$  – число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска  $f$ .

Экологический риск ( $R_э$ ) выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия. Нежелательные события экологического риска могут проявляться как непосредственно в зонах вмешательства, так и за их пределами:

$$R_э = \frac{\Delta O(t)}{O}$$

где  $\Delta O$  – число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени  $t$ ;  $O$  – число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Масштабы экологического риска  $R_{ТЭ}$  можно оценивать процентным соотношением площади кризисных или катастрофических территорий  $\Delta S$  к общей площади рассматриваемого биогеоценоза  $S$ :

$$R_{ТЭ} = \frac{\Delta S}{S}$$

Дополнительным косвенным критерием экологического риска может служить интегральный показатель экологичности территории предприятия, соотносимой с динамикой плотности населения (численности работающих):

$$O_m = \pm \Delta L = \frac{\pm \Delta M(t)}{S}$$

где  $O_m$  – уровень экологичности территории;  $\Delta L$  – динамика плотности населения (работающих);  $S$  – площадь исследуемой территории;  $\Delta M$  – динамика прироста численности населения (работающих) в течение периода наблюдений  $t$ .

$$\Delta M = G + F - U - V$$

где  $G$  – численность родившихся за наблюдаемый период;  $F$  – численность прибывших в данную местность на постоянное местожительство;  $U$  – число умерших и погибших;  $V$  – число выехавших в другую местность (уволившихся).

В этой формуле  $G - U$  характеризует естественный, а  $F - V$  – миграционный прирост населения на территории (текучесть кадров).

Положительные значения уровней экологичности позволяют разделять территории по степени экологического благополучия, и наоборот, отрицательные значения уровней – по степени экологического бедствия. Кроме того, динамика уровня экологичности территории позволяет судить об изменении экологической ситуации на ней за длительные промежутки времени, определить зоны экологического бедствия (демографического кризиса) или благополучия.

Потенциальный территориальный риск – частота реализации поражающих факторов в рассматриваемой точке территории. Данный показатель характеризует пространственное распределение опасности по объекту и близлежащей территории.

Потенциальный риск не зависит и от того, находится ли опасный объект в многолюдном или пустынном месте и может меняться в широком интервале. Потенциальный риск выражает собой потенциал максимально возможной опасности для конкретных объектов воздействия (реципиентов), находящихся в данной точке пространства.

Значимость значения теории экономической неопределенности и риска в особенности принципиальна для всех государств в условиях современной эры развития информационных систем и компьютерных технологий. Несомненно, что риск есть вероятностная категория, и в этом смысле наиболее обоснованно с научных позиций характеризовать и измерить его как вероятность возникновения определенного уровня потерь [5].

Сказанное выше характеризует категорию «риск» с качественной стороны, но создает основу для перевода понятия «предпринимательский риск» в

количественное. Действительно, если риск – это опасность потери ресурсов или дохода, то существует его количественная мера, определяемая абсолютным или относительным уровнем потерь.

### Список литературы

1. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров - изд. 4-е-М.: Сов. Энциклопедия, 1987. – 1600 с.
2. Московиси С. Общество и теория в социальной психологии / С. Московиси. – М.: Москва, 2003.
3. Справочник директора предприятия- 3-е изд. – М.: Кнорус, 2007. –760 с.
4. Муравьев А.И. Предпринимательство: учебник для вузов / А.И. Муравьев. – М.: ЮНИТИ, 2008. – 479.
5. Виханский О.С. Менеджмент: учебник.-3-е изд. / О.С. Виханский. – М.: Гардарики, 2002. – 528с.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Д.О. Дюкова  
Тульский государственный университет,  
г.Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются проблемы влияния экологических загрязнений на здоровье человека. Сделан акцент на нарастающие с каждым годом экологические проблемы и влияние загрязнения окружающей среды на здоровье детей.

Еще в конце прошлого века человечество столкнулось с серьезными проблемами практически повсеместного загрязнения окружающей среды. И по сей день в России в большинстве промышленных центров сохраняется чрезвычайная экологическая обстановка, более 100 млн. человек проживают в неблагоприятной для жизни экологической обстановке. В процессе деятельности человека в воздушное пространство и в воду сбрасываются тонны отходов, которые загрязняют среду обитания, создавая дискомфорт и угрозу здоровью самого человека и других живых организмов [1,3].

С развитием технологического прогресса, действия, направленные на улучшение условий существования, попутно их ухудшают. Влияние окружающей среды на здоровье человека с каждым годом становится негативнее, что получило название – экологический бумеранг. В биологической пищевой цепи риску наибольшего загрязнения организма подвержен тот, кто находится на ее вершине. Поэтому влияние загрязнения окружающей среды на человека сильнее, чем на других живых существ. За годы жизни в его организме накапливается огромное количество вредных элементов, их концентрация со временем достигает размеров, представляющих серьезную опасность для его здоровья и жизни. Самое сильное влияние от загрязнения атмосферы получают дети до 6 лет и пожилые люди старше 60 лет. Сейчас привычно, что дети с

раннего возраста начинают страдать заболеваниями, которые в прошлом были присущи людям пожилого возраста. Высокая заболеваемость связана с раздражающим действием вредных примесей на слизистую оболочку органов дыхания, превышающим предельно допустимую концентрацию вредных веществ и с общим понижением сопротивляемости организма к вредным внешним воздействиям. Известно, что болезни органов дыхания занимают первое место среди общей заболеваемости населения в городах, атмосферный воздух которых наиболее загрязнен. Доказана прямая зависимость периодов обострения заболеваний от неблагоприятной экологической обстановки. За последние 10 лет в экологически неблагоприятных районах зафиксировано снижение рождаемости (приблизительно на 30-40 %), повышение уровня смертности от врожденных аномалий и опухолей. Загрязненность окружающей среды ведет к распространенности заболеваний органов дыхания, при воздействии повышенного уровня вредных веществ в воздухе обостряются многие хронические болезни, прежде всего, сердечно-сосудистые, легочные, нервной и иммунной систем, желудочно-кишечного тракта и др.

В современных условиях человек постоянно находится в окружении сложного химического мира под влиянием комплекса вредных факторов, что может приводить к развитию онкологических заболеваний. Ключевым фактором при формировании данной патологии является загрязнение воздушной среды [2]. Совместно с проблемой химического загрязнения атмосферного воздуха, важным фактором риска для здоровья человека является и внутрижилищная среда, поэтому необходимо проветривать помещения в течении дня, особенно вечером для хорошего и спокойного сна, делать не реже раза в неделю влажную уборку.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что ухудшение экологической обстановки влияет на здоровье людей всех возрастов. Чтобы минимизировать загрязнения, необходимо, например, использование альтернативных, более чистых источниках энергии, полезным будет активное применение солнечной энергии, а также энергии ветра и воды.

### Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула, «Аквариус», 2015. – С. 107-112.

2. Голиков Р.А. *Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы)* / Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, В.А. Штайгер // *Научное обозрение. Медицинские науки.* – 2017. – № 5. – С. 20-31;

3. Тарасов Л.В. *Земля – беспокойная планета. Атмосфера, гидросфера, литосфера* / Л.В. Тарасов. – М.: ЛКИ, 2008. – 352 с.

4. *Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022).*

# МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Л.Н. Савинова, С.П. Туляков, В.А. Векшина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В работе систематизированы данные долгосрочного контроля радиоактивного загрязнения территорий Тульской области - одной из наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Визуализация данных проведена в среде программного пакета Surfer фирмы Golden SoftWare и реализована в комплекте карт радиоактивного загрязнения на ряд дат.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС – наиболее серьезная в атомной промышленности - превосходила по мощности выброса радионуклидов (РН) и бедственным экологическим последствиям иные крупнейшие аварии на АЭС в США и других странах мира.

Неуправляемый разогрев активной зоны реактора №4 до 4000° привел к образованию радиоактивного факела, от которого нижние слои атмосферы насыщались крупно- и среднелдиспергированной топливной компонентой (12-18 мкм), а высокие слои – тонкодиспергированным окисленным ядерным топливом в смеси с инертными радиоактивными газами и продуктами конденсации на аэрозолях. Общая активность выброса превысила 50 МКи, что эквивалентно активности 326 «Хиросим». Образовалась своеобразная Чернобыльская нуклеарная геосистема с полями интенсивного загрязнения, отличающимися временем выброса радионуклидов из реактора, составом, соотношением и активностью РН в выпадениях.

В начальный поставарийный период дозообразующие поля определялись смесями радионуклидов. После распада РН с периодами полураспада секунды, минуты и часы определяющим становится набор радионуклидов, который по нарастанию периодов полураспада выглядит следующим образом:  $^{133}\text{I}$  (20,8 час.),  $^{239}\text{Np}$  (2,35 дня),  $^{99}\text{Mo}$  (2,75 дня),  $^{132}\text{Te}$  (3,26 дня) с  $^{132}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$  (8,04 дня),  $^{140}\text{Ba}$  (12,8 дня) с  $^{140}\text{La}$ ,  $^{136}\text{Cs}$  (12,98 дня),  $^{141}\text{Ce}$  (32,5 дня),  $^{103}\text{Ru}$  (39,4 дня),  $^{89}\text{Sr}$  (50,6 дня),  $^{91}\text{Y}$  (58,5 дня),  $^{95}\text{Zr}$  (64 дня) с  $^{95}\text{Nb}$  (35 дней),  $^{144}\text{Ce}$  (284 дня),  $^{106}\text{Ru}$  (367 дней),  $^{134}\text{Cs}$  (2,06 года),  $^{125}\text{Sb}$  (2,7 года),  $^{90}\text{Sr}$  (28,5 года),  $^{137}\text{Cs}$  (30,1 года) и трансурановые радионуклиды:  $^{238}\text{Pu}$  (86,4 года),  $^{240}\text{Pu}$  (6553 года),  $^{239}\text{Pu}$  (24110 лет),  $^{241}\text{Am}$  (433 года). Через несколько лет значимыми останутся лишь последние шесть радионуклидов [1].

Тульская область (ТО) лежит в зоне восточного следа загрязнения российских земель. Формирование восточного следа протекало в узком отрезке времени, в течение двух суток, из реакторных выбросов 27, 28 и начала 29 апреля 1986 года. В ближней зоне восточного следа дозовая нагрузка превосходила выпадения радионуклидов после боевых и испытательных взрывов ядерного оружия в атмосфере. Исследования по формированию доз от короткоживущих РН в начальный период после их выпадения показывают, что фотонное излучение 30.04.86 г. создавало в городе Плавске ТО мощность экспозиционной дозы в 3600-3900 мкР/ч [2].

В связи с введением в действие в 1991 году Закона Российской Федерации «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» радиоэкологический мониторинг и оценка неэпидемиологической заболеваемости населения, пострадавших территорий становятся актуальной задачей. Ее решение необходимо для планирования и осуществления мер, направленных на выполнение экологического оздоровления и развития экономики на загрязненных территориях.

Задача долгосрочного контроля радиоактивного загрязнения в практическом аспекте сводится к построению комплекта карт на ряд дат. Основой построения служила база данных, сформированная в результате радиационного мониторинга, выполнявшегося по заданию Федеральной целевой программы «Интеграция» доклады Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Тульской области.

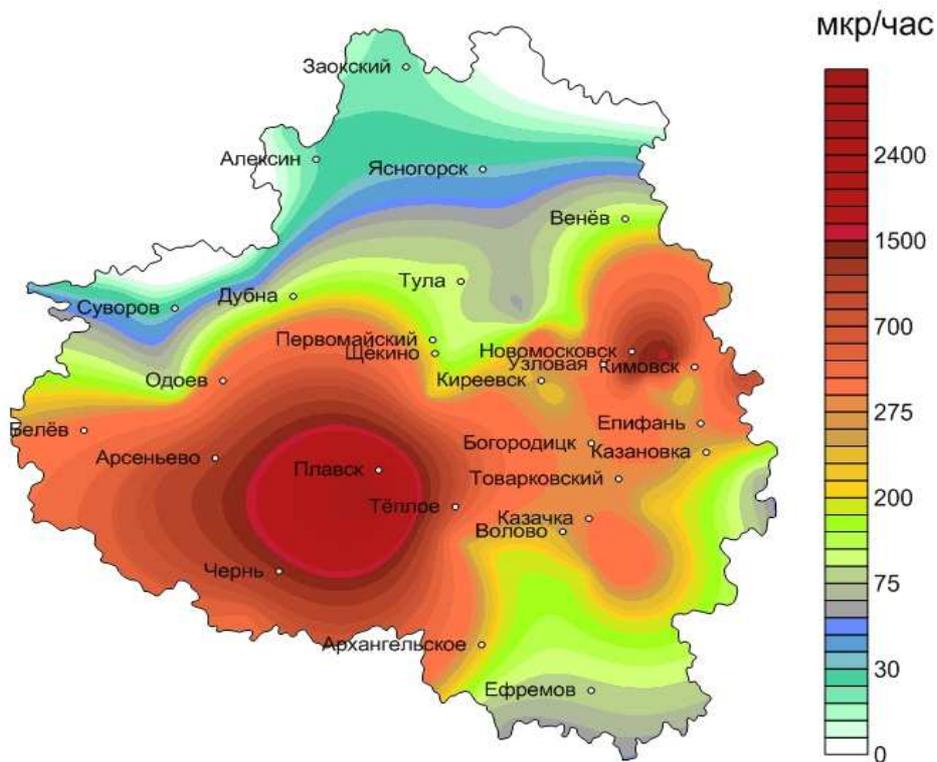
Информация, представленная в табличной форме (таблица), не наглядна и затруднена для восприятия и анализа. Мощный математический аппарат современных ГИС-пакетов в сочетании с развитыми графическими средствами позволяет выполнять визуализацию и анализ многомерной экологической информации с использованием картографических моделей – математико-картографическое моделирование в экологии.

Динамика уровня гамма-фона в Тульской области после аварии на Чернобыльской АЭС

Наименование муниципального образования	Уровень гамма – фона по годам, мкЗв/час					
	1982	1986	1995	1999	2004	2020
Алексин	0.11	0.2	0.17	0.13	0.12	0.11
Арсеньевский	0.13	2.8	0.13	0.22	0.19	0.12
Белёв	0.11	0.35	0.16	0.13	0.13	0.11
Богородицк	0.13	0.85	0.23	0.16	0.14	0.11
Венёв	0.11	0.23	0.11	0.14	0.12	0.11
Волово	0.11	0.8	0.16	0.13	0.14	0.12
Донской	0.11	0.12	0.13	0.17	0.17	0.12
Дубна	0.9	0.24	0.16	0.13	0.12	0.11
Ефремов	0.12	0.2	0.19	0.15	0.13	0.12
Заокск	0.8	0.17	0.15	0.13	0.14	0.11
Каменский	0.13	3.5	0.15	0.15	0.16	0.11
Кимовск	0.12	0.8	0.18	0.18	0.16	0.12
Киреевск	0.11	0.8	0.19	0.17	0.15	0.12



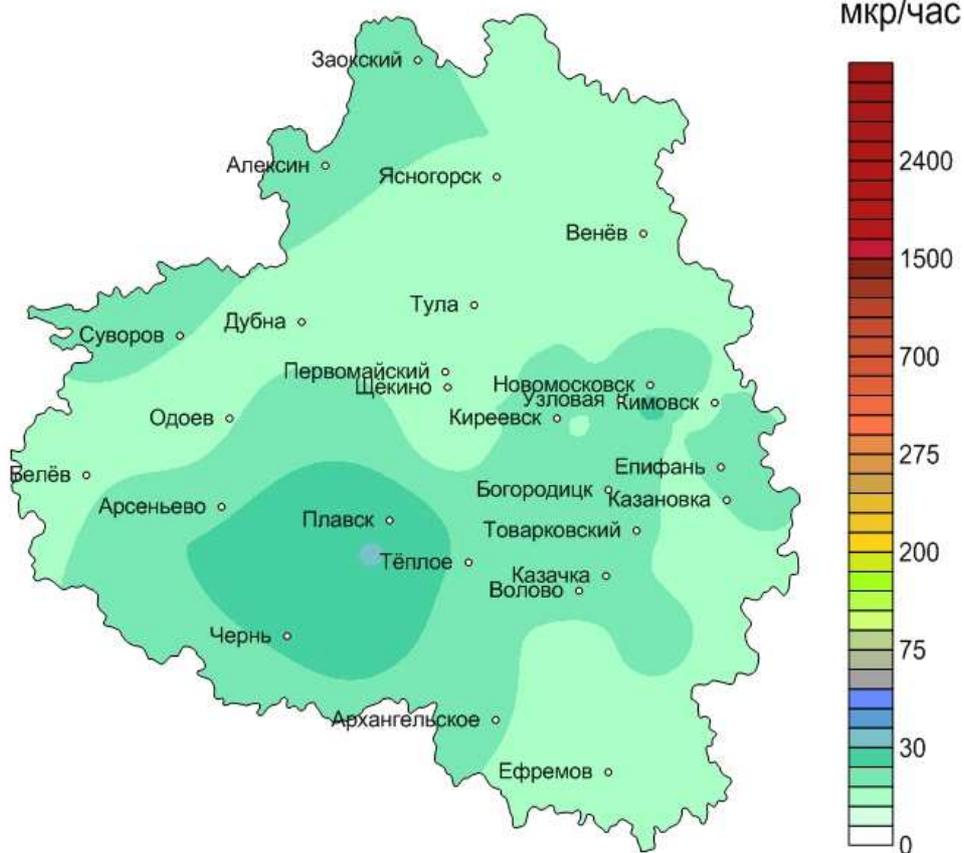
Радиационный фон 30.04.1986



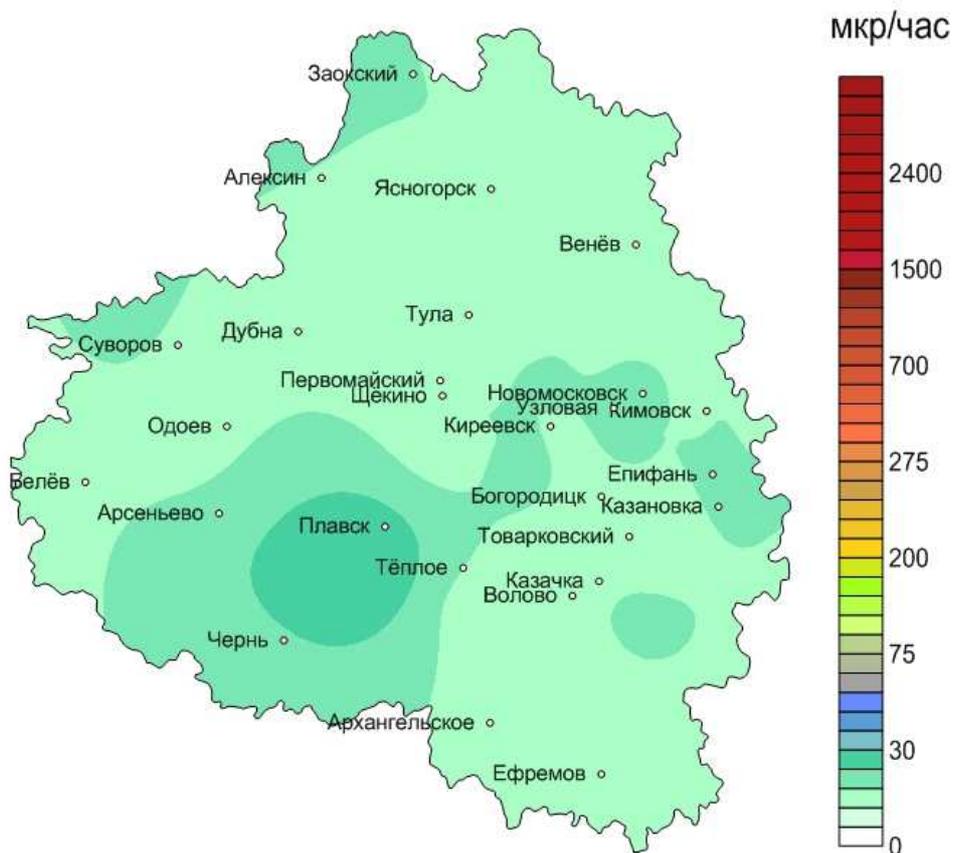
Радиационный фон 15.06.1995



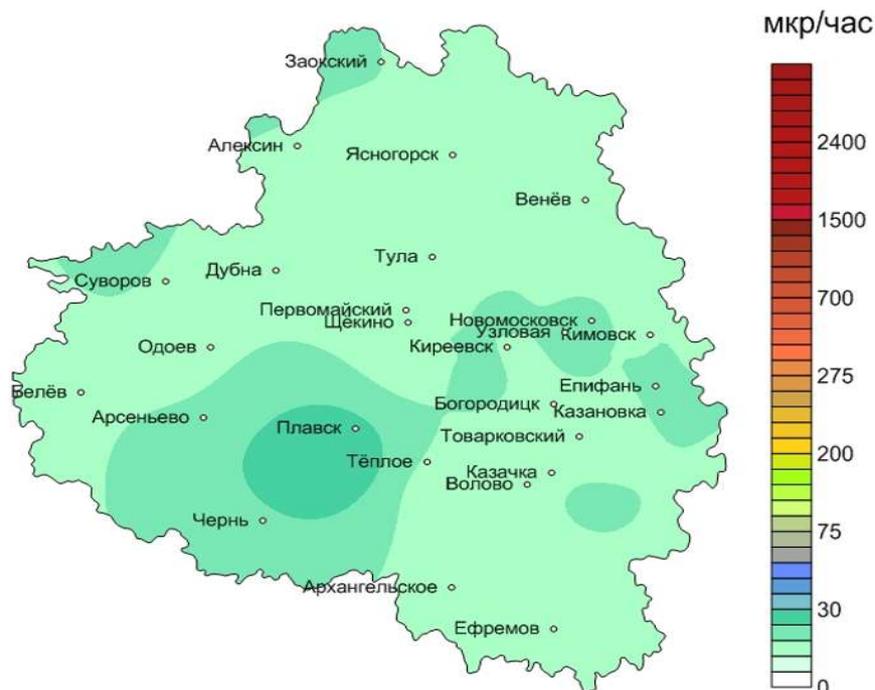
### Радиационный фон 15.06.2000



### Радиационный фон 15.06.2004



## Радиационный фон 15.06.2020



Построенные карты-схемы радиоактивного загрязнения территории Тульской области позволяют получить информацию об изменении во времени и пространстве этого важного экологического фактора.

Приведенные таблицы и карты показывают, что радиационная обстановка в Тульской области после аварии на ЧАЭС стабилизировалась.

### Список литературы

1. Манзон Д.А. Динамика миграции Cs-137 после Чернобыльской аварии на территории Русской равнины / Д.А. Манзон // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата географических наук, Москва, 2010.

2. Соколов В.В. Авария на ЧАЭС и формирование нуклеарной геосистемы дозообразующих полей в загрязнённых ландшафтах в центральных районах России / В.В. Соколов // Известия Тульского государственного университета, Сер. Рациональное природопользование. – М.; Тула, 2001. – Вып.1. – С.323-331.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ю.Н. Пушилина, В.П. Осенкова  
Тульский государственный университет  
г. Тула

*Аннотация.* В статье освещаются вопросы и современные тенденции в области экологической безопасности в РФ.

Можно сказать, что нынешнее состояние экологической сферы Российской Федерации нестабильное. Следовательно, в таких условиях главной задачей государства является стабилизация и регулирование экологической безопасности в стране. Начнем с понятия самой экологической безопасности.

Итак, экологическая безопасность – это защищённость населения и природной среды от возможных природных, промышленных, сельскохозяйственных, антропогенных воздействий [1]. Для ее обеспечения создана система регулирования и управления экологической безопасностью, которая позволяет предсказывать и при возникновении ликвидировать развитие различных чрезвычайных ситуаций.

Еще с начала семидесятых годов в России началась активная разработка правовых и нормативных документов по охране среды и сохранение запасов природных ресурсов. В начале практические предложения касались только промышленного производства. В то время нормативные документы в строительной сфере охватывали лишь малую часть взаимодействия сооружений с окружающей средой, они ограничивались общими правилами защиты природы. Так в проектах начали упоминать о необходимости сокращения загрязнения от строительного транспорта, сохранении растительного слоя, соблюдении санитарных норм и тому подобное [1]. Но оказалось, что соблюдение некоторых норм, запретов и ограничений недостаточно для предотвращения ущерба среде, потому что даже детальные экологические требования не могут учесть бесконечное разнообразие сочетаний инженерных решений с природными системами. С течением времени разрабатывалось все больше и больше правовых и нормативных документов для предотвращения ущерба природной среде и введена ответственность за несоблюдение этих документов. Сейчас за совершение экологического правонарушения, согласно Кодексу административных правонарушений РФ [2] предусматривается вынесение предупреждения, штраф, при высокой степени опасности правонарушения – арест.

Требования по охране окружающей среды предусмотрены для большинства современных предприятий на законодательном уровне. Так к примеру, на основании Федерального закона № 7 «Об охране окружающей среды» на предприятии руководители и ответственные за охрану окружающей среды должны иметь определенную квалификацию и проходить регулярное обучение и проверку знаний по обеспечению экологической безопасности. Обучение также должны проходить все специалисты, работающие с отходами I–IV класса опасности. Помимо этого, должна быть разработана программа экологического контроля деятельности предприятия, иметься разрешение на осуществление выбросов загрязняющих веществ, лицензия на проведение работ, которые относятся к категории лицензируемых, все объекты, вселяющие негативно на окружающую среду должны быть поставлены на государственный учет.

Авторы подчеркивают, что российскому обществу и государству пока не удалось наладить эффективное управление техногенными и антропогенными воздействиями на природную среду, но они работают над этим. В настоящее

время существует система экологической безопасности, также была разработана стратегия экологической безопасности на период до 2025 года.

Стратегия экологической безопасности РФ на период до 2025 года – это документ стратегического планирования, который конкретно определяет цели и задачи по обеспечению безопасности на глобальном, региональном и локальном уровнях для стабильного развития государства.

В Стратегии восемнадцать разделов, в которые входит разработка действенных систем утилизации и повторного применения отходов. Согласно Стратегии, планируется возведение и улучшение очистных сооружений, осуществление комплекса мероприятий по уменьшению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на производственных и иных объектах и устранение их последствий.

### Список литературы

1. Абанина Е.Н. Тенденции развития государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности: (региональный уровень) / Е.Н. Абанина. – Текст: непосредственный // Правовая политика и правовая жизнь. – 2021. – № 1. – С. 31-38.

2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 24.11.2022)

3. Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 г. № 176 – О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года

4. Бадагуев Б.Т. Экологическая безопасность предприятия [Текст]: приказы, акты, инструкции, журналы, положения, планы / Б.Т. Бадагуев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альфа-Пресс, 2012. – 566 с.

5. Астахов А.С. Экологическая безопасность и эффективность природопользования / А.С. Астахов, Е.Я. Диколенко, В.А. Харченко. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 323 с.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА

Е.М. Рылеева, О.А. Табакова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Приведена сравнительная характеристика отдельных видов ионизирующего излучения и механизмы их распадов, а также рассмотрена радиационная обстановка в Тульской области по данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области.

Радиационная безопасность населения является важным элементом национальной безопасности и подразумевает состояние защищенности настоящего и будущих поколений от вредного воздействия ионизирующего излучения. Источники, которые вырабатывают радиоактивный фон, следует

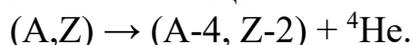
разделить на внутреннее и внешнее облучение. Человек может быть подвержен как внешним, так и внутренним облучениям. Однако больший вред здоровью наносит именно внутреннее облучение, попадающее в организм человека вместе с водой, воздухом и пищей. Оно воздействует на органы, системы тела и на незащищенные ткани на клеточном уровне.

Ионизирующие излучения (ИИ) подразделяются на электромагнитные и корпускулярные. Электромагнитные ИИ – энергия, источником которой являются электроны (гамма – кванты, рентгеновские излучения). Корпускулярные ИИ – все остальные виды излучений: бета-частицы, протоны, альфа-частицы и др.)[2].

Виды ионизирующих излучений:

- альфа-излучения представляют собой поток положительно заряженных частиц, испускаемых при распаде тяжелых ядер с порядковым номером больше 82, например, урана или радия. При внешнем облучении человека серьезной опасности не представляют.[1] Защитой от них может служить тонкий слой любого вещества (одежда, лист бумаги, т.п.). В практической деятельности чаще используют экраны из стекла или плексигласа толщиной несколько десятков миллиметров. При внутреннем облучении (с пищей, водой, вдыхаемым воздухом)  $\alpha$ -излучения очень опасны для человека.

Явление  $\alpha$ -распада состоит в том, что тяжелые ядра самопроизвольно испускают  $\alpha$ -частицы.

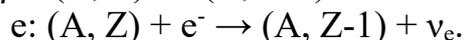
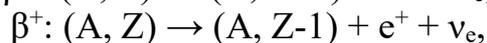


Распад  $\alpha$  – частиц имеет характерные особенности:

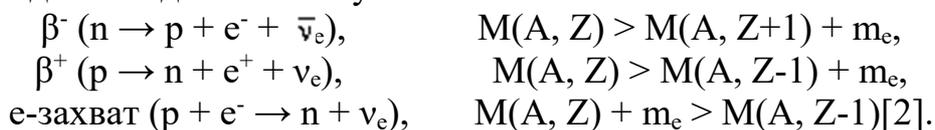
- $\alpha$ -распад происходит на тяжелых ядрах с  $Z > 60$ .
- Периоды полураспада известных  $\alpha$ -радиоактивных ядер варьируются в широких пределах. Так, изотоп вольфрама  ${}^{182}\text{W}$  имеет период полураспада  $T_{1/2} > 8.3 \cdot 10^{18}$  лет, а период полураспада изотопа протактиния  ${}^{219}\text{Pa}$  равен  $5.3 \cdot 10^{-8}$  с[2].

- бета-излучения можно описать, как поток отрицательно заряженных частиц (электронов) или положительно заряженных частиц (позитронов), который задерживается оконным стеклом, одеждой или другими материалами толщиной 1–2 см. Для защиты от  $\beta$ -частиц, как правило, используются комбинированные экраны: один слой плексигласа, карболита и т.п., другой слой – материал с большой атомной массой.

В отличие от других излучений, у бета-излучения существуют три типа распада –  $\beta^-$ -распад,  $\beta^+$ -распад и  $e^-$ -захват:



Главной особенностью  $\beta$ -распада является то, что он обусловлен слабым взаимодействием. Бета-распад – процесс не внутриядерный, а внутринуклонный. В ядре распадается одиночный нуклон.



- гамма-излучения – это электромагнитное излучение, которое испускается ядрами атомов при радиоактивных излучениях. Тело человека они проходят насквозь. В отличие от распадов, рассмотренных ранее, полную защиту от гамма-излучений обеспечить трудно.[1] На практике ослабление интенсивности гамма-излучений различными веществами характеризуется величиной слоя половинного ослабления (слой вещества, при прохождении которого интенсивность излучения уменьшается в два раза). В практической деятельности для защиты используются экраны с большой атомной массой (свинец, вольфрам) или более дешевые материалы (сталь, чугун), а также стационарные экраны из бетона.

- нейтроны – частицы, излучаемые только техническими (искусственными) источниками. Нейтроны проникают в ядра атомов и вызывают ядерные реакции, в результате чего получаются искусственные радиоактивные изотопы. Под воздействием нейтронов элементы Na, K, C, N, P превращаются в радио=нуклиды – гамма-излучатели, т.е. создается наведенная радиоактивность, очень опасная для человека [2]. Источники нейтронов – атомные реакторы на тепловых нейтронах. Для защиты от нейтронов используют экраны из бериллия, графита и материалов, содержащих водород (парафин и вода). От комбинированного действия нейтронов и гаммаизлучений на практике применяются экраны из тяжелых и легких материалов (свинец-вода, свинец-полиэтилен, железо-вода и др. пары комбинаций);

- рентгеновские излучения – вид электромагнитных излучений, который может представлять опасность для человека, по своей физической природе и свойствам очень похожи на гамма-излучения[1]. Однако в медицине, как правило, используются излучения с низшей энергией и кратковременно, и поэтому они нашли широкое применение в диагностике различных заболеваний.

Для более детального сравнения ионизирующих излучений в таблицу вынесены их числовые характеристики

Проанализировав данные таблицы 1 можно сделать следующие выводы:

1.  $\alpha$ -излучение имеет наибольшую ионизирующую, но наименьшую проникающую способность, в связи с чем не представляет серьезной опасности для человека при внешнем облучении;

2. относительно  $\alpha$ -частиц заряд у  $\beta$ -частиц значительно меньше, а скорость наоборот – больше. Исходя из этого,  $\beta$ -частицы имеют большую проникающую способность, что говорит о серьезной опасности при попадании радиоактивных веществ на кожу человека.

3. проникающая способность гамма-излучений максимально высокая, что делает их одинаково опасными как при внутреннем, так и при внешнем расположении источника излучения.

В соответствии с Государственным докладом «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тульской области в 2021 году» радиационная обстановка на территории Тульской области по сравнению с предыдущими годами существенно не изменилась и остается удовлетворительной[3].

### Сравнительная характеристика ионизирующих излучений

Вид излучения	Природа излучения	Проникающая способность		Ионизирующая способность (ЛПИ), (кол-во пар ионов на 1 см пробега в воздухе)	Скорость	
		Воздух	Биологическая ткань			
Корпускулярное излучение	Альфа, $\alpha$ ( ${}^4_2\text{He}$ )	Поток ядер атом гелия	Слабая		Высокая 25-60 тыс. пар ионов/см	14-22,5 тыс. км/с
			2,5-8,6 см, max = 11,5см	70-110 мкм		
	Бета, $\beta$ ( $e^-$ , $e^+$ )	Поток электронов	Высокая, выше чем у $\alpha$		Значительно ниже, чем у $\alpha$ -частиц 100-300 пар ионов/см	800 тыс. км/с
		2-5 м, max = 44м	55,4мм			
Нейтронное, n	Поток нейтронных частиц	Очень высокая		Высокая	20 тыс. км/с	
		До 300 м	До 1 см			
Электромагнитное излучение	Гамма, $\gamma$ (квант)	Электромагнитное	Сотни метров, полная		Малозначительная, ниже, чем у $\alpha$ -частиц	
	Рентгеновское	Электромагнитное	Большая, очень высокая			Малозначительная, ниже, чем у $\alpha$ -частиц

Средняя годовая эффективная доза облучения на жителя Тульской области за счет всех источников ионизирующего излучения составила в 2020г. – 5,281 мЗв/чел, 2019г. – 5,724 мЗв/чел, 2018г. – 5,662 мЗв/чел. Структура коллективных доз облучения населения за 2020 год выглядит следующим образом: деятельность предприятий, использующих источники ионизирующего излучения (ИИИ) – 1,49 чел.–Зв/год (0,02 %); техногенно измененного радиационного фона 7,33 чел.–Зв/год (0,10 %); природных источников – 6601,85 чел.–Зв/год (85,27 %); медицинских исследований – 1131,31 чел.–Зв/год (14,61 %) и всего 7741,98 чел.– Зв/год (рис. 1).

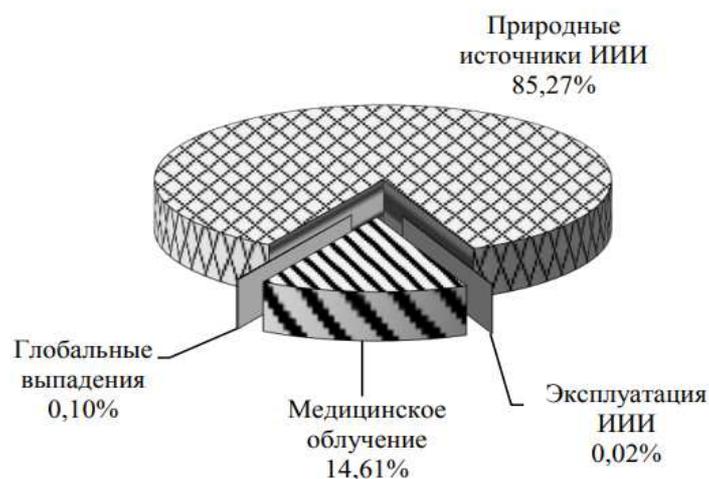


Рис.1. Структура годовой эффективной коллективной дозы облучения населения за 2020г.[3]

Медицинские и промышленные организации являются ключевыми объектами, использующими источники ионизирующего излучения. В 2020 году на контроле Управления находилось 189 организаций (2019г. – 185, 2018г. – 180), использующих в своей работе источники ионизирующего излучения (рис. 2). На рисунке 2 представлено изменение количества медицинских и промышленных организаций, использующих источники ионизирующего излучения.



Рис.2. Количество объектов, использующих источники ионизирующего излучения [3]

Охват радиационно-гигиенической паспортизацией стоящих на учете в Управлении Роспотребнадзора Тульской области организаций составляет 100 %. Анализ представленных радиационногигиенических паспортов показал, что в 2020г. в учреждениях и организациях, на рабочих местах, связанных с источниками ионизирующего излучения, занят 1491 человек, из них к группе «А» относится 1355 человек, к группе «Б» – 136 человек. По результатам индивидуального дозиметрического контроля персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения, не выявлено превышений дозовых пределов, регламентированных СП 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»[3].

Управлением Роспотребнадзора продолжается и совершенствуется работа по радиационно-гигиенической паспортизации учреждений и организаций, использующих источники ионизирующего излучения, контролю и учету индивидуальных доз облучения работников и пациентов, а также обеспечению радиационной безопасности и совершенствованию радиационного мониторинга с учетом современных методических рекомендаций.

### Список литературы

1. Добровольский В.А., Грицай С.А., Заика А.А., Омельченко А.Т. Основные свойства, виды и источники радиоактивных излучений / В.А. Добровольский. – Новочеркасск, 2016. – 18-20 с.
2. Ластовкин В. Ф. Основы радиационной безопасности / В.Ф. Ластовкин. – Нижний Новгород, 2017. – 9-10 с.
3. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тульской области в 2021 году — Тула: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области. – 2022. – 13-15 с.

# ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

## АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИЯХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЦЕЗИЕМ-137 ВСЛЕДСТВИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ

Е.М. Рылеева, П.Ю. Белова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Проведен анализ радиационной обстановки Щекинского, Одоевского, Плавского, Веневского, Чернского районов Тульской области. Показаны результаты радиационного мониторинга уровня гамма-фона на территории Тульской области.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС произошло радиоактивное загрязнение области на площади 11,8 тыс. кв. км, что составило около половины (46,8 %) ее территории. Плотность радиоактивного загрязнения почвы цезием-137 составила в среднем от 1 до 15 Ки/км<sup>2</sup> [1].

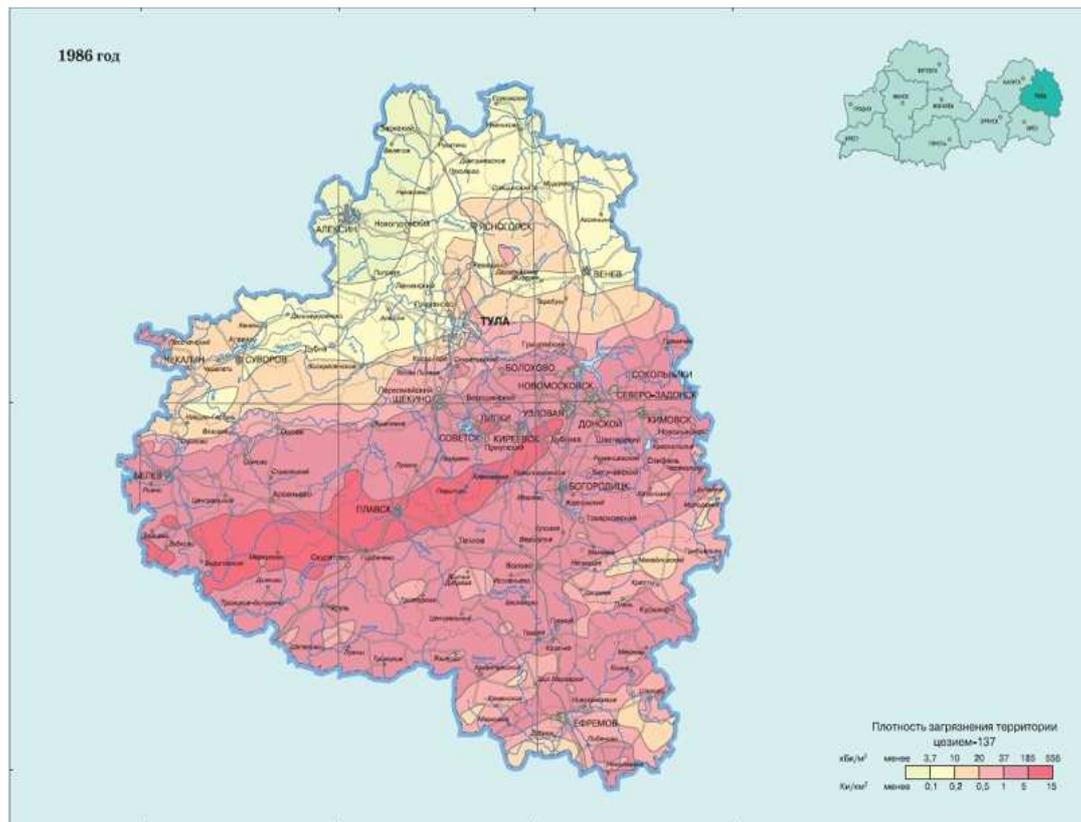
Весь послеварийный период, начиная с апреля 1986 года, в нашем регионе на радиоактивно загрязненных территориях силами различных радиологических лабораторий и контролирующих организаций и служб осуществлялся систематический радиационный мониторинг объектов внешней среды. Должное внимание уделялось радиационному контролю пищевого сырья, продуктов питания и питьевой воды, поверхностных водоемов, загрязненности воздуха и почвы в населенных пунктах.

Экологическая обстановка в регионе существенно ухудшилась в результате загрязнения цезием-137 территорий 18 районов вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Загрязнение территории области происходило в три этапа в период с 7 по 15 мая 1986 года в результате осаждения парогазовых компонентов выбросов ЧАЭС, содержащих цезий-134, цезий-137, стронций-90. указанными радионуклидами оказались загрязненными почвы, донные отложения водоемов, лесные массивы [2].

В Плавском, Арсеньевском, Чернском, Киреевском, Богородицком, Узловском, Щекинском районах области наблюдалось наиболее высокое радиоактивное загрязнение почвы цезием-137 в концентрациях 5-10 Ки/км<sup>2</sup>, а на отдельных участках и более. Так, в зоне радиоактивного загрязнения с плотностью 1 – 5 Ки/км<sup>2</sup> оказалось 1737 населенных пунктов с населением около 790 тыс. человек; площадь данной территории составила 12,019 тыс. км<sup>2</sup>. На площади 2,458 тыс. км<sup>2</sup>, где уровни загрязнения почвы радиоцезием превышали 5 Ки/км<sup>2</sup>, в 311 населенных пунктах проживало население численностью более 140 тыс. человек. Таким образом, воздушная среда, почвы, подстилающие породы, поверхностные и подземные воды на значительной территории региона стали характеризоваться высокой степенью радиоактивного загрязнения, «Чернобыльский след» на тульской земле занимал площадь 14,5 тыс. км<sup>2</sup> [3].

На рисунке показана карта загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

На 01.01.2022 года в Тульской области имеется 349,5 тыс. га сельскохозяйственных угодий, загрязненных цезием – 137, из них с плотностью загрязнения от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup> – 348,6 тыс. га и 0,9 тыс. га свыше 5 Ки/км<sup>2</sup>. Ежегодно происходит перераспределение площадей по уровням загрязнения в связи с естественным распадом цезия-137 [1].



Карта загрязнения цезием-137 территории Тульской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986г.

Радиационная обстановка в Щёкино и прилегающих к нему территориях установлена следующая ситуация. Гамма-фон в населенных пунктах регистрировался в среднем на уровне от 0,10-0,12 мкЗв/ч. На наиболее загрязненной территории – Лазаревская зона, на отдельных, ограниченных по площади участках, уровень гамма-фона достигает 0,12 – 0,15 мкЗв/ч. Практически повсеместно происходит постепенное снижение уровня гамма-фона за счет перераспределения радионуклидов во внешней среде и их естественного распада, в таблице № 1 представлена динамика уровня гамма-фона за последние пять лет в Щекинском районе после аварии на Чернобыльской АЭС [4].

Исходя из данных доклада о санитарно-эпидемиологической обстановке в 2021 году в Щекинском районе дозовая нагрузка населения, проживающего на загрязненной территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС в среднем на каждого жителя, составляет 0,1 мЗв/год при максимальном значении - 0,7 мЗв/год (н.п. Царево). Основной вклад в дозу вносит внешнее облучение, доза внутреннего облучения составляет 1 % [4].

Таблица 1

Динамика уровня гамма-фона в Щекинском районе после аварии на  
Чернобыльской АЭС [4].

Год	Уровень гамма-фона по годам мкР/ч				
	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Щекинский район</b>	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12

Анализируя результаты радиационного мониторинга уровня гамма-фона других районов Тульской области, расположенных в зонах «чернобыльского следа», гамма-фон остаётся стабильным, уровень его находится в пределах естественных колебаний, характерных для регионов центра европейской части России (10–20 мкР/ч или 0,10–0,20 мкЗв/ч) [3].

Таблица 2

Результаты радиационного мониторинга уровня гамма-фона на  
территории Тульской области за 9 месяцев 2022 г.

Район	Мощность дозы внешнего гамма-излучения (гамма-фон), мкЗв\час в контрольной стационарной точке
Тула, Алексин, Венев Дубна, Заокск, Ленинский, Суворов, Ясногорск	0,09 ÷ 0,11
<b>в зоне радиоактивного «чернобыльского» загрязнения</b>	
Арсеньевский	0,10 ÷ 0,11
Белевский	0,09 ÷ 0,11
Богородицкий	0,10 ÷ 0,11
Волово	0,10 ÷ 0,11
Донской	0,10 ÷ 0,12
Ефремов	0,10 ÷ 0,12
Каменский	0,10 ÷ 0,11
Кимовск	0,10 ÷ 0,12
Киреевск	0,11 ÷ 0,12
Куркино	0,10 ÷ 0,12
Новомосковск	0,10 ÷ 0,12
Одоев	0,09 ÷ 0,10
Плавск	0,12 ÷ 0,14
Т-Огарево	0,11 ÷ 0,12
Узловая	0,11 ÷ 0,13
Чернь	0,11 ÷ 0,12
Щекино	0,10 ÷ 0,11

По прогнозным данным Росгидромета [5], снижение радиоактивного загрязнения территории Тульской области до уровня менее 5,0 Ки/км<sup>2</sup> ожидается лишь к 2029 году, а снижение до уровня ниже 1 Ки/км<sup>2</sup> – не ранее 2098 года. Все эти годы население, естественно, будет нуждаться в мерах социальной поддержки и должны проводиться мероприятия по реализации

целевых программ, направленных на дальнейшую реабилитацию загрязненных территорий и оздоровление проживающего на них населения.

### Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2021 год. - Тула, Министерство природных ресурсов и экологии Тульской области, 2022. – 107 с.

2. Перечень населенных пунктов, относящихся к территориям радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС. – М.: ИзАТ, 1993. – 112 с.

3. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тульской области в 2021 году – Тула: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области. 2022. – 223 с.

4. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в 2021 году в Щекинском районе. Щекино, 2022.

5. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия – Беларусь). / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. – Москва – Минск: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2009. – С. 46, 48.

## ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОИЗОТОПНЫХ ПРИБОРОВ В НАУКЕ И НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Е.М. Рылеева, Д.Э. Колганов  
Тульский государственный университет,  
г.Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается понятие «радиоизотопные приборы» с различных позиций. Рассмотрены возможности их применения в различных сферах экономики и вопросы обеспечения энергетической безопасности.

В процессе развития технологий человечество искало все новые источники энергии, которые могли бы удовлетворить производственные и бытовые нужды, быть безопасными и не требовать ресурсов для своей работы. Так, для получения электрической энергии удобнее всего использовать тепловую энергию с дальнейшим ее преобразованием в электрическую. В качестве тепловой энергии чаще всего применяется пар, нагретый воздух или углеводородное топливо. Далее каждый из этих источников поступает на тепловые электростанции, в двигатели Стирлинга, двигатели внутреннего сгорания и т.д., то есть в установки, где производится их преобразование в электрическую энергию.

Однако с появлением новых технологий и их развитием требовались другие источники, которые позволили бы с меньшими потерями производить большие объемы энергии и в течение длительного периода времени. К ним относятся источники энергии, выделяемой из атомного ядра, то есть появилась потребность использовать в сфере энергетики ядерные технологии.

Действительно, в процессе радиоактивного распада ядер, реакциях деления тяжелых ядер под действием нейтронов, реакциях синтеза легких ядер и в процессах аннигиляции выделяется огромное количество энергии. [2]

При поглощении радиоактивного излучения (альфа-, бета-, гамма-), испускаемого радиоактивными ядрами, происходит нагревание. Образующая тепловая энергия с помощью термоэлектрического преобразования может быть переведена в электрическую энергию. Этот принцип используется чаще всего при получении электрической энергии от радиоактивных изотопных источников.

Радиоизотопными источниками энергии (РИЭ) называются устройства, которые преобразуют энергию, выделяющуюся при радиоактивном распаде ядер, или тепловую энергию изотопа в электрическую или тепловую энергию. [3]

Принципиальное отличие радиоизотопного источника энергии от атомного реактора состоит в том, что в РИЭ используется энергия распада радиоактивных ядер, которая не контролируется и определяется свойствами изотопа и его формы (сплав или соединение), а в ядерных реакторах осуществляется управляемая цепная реакция. Важно также отметить, что РИЭ обеспечивают полную автономность в работе, имеют высокую надежность, малый вес и габариты.

Основные причины применения радиоизотопных источников: компактность, необслуживаемость в течение длительного времени и самое главное – огромная энергоемкость изотопов. Например, в РИЭ на основе оксида плутония-238 ( $^{238}\text{Pu}$ ), снижение энерговыделения из-за распада ядер составляет всего 0,78 % в год. Массовая и объемная энергоемкости при распаде изотопов значительно (в 4-50 раз) меньше аналогичных энергоемкостей при делении ядер урана, плутония и других делящихся изотопов, но они в десятки и сотни тысяч раз выше энергоемкостей химических источников энергии, таких как аккумуляторы, топливные элементы и другие химические элементы. Данные свойства характерны только для радиоизотопов и являются их значительным преимуществом перед другими энергетическими источниками

РИЭ широко используются в основном в качестве источников питания в тех отраслях, где использование традиционных технологий нерентабельно или невозможно. К таким сферам применения относятся: – космические аппараты, межпланетные станции, спутники и другие устройства, где очень мал поток от солнечного излучения; – системы регенерации воды на космических аппаратах; – удаленные северные территории (Арктика, открытое море); – обеспечение электроэнергией маяков и бакенов, метеостанций; – стимуляторы сердечной деятельности; – глубоководные аппараты и другие нетрадиционные области. В зависимости от назначения и требований к выполняемым задачам радиоизотопные источники энергии изготавливаются в различном исполнении. [1]

В большинстве изотопных батарей тепловая энергия превращается в электрическую, – путём термоэлектрического преобразования. Обычно используют два типа генераторов: на основе термоэлементов или

термоэмиссионного преобразователя. Однако существуют также варианты комбинирования этих устройств, парогутные и водопаровые турбины и множество других вариантов, которые используются довольно редко.

В термоэлектрогенераторе, тепло от распада изотопов поглощается термобатареями и с помощью эффекта Зеебека получаем электроэнергию (в замкнутой цепи между двумя контактами возникает электродвижущая сила). Термоэмиссионный преобразователь основывается на эффекте Ричардсона – испускании электронов нагретыми телами (при нагреве какого-либо металла между катодом и анодом возникает термоэлектронный ток).

Полониевая батарея. Источник энергии – полоний  $^{210}\text{Po}$ . Его распад сопровождается гамма-излучением слабой интенсивности. Период полураспада относительно небольшой, что делает такой источник энергии практически безопасным в использовании.

Стандартные источники с тепловой мощностью 10 Вт уже через 12 лет абсолютно безвредны для окружающей среды и не считаются радиоактивными отходами. Такие батареи были установлены в космических аппаратах типа «Космос» и на «Луноходах» в качестве источника тепла для поддержания нормального функционирования аппаратуры в приборном отсеке.

Цериевая батарея. Источник тепла – радиоактивный изотоп Церий-144. Предназначается для питания радиопередатчиков и автоматических метеостанций. Стандартная мощность 200 Вт, а срок полураспада 285 суток.

Плутониевая батарея. Четыре килограмма оксида плутония имеют мощность 60 Вт и работают в течение 10 лет – отличное устройство для использования в космической сфере. Такие элементы использовались для питания космических аппаратов «Викинг», которые проводили исследования на поверхности Марса.

Также существуют нетермические генераторы, похожие по принципу работы на солнечные батареи. Это бета-гальванические и оптико-электрические источники.

Прометиевая батарея. Электрический ток возникает вследствие бетавольтэффекта, во время которого пограничный слой полупроводника ионизируется бета-излучением прометия. Такие батареи практически не дают гамма-лучей, а мягкое бета-излучение задерживается корпусом батарей и слоем фосфора. Длительность работы примерно два с половиной года, а 5 мг оксида прометия дают энергию в 8 Вт.

Радиоизотопы широко применяются в смеси с фосфором для изготовления красок постоянного свечения. Чаще всего применяют радий-226, период полураспада которого 1620 лет, что обеспечивает практически вечное свечение изделия. Оформление контрольных приборов на борту транспортных средств, стрелки часов, ёлочные игрушки – ничто не обходится без подобных смесей. Однако в последнее время радий пытаются заменить безопасным для здоровья радионуклидом и чаще всего останавливаются на прометии-147. Он излучает только бета-лучи, которые неопасны для организма, однако период полураспада составляет всего лишь 2.64 года, что, явно недостаточно.

Радиолюминисцентные источники света также основываются на смесях фосфоров с газообразными радионуклидами. Сфера или трубка, покрытая фосфором с внутренней стороны, обычно наполняется криптоном или тритием – мягкими бета излучателями с периодами полураспада 10.3 и 12.2 года соответственно. Такие фонари используются на полярных аэродромах и в навигационных знаках.

АО «СредАзЦветМетЭнерго» разработал Плотномер радиоизотопный «ПР-1026М», назначением которого является бесконтактное непрерывное измерение плотности растворов и пульп, транспортируемых по трубопроводу, контроль и регулирование технологических процессов.

**Область применения:**

Металлургическая, химическая, строительная, пищевая, целлюлозно-бумажная отрасли промышленности.

**Принцип действия:**

Измерение величины интенсивности гамма-излучения при прохождении через потоки материалов различной плотности.

**Достоинства и преимущества:**

- запатентованный способ автоматической компенсации дестабилизирующих факторов (патенты № 2073887 и № 1443624).
- Встроенный тестер контроля режимов.
- Проверка прибора на технологической точке.
- Термостатирование блока детектирования.
- Автоматическое обеспечение минимальной статистической погрешности.
- Применение широкодоступной отечественной элементной базы.
- 15-летний опыт промышленной эксплуатации.
- Возможна работа с источниками активностью меньше минимальной значимой активности.
- Внесен в Государственный реестр измерительных приборов за № 12820-91.

Основные технические характеристики прибора представлены ниже (таб. 1).

Таблица 1  
Основные технические характеристики «ПР-1026М»

Контролируемая плотность, кг/м <sup>3</sup>	500 – 3500
Диапазон измерений, кг/м <sup>3</sup>	50 – 500
Основная приведенная погрешность, %	0,1 – 0,6
Наименьшая абсолютная погрешность, кг/м <sup>3</sup>	1,0
База измерений (диапазон возможных диаметров трубопроводов), м	0,1 – 0,5
Время установления показаний, с	1 – 300
Длина соединительного кабеля, м	500
Выходной сигнал, мА	4 – 20
Индикация	Стрелочная

АО «Союзцветметавтоматика» были разработаны радиоизотопные релейные приборы «РРП-1Т», «РРП-3», «РРПВЗ-1», назначение которых заключается в бесконтактном позиционном контроле уровня жидких и сыпучих материалов, контроле границы раздела двух сред:

- «РРП-1Т» — моноблочное общепромышленное исполнение;
- «РРП-3» — общепромышленное исполнение;
- «РРПВЗ-1» — взрывоопасное исполнение.

Радиоизотопные релейные приборы позволяют контролировать:

- уровень материалов в закрытых сосудах, бункерах и других емкостях;
- забивку течек, желобов и зависание материалов на стенках бункера;
- наличие материала на ленте транспортера;
- изменения свойств (плотности) контролируемого объекта.

Состав изделия:

- «РРП-1Т»: релейный блок, блок источника излучения;
- «РРП-3», «РРПВЗ-1»: блок детектирования, блок источника излучения,

блок обработки информации.

Основные технические характеристики приборов представлены ниже (таб. 2).

Таблица 2

Основные технические характеристики «РРП-1Т», «РРП-3», «РРПВЗ-1»

Минимальное время срабатывания, с: РРП-1Т: РРП-3, РРПВЗ-1: – объем памяти 4 разряда – объем памяти 8 разрядов	4±1 0,02 20
Питание, В	220 (50 Гц)
Температурный диапазон, °С: РРП-1Т: РРП-3, РРПВЗ-1: – для блока детектирования БДГ – для блока обработки информации БОИ	От –30 до +50 От –50 до +50 От –10 до +50
Длина кабеля БДГ – БОИ (для РРП-3, РРПВЗ-1), м	До 300
Габариты, мм: РРП-1Т: РРП-3, РРПВЗ-1: – блока детектирования БДГ – блока обработки информации БОИ	376 x 230 x 149 Ø 115 x 294 265 x 160 x 160
Масса прибора, кг	8
Масса, кг: РРП-1Т: РРП-3, РРПВЗ-1: – блока детектирования БДГ – блока обработки информации БОИ	8 4 6

В заключение отметим, что в ближайшем будущем изотопные источники энергии не уступят свою нишу в космической индустрии. К новейшим батареям такого типа предъявляются самые строгие требования по ядерной и радиационной безопасности, возможности продолжительного нахождения в космосе, высокой мощности на единицу массы и продолжительному сроку работы.

Изотопная энергия позволит решать задачи обороны (автономное энергоснабжение радиолокационного наблюдения, специальной связи и ретранслирование информации, спутники военного назначения) и обеспечивать связь и телевидение (высокопроизводительные глобальные инфосистемы, системы связи с высокой пропускной способностью). Используя изотопы, накопившиеся в результате работы АЭС, человечество сможет частично решить проблему захоронения радиоактивных отходов и энергетические проблемы (космическое производство энергии и дистанционное снабжение Земли). [4]

### Список литературы

1. Жизнин С.З. Геополитические и экономические аспекты развития ядерной энергетики / С.З. Жизнин, В.М. Тимохов // Вестник МГИМО. – 2015. – № 4(43). – С. 64-73.
2. Степанов В.А. Ядерная энергетика / В.А. Степанов, В.А. Чернов, Ю.Г. Паришков, В.П. Лебедев, Е.В. Харанжевский // Изв. ВУЗов. – 2018. – №1. – С. 146-153.
3. Корлисс У.Р., Харви Д.Г. Источники энергии на радиоактивных изотопах / Пер. с англ. [и предисл.] В.В. Кривицкого. – М.: Мир, 1967. – 413 с.
4. Гельфанд М.Е. Радиоизотопные приборы и их применение в промышленности: справочное пособие / М.Е. Гельфанд, В.М. Калошин, Г.Н. Ходоров. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 219 с.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

### ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗДУШНЫХ МАСС ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕГИОНОВ «НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНЫХ» ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ

Абдо Шияр, Ю.В. Королева

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,  
Институт живых систем,  
г. Калининград

*Аннотация.* Данная работа была посвящена определению основных путей переноса загрязняющих веществ, потенциальных источников и их относительного вклада в уровень загрязнения на данном участке в юго-восточной части Балтийского моря на основе анализа кластеров траекторий и модели источник-рецептор (траектории, взвешенные по концентрации (Concentration weighted trajectory «CWT»). Согласно кластерному анализу и результатам CWT показали, что на атмосферу региона в основном влияют загрязняющие воздушные массы, передаваемые с запада и юго-запада. Самые высокие значения CWT, указывающие на регионы с основными источниками  $NO_2$  и  $SO_2$ , были в центральной и северной Польше и юго-восточной Германии.

*Ключевые слова:* Источники загрязнения; Модель HYSPLIT; Обратные траектории; CWT.

## **Введение:**

Сегодняшняя атмосфера значительно отличается по химическому составу от естественной атмосферы, существовавшей до промышленной революции (около 1760 года). Если естественная атмосфера считается чистой, это означает, что в сегодняшней атмосфере чистого воздуха нигде не найти. Загрязнение воздуха можно определить, как состояние атмосферы с преобладающим присутствием опасных веществ, которые наносят вред людям и животным и изменяют химический состав естественной атмосферы [1]. Как известно, состояние атмосферы и качество воздуха в любом месте, особенно в городских районах, связаны с местными условиями, а также с рассеиванием и переносом загрязнителей на большие расстояния. Из-за отсутствия границ в атмосфере земли газы и частицы, образующиеся из одного точечного источника, могут транспортироваться по всему земному шару.

До 1970-х годов загрязнение воздуха в Балтийском регионе считалось локальной проблемой, ограниченной близлежащими источниками выбросов или городскими районами, но экономические и демографические изменения в регионе привели к увеличению загрязнения атмосферы и сообщалось о нескольких проблемах загрязнения воздуха, которые стали региональной проблемой и оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую среду в более широком масштабе.

Наиболее важные источники и виды загрязнения в Балтийском регионе не отличаются от таковых в любом другом регионе. С другой стороны, источники загрязнения различаются в разных странах. Например, Швеция и Норвегия не имеют каких-либо значительных выбросов от производства электроэнергии, поскольку подавляющее большинство производства электроэнергии в Норвегии основано на энергии воды, а в Швеции оно основано на энергии воды и ядерной энергии. Увеличение числа частных автомобилей и объема грузовых перевозок, а также тип промышленности также являются решающими факторами выбросов в той или иной стране. Как и в других промышленно развитых странах, SO<sub>x</sub> и NO<sub>x</sub> являются основными веществами, вызывающими загрязнение воздуха в Балтийском регионе. Таким образом, наибольшее количество измерений и расчетов найдено для выхода этих двух веществ [2].

Доклад направлено на определение областей потенциальных источников атмосферных выбросов в юго-восточной Балтике на основе записей концентрации NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> с декабря 2020 по ноябрь 2021 года и модели HYSPLIT для моделирования обратных воздушных траекторий.

## **- Материалы и методы**

Интересующий объект находится в Калининградской области на юго-восточном побережье Балтийского моря. Калининградская область – самый западный регион Российской Федерации. Рецепторная точка – Железнодорожный (54,38°N и 21,59°E, 50 м над уровнем моря), расположен в южной части Калининградской области, в 10 км от польской границы и в 100 км от берега Балтийского моря (рис. 1).



Рис. 1. Расположение точки рецептора

Модель HYSPLIT использовалась для расчета 72-часовых обратных траекторий с 1 декабря 2020 года по 30 ноября 2021 года. Концентрации  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$  на железнодорожной станции были затем связаны с каждой воздушной траекторией, прибывающей в рецепторную точку [3,4]. Обратные траектории были сгруппированы в соответствии с согласованностью особенностей пространственного распределения каждой траектории и их происхождения в 4 кластеров. Кластерные обратные траектории были разделены на чистые и загрязняющие траектории. Кластерный обратный путь был определен как путь загрязнителя, который соответствовал концентрации выше порогового значения 75-го перцентиля. Напротив, обратный кластерный путь, соответствующий концентрациям ниже порогового значения 75-го перцентиля, определялся как чистый путь. Кластерный анализ является важным методом для расшифровки происхождения воздушных масс и путей переноса загрязняющих веществ, поступающих в определенное место. Тем не менее, они не совсем точно определяют относительный вклад регионов потенциальных источников, поскольку не учитывают концентрации вместе с траекториями [5].

Одним из методов расчета вероятности потенциальных источников является траектория, взвешенная по концентрации (CWT); модель CWT обычно используется для определения областей источников, влияющих на качество воздуха. Это метод определения зон источников на основе анализа траекторий воздушных потоков. Метод предполагает, что если обратная траектория воздушной массы имеет время пребывания в сетке, то воздушная масса примет выбросы из этой области и впоследствии подвергнется переносу, внося свой вклад в концентрацию в точке приема [6, 7].

### **- Результаты и обсуждение**

Результаты анализа кластеризации обратных траекторий загрязнителей атмосферного воздуха в районе исследования показаны на рисунке 2. Обратные траектории были сгруппированы в четыре основные траектории обратной кластеризации. Кластеры 1, 2, 3 и 4 составили 39,9 %, 17,5 %, 26,5 % и 16 % от общего числа траекторий соответственно.

### Статистическое резюме анализа кластеризации

Кластер	кол-во траекторий	NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>	
		процент загр-ных траекторий в каждом кластере	ср. концентрации загрязняющих веществ в траекториях (мкг/м <sup>3</sup> )	процент загр-ных траекторий в каждом кластере	ср. концентрации загрязняющих веществ в траекториях (мкг/м <sup>3</sup> )
1	566	28.09 %	22.42	23.14 %	7.18
2	246	33.74 %	20.33	40.65 %	6.82
3	374	15.24 %	23.05	15.77 %	7.07
4	226	25.66 %	18.86	29.64 %	7.96
Все	1412	25.28 %	21.46	25.28 %	7.21

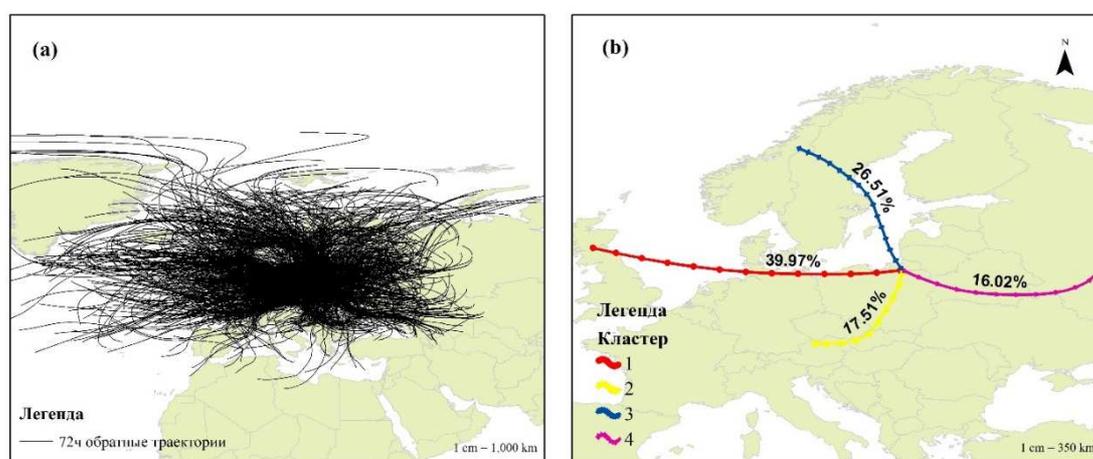


Рис. 2. (а) 72-часовые обратные траектории с 1 декабря 2020 года по 30 ноября 2021 года с использованием модели Hybrid Single Particle Lagrange Integrated Trajectory (HYSPLI) (b) Кластерные обратные траектории

Из рисунка 2b видно, что в юго-восточной части Балтийского региона преобладают воздушные массы, идущие с запада, в основном из Великобритании, проходящие над Северным морем и вдоль побережья Германии и Польши, чтобы в конечном итоге достичь рецепторной точки, представленной кластером 1, на который приходится около 39 % всех траекторий. Средние концентрации NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> загрязненных траекторий в этом кластере были высокими по сравнению с другими кластерами, 22,42 мкг/м<sup>3</sup> и 7,18 мкг/м<sup>3</sup>, соответственно. Важность этого кластера заключалась в количестве загрязненных траекторий, которое является самым высоким среди других кластеров. Табл 1.

Второй кластер, который является южной группой, происходит в основном из Центральной Европы и составляет около 17,5 % всех траекторий. Средние концентрации NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> составили (20,33 мкг/м<sup>3</sup> и 6,82 мкг/м<sup>3</sup>, соответственно). Отличительной особенностью этих воздушных масс является то, что они относительно короткие и перемещаются медленно. Их небольшая длина предполагает низкую скорость ветра. Низкая скорость ветра затрудняет

распространение загрязняющих веществ и увеличивает загрязнение воздуха (рис. 2b).

Третий кластер – северная и северо-западная группа, воздушные массы этого кластера зарождаются в основном над Финляндией, пересекая Балтийское море, прежде чем достигнуть точки рецептора, и составляют около 26,5 % всех траекторий. Средние концентрации  $\text{NO}_2$  были самыми высокими среди других групп – 23,05  $\text{мкг/м}^3$ . Это позволяет предположить, что высокие концентрации  $\text{NO}_2$  в этом кластере тесно связаны с движением судов в Балтийском море.

Третий кластер, Восточная группа, происходит в основном из Восточной Европы и составляет около 16 % всех траекторий. Средние концентрации  $\text{SO}_2$  были самыми высокими среди других кластеров – 7,96  $\text{мкг/м}^3$ . Источниками  $\text{SO}_2$  в основном являются сжигание ископаемого топлива, содержащего серу, такого как уголь или нефть, и промышленные процессы, такие как нефтепереработка и металлообработка.

Анализ кластеризации траекторий может быть использован для оценки основного пути миграции загрязняющих веществ в точке рецептора, но относительный уровень вклада потенциального источника не может быть определен и смоделирован. Для изучения потенциальных источников с помощью метода SWT необходимы дальнейшие исследования [8].

Согласно результатам SWT, более высокие уровни загрязняющих веществ в юго-восточных регионах Балтии были четко связаны с прибытием воздушных посылок, приближающихся с южного и юго-западного направлений через Центральную Европу.

Как показано на рисунке 3, регионы, выделенные красным цветом, соответствуют основным источникам загрязнения, с которыми связаны самые высокие значения. Самые высокие значения SWT были в центральной и северной Польше и юго-восточной Германии. Эти регионы были основными источниками самых высоких значений  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$ , превышающих 20  $\text{мкг/м}^3$  и 6  $\text{мкг/м}^3$ , соответственно. В то время как потенциальные вторичные источники были сосредоточены в некоторых разрозненных регионах Венгрии и Словакии, где значения SWT для  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$  превышали 16  $\text{мкг/м}^3$  и 4  $\text{мкг/м}^3$ , соответственно.

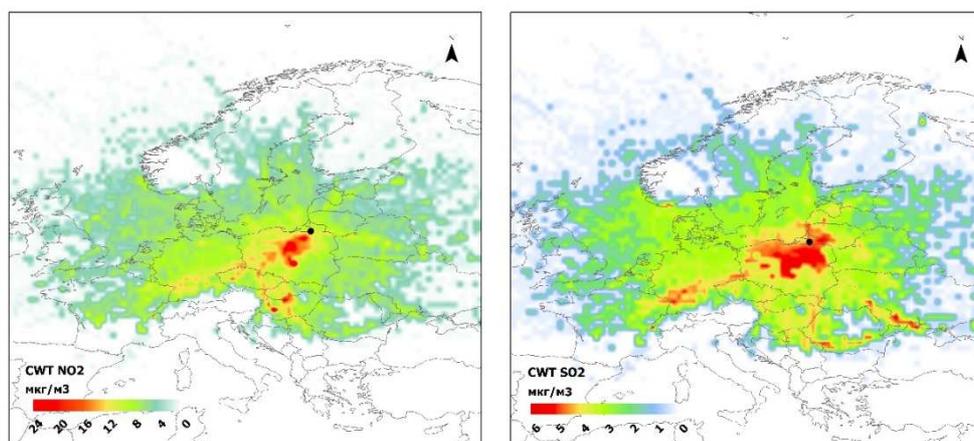


Рис. 3. Результаты расчета моделей SWT для региональных источников  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$

## **- Заключение**

В целом, наблюдаются четкие пространственные различия в источниках воздушных масс в юго-восточной Балтике. Кластерный анализ показал, что на атмосферу региона в основном влияют загрязняющие воздушные массы, передаваемые с запада и юго-запада, на долю которых приходится 55 % всех траекторий. Согласно результатам метода CWT, основные регионы потенциальных источников SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> были довольно схожи и сосредоточены в трех основных регионах, где значения CWT были высокими. Первый – это соседние регионы в северо-центральной части Польши. Второй регион – южная и юго-восточная Германия, а третий – Восточная Европа, особенно Венгрия и Словакия.

## **Список литературы**

1. Manisalidis I., Stavropoulou E., Stavropoulos A., & Bezirtzoglou E. *Environmental and health impacts of air pollution: a review. Frontiers in public health.* 2020, – P. 14.
2. Agency, Danish Environmental Protection. *Environmental Co-operation in the Baltic Region. Copenhagen : Danish Ministry of Environment and Energy, 2002.*
3. Stein, A. F., Roland R. Draxler, Glenn D. Rolph. *NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system. Bulletin of the American Meteorological Society* 96, no. 12. Dec 2015, pp. 2059-2077.
4. Air Resources Laboratory's (ARL). [Online] <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>.
5. *Применение траекторного подхода с использованием модели HYSPLIT при оценке переноса воздушных масс от возможных источников эмиссии. Василевич М. И., & Щанов В.М. 2019, Известия Коми научного центра УРО РАН. – Pp. 18-22.*
6. Byčenkienė, Steigvilė, Vadimas Dudoitis, and Vidmantas Ulevicius. *The use of trajectory cluster analysis to evaluate the long-range transport of black carbon aerosol in the south-eastern Baltic region. Advances in Meteorology.* Jul 2014.
7. *Overview of receptor model principles. Watson J.G. s.l.: Journal of the Air Pollution Control Association, 1984, Journal of the Air Pollution Control Association, Vol. 34(6). – Pp. 619-623.*
8. *Watson J.G. (2002). Receptor modeling application framework for particle source apportionment. . Chemosphere, 1093-1136.*

## **РОЛЬ ЭРГОНОМИКИ В УЛУЧШЕНИИ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ**

П.А. Шишкина, А.Е. Коряков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Основное внимание уделяется области эргономики в отношении рабочей среды и условий труда, а также возможным последствиям несоблюдения и недооценки принципов эргономики на практике, приводящих к ряду проблем со здоровьем.

Эргономика – очень сложная, междисциплинарная дисциплина. Она возникла в 19 в., когда разнообразный физический труд стал заменяться сидячей работой, особенно повторяющимися движениями в производстве ремней, а в 20 и 21 вв. продолжает заменяться работой за ПК.

Слово эргономика произошло от греческих слов *ergon work* и *nomos law*. Следовательно, эргономика есть наука о законах человеческого труда. Польский ученый Войцех Ястржебовский, использовавший его в названии своей книги «Очерк эргономики» в 1857 году, часто называют создателем этой связи.

Эргономика объединяет знания гуманитарных и естественных наук (особенно анатомии, кинезиологии, психологии труда, физиологии труда, гигиены труда, антропометрии, биомеханики) и технических наук (например, кибернетика, стандартизация).

Целью эргономики является достижение оптимальных условий труда по отношению к анатомическим и функциональным возможностям человека, создание эффективных рабочих мест и предотвращение проблем со здоровьем, связанных с работой. Эта цель достигается эргономикой за счет приспособления рабочего места и способа выполнения работы. Это гарантирует, что используемые предметы и инструменты по своей форме максимально соответствуют возможностям движения и размерам человеческого тела. Это позволит в полной мере использовать способности, знания и потенциал навыков работника, что оптимизирует и упорядочивает требуемый результат.

Эргономика не только связана со здоровьем и безопасностью, но приближает ее к человеку, индивидуализирует ее, не действует задним числом.

В рамках охраны труда выявляются опасные факторы, оцениваются риски условий труда, и все это в смысле создания подходящего рабочего места для работников. В эргономике подход аналогичный, но наоборот. Это не только создает подходящие условия труда, но и конкретные элементы рабочего места и места работы соответствуют потребностям работника. Здоровье и безопасность направлены на создание подходящих условий труда в целом, эргономика также стремится определить подходящие условия труда для конкретной работы для конкретного сотрудника.

Эргономика означает приспособление рабочего места к человеку, а не человека к рабочему месту.

Таким образом, эргономика – это наука, занимающаяся оптимизацией потребностей человека в рабочей среде и условиях ее труда. В основном речь идет об определении соответствующих габаритов, конструкции инструментов, мебели и их расстановке в рабочей среде и в оптимальном диапазоне.

Эргономика занимается, например, размерами лестницы, размером стола и высотой его борта, формой инструментов и их рукояток, расположением и формой органов управления и сигнализации машин и оборудования, обращает внимание на освещение, и т.д. Для оптимизации работы компьютера количество движений пальцев, занимается расположением элементов на экране и т.д.[1]

Помимо прочего, эргономика направлена на устранение кумулятивных травматических расстройств (КТР) путем сосредоточения внимания на условиях

труда (повторение действий, развитие необходимой, но избыточной силы, работа с экстремальными движениями в суставах, появление статических положений и т.д.), на организации труда (с упором на отдых), а также на индивидуальные факторы риска и психологические и социальные факторы. Это значительный фактор риска, при котором даже кажущаяся слабой нагрузка на определенные части тела, связанная с многократно повторяющейся монотонной (и умственной) работой, может вызвать изменения, приводящие к профессиональным заболеваниям у компьютерщиков. Наше тело создано для движения и любые постоянные и неизменные рабочие положения ему не подходят. Поэтому необходимо чередовать рабочие положения, прерывать работу с подходящими короткими перерывами. Появляется все больше доказательств того, что нарушения опорно-двигательного аппарата также связаны с психосоциальными факторами.

С точки зрения основных функциональных возможностей костной системы, мышц и влияния отдельных рабочих положений на деятельность мышечного аппарата или органов тела ясно, что несоответствующие рабочие положения при неправильно спланированной трудовой деятельности рано или поздно приведут к осложнениям здоровья.

Выраженность этих осложнений индивидуальна и зависит не только от выполняемой работы и условий труда, но и от личной жизни человека, от его деятельности в досуге [2].

Чтобы воспользоваться преимуществами эргономических знаний, все обременительные эффекты должны быть удалены с рабочих мест. Работники не должны быть чрезмерно перегружены, они должны иметь подходящие средства труда, работать в подходящей рабочей среде, что означает не только максимально возможное снижение факторов риска, но и создание подходящей среды за счет мотивации и управления людьми. Речь идет о создании различных равновесий, о которых обычно не думают в технологических корректировках. Например, при замене старой техники на новую, которую владелец внедряет для повышения производительности труда, снижения затрат и себестоимости продукции, а также для уменьшения физических усилий, необходимо думать - уравнивать страхи сотрудников перед освоением новой техники, рабочие процессы, управление техникой (т.е. умственная нагрузка), повышенная нагрузка на концентрацию (умственная нагрузка), на наблюдение (сенсорная нагрузка) и т. д.

### **Список литературы**

1. СанПиН 1.2.3685-21. *«Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».*
2. ГОСТ Р ИСО 26800-2013 *Эргономика. Общие принципы и понятия.*

# ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Е.В. Лазаренко, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрены структура и источники финансирования природоохранной деятельности в Российской Федерации, описаны проблемы и перспективы развития финансовой системы в данной сфере.

В основе современной системы финансирования природоохранной деятельности лежит плановая система охраны природы, которая опиралась на систему централизованного планирования экономики. На практике это находило отражение в заданиях по осуществлению природоохранных мероприятий в планах социально-экономического развития наряду с показателями производственной деятельности. Такие задания формулировались на уровнях государства в целом, отрасли, отдельных регионов и конкретных предприятий [1].

Основным источником средств на природоохранные мероприятия являлся государственный бюджет, хотя формально речь шла и о других источниках финансирования: бюджетах регионов, средствах министерств и ведомств, собственных средств предприятия. Такая система была неэффективной – средств на решение экологических задач из госбюджета выделялось недостаточно, так как эти задачи не были приоритетными.

Введение в 1989-1990 гг. таких экономических методов регулирования охраны окружающей среды и природопользования, как платежи за использование природных ресурсов и плата за загрязнение, позволило сформировать базу новой системы финансирования природоохранной деятельности [3].

Финансирование природоохранных мероприятий и экологических программ производится за счёт следующих источников средств:

- бюджеты всех уровней;
- средства предприятий, учреждений и организаций;
- внебюджетные поресурсные и территориальные экологические фонды;
- фонды экологического страхования;
- кредиты банков;
- средства населения.

За период с 2016 по 2022 гг. финансирование природоохранных мероприятий и экологических программ из всех источников бюджета в РФ составило 445,82 млрд. р. (табл. 1).

В доходную часть бюджетов всех уровней зачисляются соответствующие налоги, платежи и отчисления за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды. Законодательством РФ установлено, что, кроме закреплённых и регулируемых доходов из бюджета вышестоящего уровня, в бюджет нижестоящего могут поступать дотации, субсидии, субвенции, которые

предусматривают и целевое инвестирование природоохранной деятельности, – на реализацию инвестиционных экологических программ может предоставляться финансовая помощь в виде субвенций из федерального бюджета и внебюджетных фондов.

Таблица 1

Финансирование природоохранных мероприятий в РФ за 2016-2022 гг. [5]

Год	Утверждено, р	Исполнено, р	Не исполнено, р
2016	30 119 363 900,00	28 862 932 734,06	1 256 431 165, 94
2017	33 581 271 800,00	31 536 966 198,31	2 044 305 601,69
2018	40 136 459 200,00	39 236 393 595,10	900 065 604,90
2019	56 878 437 200,00	43 204 229 104,63	13 674 208 095,37
2020	70 575 490 700,00	68 730 609 785,99	1 844 880 914,01
2021	83 037 546 800,00	80 269 760 310,73	2 767 786 489,27
2022*	131 489 328 900,00	9 347 331 593,21	122 141 997 306,79

\*Источник: отчёт Казначейства России на 01.03.2022

В Тульской области на реализацию государственной политики Российской Федерации в сфере экологического развития, сохранения и рационального использования природных ресурсов бюджет определён на 2019-2025 гг. и составляет 1801045,4 тыс. р. (табл. 2).

Таблица 2

Объём ресурсного обеспечения программы (тыс. рублей) в ТО за 2019-2025 гг. [6]

Источники финансирования/годы реализации программы	Всего	Средства федерального бюджета	Средства бюджета ТО	Средства местных бюджетов	Внебюджетные источники
2019	309700,6	54032,3	255668,3	0,0	0,0
2020	376527,0	179281,3	197245,7	0,0	0,0
2021	278446,2	83221,3	195224,9	0,0	0,0
2022	200340,0	12100,0	188240,0	0,0	0,0
2023	206858,4	12100,0	194758,4	0,0	0,0
2024	212137,5	12100,0	200037,5	0,0	0,0
2025	217035,7	12100,0	204935,7	0,0	0,0
Всего	1801045,4	364934,9	1436110,5	0,0	0,0

Собственные средства предприятий формируются за счёт прибыли хозяйствующих субъектов. Текущие затраты на проведение природоохранных мероприятий и эксплуатацию природоохранных основных фондов включаются в себестоимость продукции предприятий.

Внебюджетные целевые поресурсные фонды созданы для исключения остаточного принципа выделения средств на выполнение мероприятий по охране и воспроизводству отдельных видов природных ресурсов. Внебюджетные экологические фонды как элемент системы поддержки инвестиций в охрану окружающей среды были созданы для финансирования неотложных природоохранных задач, восстановления потерь в окружающей природной среде, компенсации причинённого вреда и др.

Общественные фонды охраны окружающей среды образуются за счёт средств населения, добровольных взносов и пожертвований общественных

объединений и других источников. Эти фонды создаются общественными экологическими объединениями, профессиональными союзами РФ и расходуются исключительно на охрану окружающей природной среды.

Источниками финансирования природоохранной деятельности также могут быть различные сочетания средств бюджетов всех уровней, собственных средств предприятий, внебюджетные поресурсные и экологические фонды, кредиты банков, займы в иностранной валюте, средства населения [2].

Использование собранных средств на финансирование природоохранной деятельности характеризуется целевой направленностью на проведение природоохранных мероприятий. В бюджетах всех уровней финансирование природоохранных мероприятий и экологических программ выделяется отдельной строкой и обеспечивается материально-техническими ресурсами. На средства федерального бюджета осуществляются только природоохранные мероприятия, включённые в состав государственных программ. Централизованно за счёт государства финансируется и основная деятельность природоохранных министерств и ведомств.

В общем объёме средств финансирования природоохранных мероприятий особое внимание уделяется доле капиталовложений – средств, направляемых на создание природоохранных фондов. Объёмы капиталовложений природоохранного значения дифференцируются по регионам и по объектам охраны. При этом наблюдаются значительные колебания доли основных источников финансирования в общем объёме капиталовложений природоохранного значения. Структура источников финансирования капиталовложений в природоохранные мероприятия характеризуется в среднем по территории России следующими данными: средства бюджетов всех уровней – 43 %, средства предприятий и организаций – 57 %. Анализ динамики финансирования природоохранных мероприятий по основным источникам финансирования позволяет выявить некоторые закономерности: доля централизованных капиталовложений из бюджетов всех уровней имеет тенденцию к снижению, а доля средств предприятий и организаций – к увеличению.

Исходя из анализа существующей тенденции структурного соотношения источников финансирования природоохранной деятельности в отдельных регионах политику инвестирования природоохранной деятельности следует строить на основе собственных средств предприятий и организаций, средств экологических фондов, а также привлекая средства различных инвесторов.

В связи с тем, что крупные инвестиции в защиту природной среды снижают темпы экономического развития, так как они практически не дают производственной отдачи и в явном виде не ведут к повышению материального уровня жизни населения, остаётся актуальным вопрос об оптимальной величине природоохранных инвестиций, поскольку на объём затрат влияет целый ряд факторов [4].

Предстоит существенное повышение роли регионов в финансировании природоохранных мероприятий, создание в них объектов экологической инфраструктуры, и, следовательно, повышение их инвестиционной

привлекательности. Это можно осуществить путём замены бюджетных ассигнований регионам возобновляемыми фондами заёмных средств. В этом случае федеральное правительство страны предоставляет средства на формирование этих фондов на возвратной основе, что существенно отличает их от субсидий. При такой системе финансовых отношений перед регионами встают дополнительные финансовые обязательства, которые компенсируются расширением их самостоятельности в использовании полученных средств. Размеры займов регионам должны быть достаточными для разработки, строительства и внедрения природоохранных объектов, тогда как субсидии в ряде случаев не достигали 50% стоимости объектов.

Для достижения эффективности природоохранных мероприятий в России их финансовая поддержка должна быть достаточно велика (достигать некоторого критического объёма). В противном случае вероятность нерезультативных затрат становится большой, а экономические цели развития производства приходят в противоречие с социальными целями. Таким образом, средства на охрану природы не могут выделяться по остаточному принципу, в то же время они ограничены размерами национального дохода.

#### **Список литературы**

1. Глушкова В.Г. Экономика природопользования: учеб. пособие / В.Г. Глушкова, С.В. Макара. – М.: Гардарики, 2005.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования, 2000.
3. Бобылев С.Н. Экономика природопользования / С.Н. Бобылев, А.Ш. Хаджаев. – М., 2005.
4. Лукьянчиков Н.Н. Экономика и организация природопользования / Н.Н. Лукьянчиков. – М., 2007.
5. <https://spending.gov.ru/budget/gp/12>.
6. Приложение к постановлению правительства Тульской области от 18.12.2013 №760 «Об утверждении государственной программы Тульской области «Охрана окружающей среды Тульской области».

### **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ФИНАНСОВОЙ СИСТЕМЫ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РФ**

В.В. Кудинова, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В работе определены основные проблемы и рассмотрены перспективы совершенствования финансовой системы природопользования в Российской Федерации. Проанализирована динамика затрат на природоохранную и природосберегающую деятельность за последние пять лет.

Природопользование как объект административно-правового регулирования предполагает наличие деятельности субъектов предпринимательской и/или иной антропогенной (техногенной) деятельности как природопользователей.

В доходную часть бюджетов всех уровней зачисляются соответствующие налоги, платежи и отчисления за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды [1]. Плательщиками являются предприятия, объединения, организации, которые используют природные ресурсы или оказывают воздействие на окружающую среду вне зависимости от форм собственности.

Масштабы и результаты природоохранной и природосберегающей деятельности в значительной степени зависят от объема и динамики соответствующих расходов, их целевой направленности, конкретных форм издержек, эффективности контроля денежных потоков и ряда других факторов.

Если анализировать общую динамику рассматриваемых средств, то, по расчетам Росстата, суммарная величина всех поддающихся определению и учетно-статистическому отражению затрат на охрану окружающей среды в Российской Федерации в 2017 году составляла 320,94 млрд. руб. В последующий период она равнялась: в 2018 г. – 345,46 млрд. руб.; в 2019г. – 374,41 млрд. руб.; в 2020г. - 394, 18 млрд. руб.; в 2021г. – свыше 425 млрд. руб/ [2]. Таким образом, за последние 5 лет природоохранные и природосберегающие затраты, взятые в ценах соответствующих лет, возросли примерно в 1,4 раза.

Три основные группы расходов на охрану окружающей среды и рационализацию природопользования (текущие затраты, капитальный ремонт, инвестиции в основной капитал), составляют порядка 80-90 % суммарного объема всех видов природоохранных и природосберегающих расходов.

Модель микроэкономической системы дает понимание процессов освоения территории и позволяет определить проблемы, требующие количественного решения [3]. К ним относятся:

1. Проблема оптимального использования природных ресурсов территории предприятиями и домохозяйствами.
2. Проблема оптимального использования отходоёмкости (ассимиляционного потенциала) территории;
3. Проблема роста экологических издержек производства и «экологической» конкурентоспособности товаров и услуг.

Также существует проблема, связанная с распоряжением полученными средствами от всех возможных источников финансового обеспечения природоохранной деятельности регионов России, поскольку подобное распоряжение находится в компетенции различных структурных единиц управления.

Так, ресурсные платежи приведены в доходе бюджета общей цифрой (без разделения по отдельным видам ресурсов). Это не позволяет сопоставить изъятые средства и целевые расходы по данным позициям.

Возможность использования кредитов отечественных банков на финансирование природоохранных мероприятий ограничена в связи с чрезмерно высокой ставкой процента по кредитам. Использование льготных кредитов в этой сфере не находит поддержки государства.

В условиях перехода к рыночным отношениям предпочтение в государственном регулировании качества окружающей среды следует отдавать экономическим мерам – элементам экономического механизма природопользо-

вания (ЭМПП), который должен включать следующие элементы:

- финансовую базу;
- экологическую индустрию (экобизнес); экологическое планирование; систему лимитов на природопользование (жестких экологических ограничений);
- систему платежей за природопользование и загрязнение окружающей среды (ОС);
- систему экономического стимулирования рационального природопользования и ОС;
- социально-экономическую оценку природных ресурсов; систему экологического страхования.

Основой ЭМПП должна быть мощная и динамичная финансовая база. В кредитно-финансовой системе необходимо создать новые структуры, которые позволяли бы осуществлять как сугубо финансовые операции, так и функции объединения средств различных экологических фондов, предприятий и организаций, а также функции контроля за расходованием этих средств. Такими структурами могли бы быть экологические банки как особые государственные и коммерческие учреждения.

Сегодня в стране нет плана экоразвития, а принимаемые программы малоэффективны из-за слабой экономической проработки, отсутствует четкая экополитика. Одним из важнейших условий решения вопросов природопользования должно быть экологическое планирование с реализацией планов восстановления природно-ресурсного потенциала до определенного уровня. Его целью является оптимизация хозяйствования с минимизацией экологических ущербов как от деградации эксплуатируемой территории, так и от ухудшения состояния здоровья населения.

С целью совершенствования существующей системы лимитов на природопользование, кроме установленных предприятием жестких экологических ограничений, необходимо также разрабатывать таковые и для отдельных территорий и экосистем. Показатели экологической емкости территории должны учитывать допустимую техногенную нагрузку, изъятие природных ресурсов и другие факторы.

Стандартным для переходной экономики в России является вне рыночный путь, который заключается в воздействии посредством налогов и штрафов. Размер платы должен исходить из принципа компенсации нанесенного ущерба. Но, учитывая трудности при расчете экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, в современной российской практике опираются на показатели качества окружающей среды – на нормативы предельной концентрации отдельных загрязнителей (ПДК) и рассчитанную на основе ПДК величину предельно допустимых выбросов (ПДВ) или величину предельно допустимых сбросов (ПДС) как допустимого уровня загрязнения. Характерным для России является бюджетное финансирование промышленных предприятий. Финансирование экологической защиты следующее: 90 % – бюджетные средства, 7 % – местные ресурсы; 3 % – коммерческие банки.

Переход к устойчивому развитию потребует существенного увеличения доли платежей за природные ресурсы в структуре доходной части государственных бюджетов. Без таких глубоких изменений любая деятельность

по охране окружающей среды и рациональному использованию, охране и воспроизводству природных ресурсов не принесет успеха, если под ним понимать предотвращение глобальной экологической катастрофы и переход страны к устойчивому типу развития. Пока природно-ресурсный фактор остается недооцененным, действующий экономический механизм будет стимулировать нерациональное природопользование.

### Список литературы

1. А. Ябулганов. *Правовое регулирование природоресурсных платежей*.
2. <https://tulastat.gks.ru/>
3. Лукьянчиков Н.Н. *Экономика и организация природопользования* / Н.Н. Лукьянчиков. – М., 2007.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ И ИХ КРИТЕРИИ

А.С. Дозорова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Статья посвящена анализу чрезвычайных ситуаций экологического характера. Приводятся причины возникновения ЧС, их классификация, источники возникновения.

Чрезвычайные ситуации (ЧС) экологического характера – это экстремальные ситуации, которые могут повлечь за собой негативное влияние на здоровье человека, разрушение отдельных экологических систем, ситуации, связанные с изменением свойств атмосферы или водной среды. Экологические чрезвычайные ситуации наносят ущерб не только живой природе, но и экономический и социальный ущерб обществу.

По характеру явлений экологические ЧС можно разделить на: деградацию почв, изменение состояния суши, изменение состояния гидросферы или биосферы, истощение и загрязнение водной среды, изменение свойств воздушной среды (изменение климата, шумы, кислотные дожди и др.).



Рис. 1. ЧС экологического характера

Причин возникновения ЧС экологического характера множество, в основном их можно разделить на три основные группы:

1. Вызванные естественными аномалиями в природе
2. Вызванные антропогенными экологическими загрязнениями природной среды и потреблением ресурсов
3. Вызванные опасными природными, биологическими, техногенными и социальными процессами, событиями или явлениями.

Самый большой вред среде наносят физические и химические экологические загрязнения. Из-за них деградируют природные системы и ресурсы, ухудшается качество среды обитания, истощаются природные ресурсы, наносится большой экономический и социальный ущерб.

К естественным источникам ЧС относятся лесные пожары, извержения вулканов, пыльные бури и др. В последние годы из-за аномальных температур все чаще стали возникать лесные пожары, которые уничтожают тысячи гектар зеленых насаждений, при этом попутно загрязняя атмосферный воздух.

Искусственные источники ЧС – это объекты энергетики и промышленности, объекты коммунального хозяйства, наземный и воздушный транспорт. Самыми опасными из этой категории являются объекты энергетики, ведь даже самая небольшая авария на таком объекте несет необратимые последствия и огромное негативное влияние на окружающую среду и человека. Например, последствия аварии на Чернобыльской АЭС – это навсегда выведенные из строя земли и множественные заболевания у людей, попавших под воздействие радиации.

Чтобы избежать чрезвычайных ситуаций экологического характера, необходимо изучать механизмы и причины их возникновения. Когда известна суть чрезвычайных ситуаций, становится возможным предупредить опасность и сделать прогнозы. Необходимо создавать новые методы защиты от экологических катастроф. Сейчас методы защиты делятся на активные и пассивные. Чтобы добиться эффективной защиты стоит комбинировать активные и пассивные методы защиты. Так же стоит переходить на безопасные для природы технологии и материалы. Использование безопасных технологий и чистое производство помогут уменьшить число катастроф. Соблюдение этих правил очень важно для нашей будущей жизни.

### Список литературы

1. *Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»*; *Безопасность России. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.* – М., 1999; *Руководство по действиям органов управления и сил РСЧС при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций.* – М., 1996; *Организация и ведение гражданской защиты (выпуск №6).* – Новогорск, 2003; *Теоретические основы безопасности жизнедеятельности.* Айзман Р.И., Петров С.В., Ширшова В.М. – Новосибирск: АРТА, 2011.

2. <https://fireman.club/inseklodepia/chrezvychajnaya-situaciya/?ysclid=lbjlmcgxhi184396913>

3. <https://www.who.int/ru/news-room/spotlight/how-air-pollution-is-destroying-our-health>
4. <http://government.ru/rugovclassifier/684/events/>
5. <https://fireman.club/inseklodepia/chrezvychnaya-situaciya/?ysclid=lbjlmcgxhi184396913>

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ НАБЕРЕЖНЫХ РОССИИ**

К.С. Шишова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Во время застройки территорий в большом размахе нужно устремить взор на охрану окружающей среды. Существенной целью проектов по планированию строительной деятельности является сохранность на градостроительной площадке и на территориях к ним прилегающих: ландшафта; природы; покрова почвы; кустарников и деревьев.*

Развитие городов подразумевает результативное применения территорий. В период ведения масштабной застройки весьма нелегко найти место для зон отдыха населения. Самый действенный вариант – это благоустройство набережных.

Население представляет каждый для себя оптимальный вариант прогулочной зоны по береговой линии. К примеру, семьям с детьми требуются площадки детские, ведь для каждого родителя важна безопасность, ведь они хотят увидеть ограждения, которые смогли бы защитить их чадо от доступа к воде.

Для подростков важны модульные подиумы, для того чтобы они могли встречаться огромной компанией. Молодёжи нужны воркаут-тренажёры, велодорожки, столы для настольного тенниса, другие объекты для активных различий.

Взрослая группа населения предпочитает пешеходные дорожки с разнообразными арт-объектами. Пенсионерам важны удобные скамейки с прекрасным видом. Администрации населённого пункта важно сформировать положительный имидж города, проявить заботу о населении.

Мероприятия по охране окружающей среды должны обеспечивать предотвращение или минимизацию оказания негативного воздействия на окружающую среду. При выполнении мероприятий охраны окружающей среды следует руководствоваться ГОСТ 17.4.3.02, ГОСТ 17.5.3.04.

При проектировании набережных надо спроектировать мероприятия по охране природы, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, оздоровлению окружающей среды.

Что же входит в разработку мероприятий по охране природы? Конечно же, исследование начального состава среды обитания, также прогнозные реалии, комплекс мер по охране и механизмы защиты. Обязательное условие - это сохранность экологии на этапах эксплуатации сооружений.

На набережных необходимо обеспечивать достижение требований норм и стандартов, определяющих качество атмосферного воздуха, водных ресурсов, почв, а также допустимых уровней шума, вибрации, электромагнитных излучений, радиации и других механизмом естественного и техногенного генезиса ГОСТ 17.4.3.02, ГОСТ 17.5.3.04 [1, 2].

В схемы генплана и проекты по защите берегов обязаны быть включены мероприятия, которые входят в следующий раздел: «Оценка воздействия на окружающую среду».

Подобная документация включает:

- надобность использования генсхем при разработках или защите берегов.
- рациональные идеи при разработке мероприятий по охране берегов, набережных.

- учет имеющейся нынешней ситуации вокруг экологии и понятие среды окружения в рамках защиты участков побережья и тех, кто с ним граничит.

- вероятные следствия экономики и экологии при использовании проектируемых мероприятий по защите набережных.

- мониторинг окружающей среды в рамках побережья и соседствующих с ними набережных.

В генсхемах мероприятий обязана находиться зона совместного использования вдоль берега не меньше 50 метров.

Если зоны совершенно застроены, необходимо спроектировать проход к берегам, набережным.

Надо сформировать мероприятия, которые смогли бы улучшить обстановку с экологией, применять водохранилища, использовать бьефы и прилегающие территории, развивать туризм, культивировать земельные участки, уголья.

Считается, что мероприятия по защите окружающей среды необходимо исследовать и разрабатывать сообща, делать прогнозы, проектировать набережные с учетом всех спецификацией.

Проектирование набережных и сооружений подобных предусматривают определенные технические решения, и именно они обеспечивают оптимизацию экологического взаимодействия и природных катаклизмов, и предотвращают возникающие последствия.

В документациях учитывается воздействие на деятельность и инфраструктуры, применяются мероприятия по снижению плохих факторов.

Территория набережной должна быть озеленена не менее 15 % площади участка. Водоотвод и очистка поверхностных стоков выполняется для защиты водных объектов от загрязнений.

Систему организации поверхностного водоотвода выбирают по заданию на проектирование применительно к их конструктивным особенностям. Сбор воды с тротуаров осуществляется согласно СП 31.13330.

### **Список литературы**

1. Правила градостроительного проектирования: <https://docs.cntd.ru/document/552304872>

2. Экологические требования при строительстве <https://advokat-malov.ru/ekologicheskoe-pravo/ekologicheskie-trebovaniya-pri-stroitelstve.html>

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕОРГАНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН И ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Е.Д. Чихирева, А.А. Чумерина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Одной из актуальных проблем современной экологии является недостаточное озеленение городов. Авторы статьи поднимают проблему нерационального использования городской среды и предлагают варианты решения на примере опыта других стран.

XX век ознаменовался веком индустриализации, научно-технического прогресса. Промышленность стран всего мира неминуемо набирала обороты, и Советский Союз – не исключение. Так, уже в 1970 году доля СССР в мировом ВВП была равна 13,2 %, что примерно равно суммарному ВВП Великобритании, Франции, Италии, Испании и Канады вместе взятых [1]. На относительно небольшой потребительский сектор Советского Союза приходилось чуть менее 60 % ВВП страны в 1990 году, в то время как на промышленный и сельскохозяйственный секторы приходилось 22 % и 20 % соответственно в 1991 году [2].

Но на конец XX века пришелся период экономического кризиса страны, что привело к массовому закрытию производств. Так, на сегодняшний день на территории Российской Федерации закрыто более 800 промышленных предприятий [3]. Все это – огромные территории, занимающие городское пространство совершенно нерационально. На фоне проблемы дефицита озеленения городов эти неиспользуемые объекты можно реорганизовать на благо населения.

Рассмотрим решение данной проблемы на примере опыта других стран. Например, тематический парк Wunderland Kalkar. В 70-е годы XX века в Германии началось строительство атомной электростанции SNR-300. Это событие было приурочено к программе понижения экономической зависимости от импортной энергетики. Однако с 1972 года жители Германии начали устраивать массовые протесты, из-за которых пришлось заморозить проект. Новый владелец смог преобразить объект в необычный парк развлечений. Доминантой парка является зона аттракционов прямо в центральной трубе станции, а главный акцент зоны отдыха – пруд, окруженный местными сортами растений.

Еще один пример успешной реорганизации инженерных сооружений – парк-эстакада Seoulo 7017 Skygarden в Сеуле, Южная Корея. Перестроенная эстакада 1970-го года постройки стала предметом международного конкурса. Это сооружение соединяет восточную и западную часть города. К 2000-м годам она потеряла свою актуальность, поэтому изначально ее планировали подвергнуть сносу, но затем решили превратить в пешеходный мост с висячими садами. Центром композиции являются растения – колоссальное количество видов, которые превращает бывшую эстакаду буквально в ботанический сад: Seoulo теперь вмещает растения 50 семейств, в общей сложности – 228 видов и

подвидов. 24 000 деревьев, кустов и цветов высажены в 645 высоких круглых горшках и чашах [4].

Подобная тенденция к рациональному использованию городской среды в последние годы стала актуальна и в России. Одним из самых громких проектов стал городской парк «Зеленая река» на территории бывшего завода «Серп и Молот» (рис.1). Полностью зона отдыха площадью 10 га будет готова в 2025 году. Это значит, что «Зеленая река» займет пятую часть от бывшей промышленной зоны. Главным ландшафтным решением стал мост, проходящий над самым глубоким местом парка. Полотно моста держится на опорах, представляющих собой чаши, в которые высажены крупные деревья и вьющийся виноград. На территории парка высажено более 180 взрослых деревьев высотой до 5 метров и 3,5 тыс. декоративных кустарников [5].



Рис.1. Парк «Зеленая река», г. Москва

Еще один яркий пример – парк «Тюфелева роща», расположенный в Даниловском районе южной части Москвы, на территории бывшего завода им. Лихачева (ЗИЛ) (рис.2). Площадь парка составляет 10 гектаров. Особенность парка – пруд глубиной более метра и площадью 3 тыс. кв. м. Вода в нем кристально прозрачная благодаря уникальной многоступенчатой системе очистки из пяти линий. Вода проходит через фильтры с песком, затем обеззараживается ультрафиолетовым излучением и, наконец, подвергается воздействию озона. Более половины площади выделена под зеленые пространства. Здесь высажено около 4 тыс. хвойных и лиственных деревьев, 3 тыс. кустарников и 11 тыс. кв. м. цветников. Среди них – дуб, сосна, липа, лиственница, ольха и можжевельник [6]. Для активного отдыха в «Тюфелевой роще» оборудована спортивная зона с тренажерами, площадки для игры в волейбол, баскетбол и большой теннис. Благодаря грамотному архитектурному решению данный парк стал одним из самых популярных мест летнего времяпровождения в г. Москва, хотя и был рассчитан только на местных жителей.



Рис.2. Парк «Тюфелева роща», г. Москва

Таким образом, необходимо адаптировать неиспользуемые территории под современный облик города. Изменение функционального назначения промышленных зданий решает сразу несколько проблем городской среды: повышение процента озеленения, развитие рекреационных ресурсов, поддержание «культурного кода» города. Грамотно примененные архитектурно-градостроительные приемы позволят не только органично соединить объекты индустриального наследия с современным пространством, но и улучшить социально-экологическую обстановку города.

### Список литературы

1. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.0fa9aa47-635a74bf-26c11a63-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Economy\\_of\\_the\\_soviet\\_union](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.0fa9aa47-635a74bf-26c11a63-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_the_soviet_union)
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0\\_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0)
3. <https://xn--80aegj1b5e.xn--p1ai/publication/zakrytye-zavody?ysclid=19886cb12v933185417>
4. [https://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise\\_actual/park-estakada-high-line-nyu-york](https://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/park-estakada-high-line-nyu-york)
5. <https://stroi.mos.ru/news/v-byvshiei-promzombie-sierp-i-molot-otkrylsia-park-s-visiachimi-sadami>
6. <https://stroi.mos.ru/construction/2425?ysclid=19r1ff6zie329698297>
7. Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015.

# ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ЭКОЛОГИИ

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

*Аннотация.* В статье систематизированы данные о ГИС - информационных системах, которые позволяют собирать, хранить, обрабатывать, отображать и распространять данные, а также получать на их основе новую информацию и знания о пространственно-координированных явлениях.

Впервые термин «географическая информационная система» появился в английской литературе и использовался в двух версиях, таких, как geographic information system и geographical information system, скоро получивший сокращенное название (аббревиатуру) GIS. Через некоторое время этот термин проник в российский научный лексикон, существующий в двух эквивалентных формах: оригинальной полной в форме «географической информационной системы» и редуцированной в виде «геоинформационной системы».

Очень кратко ГИС были определены как информационные системы, которые позволяют собирать, хранить, обрабатывать, отображать и распространять данные, а также получать на их основе новую информацию и знания о пространственно-координированных явлениях [25].

ГИС отличается в зависимости от предметной области информационного моделирования; среди предметно-ориентированных, как правило, ведомственных ГИС бывают природоохранные ГИС, земельные информационные системы (ЗИС), городские, или муниципальные, ГИС (МГИС), ГИС для целей предотвращения и локализации последствий чрезвычайных ситуаций (ГИС для целей ЧС) и др.

Проблемная ориентация ГИС определяется научными и прикладными задачами, которые решаются в ней. Управление моделируемыми объектами и процессами может быть отсортировано по мере их усложнения и роста: инвентаризация (кадастр, паспортизация) объектов и ресурсов, анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений. [26]

Классификация ГИС в соответствии с их функциональностью связана с программным обеспечением ГИС. Целесообразно выделить следующие ГИС-функции: это получение данных, их ввод в компьютерную (точнее цифровую среду), хранение (в том числе обновление, или актуализация), обработка, вывод (например, в форме карт), распространение и использование данных, включая принятие решений на их основе. Соответственно (согласно) этим обобщенным функциям выделяются структурные единицы ГИС: подсистемы (блоки, модули), в том числе подсистема ввода и т.д. [27]. Также известна классификация ГИС по уровню управления. Например, в зависимости от уровня органов государственного управления, различают ГИС федерального, регионального и специального назначения, а последний относится к системам, используемым для удовлетворения информационных потребностей определенных отраслей народного хозяйства.

Системы ГИС разработаны, созданы и эксплуатируются в комплексе компонентов (блоков, подсистем, функциональных модулей), которые обеспечивают функциональную целостность, достаточную для задач, которые необходимо решить, возможность расширения функций и модификации системы.

Применение ГИС – многоступенчатый процесс, включающий исследование предметной области и требований пользователя к системе, ее технико-экономическое обоснование (анализ соотношения «затраты – прибыль»), проектирование системы, детальное проектирование уровня научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тестирование и прототипирование, опытную и очную эксплуатацию.

**Использование ГИС в экологии.** Экологические проблемы часто требуют незамедлительных и адекватных действий, эффективность которых напрямую связана с быстротой обработки информации и ее представления. При комплексном подходе, характерном для экологии, часто приходится полагаться на обобщающие характеристики окружающей среды, в результате чего даже объемы минимально достаточной исходной информации, несомненно, должны быть большими. В противном случае обоснованность действий и решений маловероятна. Однако простого накопления данных также, к сожалению, недостаточно. Эти данные должны быть легко доступны и систематизированы в соответствии с потребностями.

Ну а если есть возможность связывать, сравнивать, анализировать гетерогенные данные друг с другом, то просто просматривать их соответствующим и визуальным способом, например, на основе необходимой таблицы, схемы, рисунка, карты, схемы. Правильная группировка данных, их надлежащее изображение, сравнение и анализ полностью зависят от квалификации и эрудиции исследователя, его подхода к интерпретации накопленной информации. На этапе обработки и анализа собранных данных важное, но не первое место занимает техническое оборудование исследователя, включающее соответствующие для решения задачи аппаратные средства и программное обеспечение. Наконец, во всем мире все чаще используются современные мощные технологии географических информационных систем.

ГИС обладает определенными характеристиками, которые позволяют считать эту технологию основной для целей обработки и управления информацией.

Средства ГИС намного превосходят возможности традиционных картографических систем, хотя они включают все основные функции получения высококачественных карт и планов. Концепция ГИС предоставляет обширные возможности для сбора, интеграции и анализа любых данных, распределенных в пространстве или связанных с определенным местом. Если вы хотите визуализировать существующую информацию в виде карты, диаграммы или графика, создавать, дополнять или изменять базу данных, интегрировать ее с другими базами данных – единственным верным путем будет обращение к ГИС. В традиционном представлении возможные пределы интеграции гетерогенных

данных искусственно ограничены. Рядом с идеалом, например, рассматривается возможность создания карты урожайности полей путем объединения данных о почве, климате и растительности. ГИС позволяет вам идти намного дальше. К вышеприведенному набору данных можно добавить демографическую информацию, право собственности на землю, благосостоянии и доходах населения, объемах капиталовложений и инвестиций, зонировании территории, состоянии хлебного рынка и т.д. В результате можно напрямую определить эффективность запланированных или текущих мероприятий по охране природы, их влияние на жизнь людей и экономику сельского хозяйства. Можно пойти еще дальше и, добавив данные о распространении заболеваний и эпидемий, определить, существует ли связь между скоростью деградации природы и здоровьем людей, определить вероятность появления и распространения новых заболеваний. В результате, можно довольно точно оценить все социально-экономические аспекты любого процесса, например, сокращение лесных угодий или деградацию почв.

**Деградация среды обитания.** ГИС успешно использовалась для создания карт основных параметров окружающей среды. Затем, когда получены новые данные, эти карты используются для определения масштабов и скорости деградации флоры и фауны. Можно контролировать местные и крупномасштабные антропогенные эффекты с помощью удаленного ввода данных, особенно спутниковых и традиционных полевых наблюдений. Данные об антропогенных нагрузках должны быть размещены на карты зонирования территории с выделенными областями, представляющие особый интерес с природоохранной точки зрения, например, парками, заповедниками и заказниками. Оценка состояния и скорости деградации природной среды может быть выполнена и по тестовым участкам, выделенным на всех слоях карты.

**Загрязнение.** С помощью ГИС удобно имитировать влияние и распространение загрязнения из точечных и неточечных (пространственных) источников на суше, в атмосфере и в гидрологической сети. Результаты модельных расчетов могут быть размещены на природных картах, например, картах растительности, или же на картах жилых массивов в определенном регионе. В результате можно быстро оценить ближайшие и будущие последствия экстремальных ситуаций, таких как разлив нефти и других вредных веществ, а также влияние постоянно действующих точечных и площадных загрязнителей.

**Землевладение.** ГИС широко используется для подготовки и ведения разнообразных, в том числе земельных, кадастров. С их помощью удобно создавать базы данных и карты по собственности на землю, объединять их с базами данных по любым природным и социально-экономическим показателям, размещать соответствующие карты вместе и создавать сложные (например, ресурсные) карты, строить графики и создавать диаграммы разных типов.

**Охраняемые территории.** Другой распространенной областью применения ГИС является сбор и управление данными по охраняемым территориям, таких как заказники, заповедники и национальные парки. В

охраняемых районах можно планировать и осуществлять полный пространственный мониторинг растительных сообществ ценных и редких видов животных, определять влияние антропогенных вмешательств, таких как туризм, прокладка дорог или линии электропередач, мероприятия по охране окружающей среды. Также можно выполнять многопользовательские задачи, такие как выпас скота и оценка производительности земельных угодий. Такие задачи ГИС решаются с научной точки зрения, то есть выбираются решения, которые оказывают минимальное воздействие на дикую природу, особенно в местах, посещаемых туристами и поддержание на необходимом уровне чистоты воздуха, водных объектов и почв.

**Неохраняемые территории.** Структуры региональных и местных органов власти широко используют возможности ГИС для достижения оптимальных решений проблем, связанных с распределением и контролируемым использованием земельных ресурсов, декомпозицией конфликтных ситуаций между землевладельцем и его арендаторами. Полезно и часто необходимо сравнить существующие границы земельных участков с зонированием земли и перспективными планами их использования. ГИС также предоставляет возможность сопоставления границ землепользования с требованиями дикой природы. Например, в некоторых случаях может потребоваться зарезервировать коридоры миграции диких животных через освоенные территории между заповедниками или национальными парками. Постоянный сбор и обновление данных о границах землепользования может оказать большую помощь в разработке природоохранных, в том числе административных и законодательных мер, отслеживание их исполнения, своевременные изменения и дополнения к соответствующим законам и постановлениям на основе основных научных экологических принципов и концепций.

**Восстановление среды обитания.** ГИС является эффективным инструментом для пространственного и временного изучения среды обитания, отдельных видов растительного и животного мира в целом. Если установлены конкретные параметры окружающей среды, необходимые, например, для существования любых животных, включая наличие пастбищ, мест для размножения и соответствующие типы и запасы кормовых ресурсов, источники воды, требования к чистой природной среде, то ГИС поможет быстро найти районы с соответствующей комбинацией параметров, в пределах которых условия существования или восстановления численности этот тип будет близким к оптимальному. На стадии адаптации мигрирующих видов к новой местности ГИС эффективна для мониторинга близких и отдаленных последствий предпринятых мероприятий, оценки их успешности, выявления проблем и поиска способа их преодоления.

**Экологическое образование.** Поскольку создание бумажных карт с ГИС значительно упрощается и удешевляется, возможно получить множество различных природных карт, которые расширяют возможности и объем программ и курсов экологического образования. Из-за простоты копирования и производства картографической продукции почти любой ученый, учитель или

студент могут использовать ее. Более того, он создает основу для стандартизации формата и макета основных карт, сбора и отображения данных, полученных учащимися и студентами, обмена данными между учебными заведениями и создания единой декады в регионах и в национальном масштабе. Можно подготовить специальные карты для землевладельцев с целью познакомить их с запланированными мероприятиями по охране окружающей среды, схемами буферных зон и экологических коридоров, которые создаются в этом районе и могут повлиять на их землю.

**Экотуризм.** Возможность быстро создавать привлекательные, красочные и, в то же время, качественные профессионально составленные карты делает ГИС идеальным инструментом для создания рекламных и обзорных материалов для привлечения общественности в быстро развивающуюся сферу экотуризма. Характерной чертой так называемых «экотуристов» является глубокая заинтересованность в подробной информации о природных особенностях того или иного региона или страны, о процессах, происходящих в природе, которые связаны с экологией в широком смысле. Это достаточно большая группа людей, которые пользуются большой популярностью с помощью созданной ГИС научной и образовательной карты, показывающей распространение растительных сообществ, отдельных видов животных и птиц, эндемичных в этой области и т.д.

Подобная информация может быть полезна для целей экологического образования или туристских агентств, для получения дополнительных средств из фондов проектов и национальных программ, поощряющих развитие путешествий и туров.

Таким образом, ГИС были определены как информационные системы, которые позволяют собирать, хранить, обрабатывать, отображать и распространять данные, а также получать на их основе новую информацию и знания о пространственно-координированных явлениях.

Средства ГИС намного превосходят возможности традиционных картографических систем, хотя они включают все основные функции получения высококачественных карт и планов.

Концепция ГИС предоставляет обширные возможности для сбора, интеграции и анализа любых данных, распределенных в пространстве или связанных с определенным местом. Если вы хотите визуализировать существующую информацию в виде карты, диаграммы или графика, создавать, дополнять или изменять базу данных, интегрировать ее с другими базами данных - единственным верным путем будет обращение к ГИС.

С помощью ГИС удобно имитировать влияние и распространение загрязнения из точечных и неточечных (пространственных) источников на суше, в атмосфере и в гидрологической сети. Результаты модельных расчетов могут быть размещены на природных картах, например, картах растительности, или же на картах жилых массивов в определенном регионе. В результате можно быстро оценить ближайшие и будущие последствия экстремальных ситуаций, таких как разлив нефти и других вредных веществ, а также влияние постоянно действующих точечных и площадных загрязнителей.

### Список литературы

1. Кулиш Н.Г. Взаимобусловленность экологии и здоровья / Н.Г. Кулиш // Вестник БГТУ. – 2004. – Ч. 2, № 8. – С. 92-93.
2. Матвеева Н.А. Экологически обусловленные изменения в здоровье населения / Н.А. Матвеева. – Н.-Новгород: Изд-во НГМА, 2000. – 116 с.
3. Абросимова Ю.Е. Анализ влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели заболеваемости / Ю.Е. Абросимова, В.А. Ушаков, Е.Г. Галицкая, А.Б. Ступин // Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России. – СПб: ГГО, 1994. – С. 18-22.
4. Кутенов Е.Н. Методические основы оценки состояния здоровья населения при воздействии факторов окружающей среды / Е.Н. Кутенов // Автореферат дис... док. мед. наук. – М., 1995. – 41с.
5. Христофорова Н.К. Основы экологии / Н.К. Христофорова. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 516 с.
6. Канцельсон Б.А. К методологии изучения зависимости здоровья населения от комплекса гигиенических и других факторов / Б.А. Канцельсон, Е.В. Ползин, И.В. Кошкина [и др.] // Гигиена и санитария. – 1995. – № 2. – С. 30-32.
7. Безуглая Э.Ю. Критерии оценки качества воздуха городов с учетом влияния его на здоровье населения / Э.Ю. Безуглая // Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 1993 г. СПб: Гидрометеоиздат, 1994. – С. 293-311.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РОССИИ

С.А. Лялина, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В работе рассмотрены показатели, определяющие эффективность использования сельскохозяйственных земель в России, а также пути повышения эффективности использования земель данной категории. Приведено сравнение использования сельскохозяйственных угодий в разные годы.

Все земли Российской Федерации составляют единый государственный земельный фонд. В состав единого государственного земельного фонда входят следующие категории земли: земли сельскохозяйственного назначения; земли промышленных, транспортных, горнорудных и других организаций и предприятий, а также курортов и заповедников; земли городов, поселков и других населенных пунктов; земли государственного лесного фонда; земли государственного водного фонда; земли государственного запаса.

Предметом данной работы являются земли сельскохозяйственного назначения. Мы рассмотрим методы оценки эффективности использования сельскохозяйственных земель в России, а также пути увеличения эффективности.

Все сельскохозяйственные угодья России закреплены за землепользователями по двум крупным группам:

- земли, находящиеся в коллективно-долевой, кооперативной и частной собственности;
- земли федеральной и муниципальной собственности.

Принято различать такие понятия как «общая земельная площадь» и «площадь сельскохозяйственных угодий». В состав общей земельной площади относят всю территорию, закрепленную за сельскохозяйственным предприятием. Сельскохозяйственные угодья представляют собой земли, которые используются для производства продукции сельского хозяйства. В их состав входят пашня, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения. Соотношение отдельных видов земельных угодий в общей земельной площади принято называть структурой земельной площади, а процентное отношение отдельных видов угодий в общем размере сельскохозяйственных угодий представляет собой структуру сельскохозяйственных угодий [1].

Для сравнения сельскохозяйственных угодий с разной структурой используют такой показатель, как условная пашня. За единицу условной пашни принимают 1 га сеяных трав. Коэффициент перевода естественных сенокосов и пастбищ в условную пашню считают, как отношение урожайности сена или зеленой массы на сенокосах и пастбищах к урожайности сена или зеленой массы на пашне [2].

С помощью показателя условной пашни сглаживаются различия в структуре сельскохозяйственных угодий. Однако при этом не учитывается качественная характеристика и плодородие почв. При сравнении экономической эффективности сельскохозяйственного производства предприятий и регионов рекомендуется использовать показатель «соизмеримая пашня». За единицу соизмеримой пашни принимают один гектар площади ведущей сельскохозяйственной культуры в районе, области или зоне.

Коэффициент сравнительного плодородия определяют, как частное от деления урожайности конкретной культуры в отдельном предприятии к урожайности ведущей культуры в среднем по району, области или зоне. Так, если урожайность зерна пшеницы в хозяйстве равна 35 ц/га, а средняя урожайность пшеницы по административному району составляет 25 ц/га, то коэффициент сравнительного плодородия будет равен 1,4 ( $35 \text{ ц/га} : 25 \text{ ц/га}$ ) [3].

Поэтому такие показатели, как удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади (%); удельный вес пашни в структуре сельскохозяйственных угодий (%); удельный вес посевов сельскохозяйственных культур в площади посевов (%), применяются в качестве дополнительных показателей при определении эффективности использования земли. Хотя об уровне эффективности их использования по этим показателям судить трудно.

Экономическую эффективность использования сельскохозяйственных угодий характеризуют две группы показателей: натуральные и стоимостные. Перечень натуральных показателей и способы их расчетов следующие:

1. Урожайность ведущих культур с 1 га соизмеримой площади посевов.

2. Производство основных культур в расчете на 1 га соизмеримой пашни.
3. Производство молока и живой массы крупного рогатого скота на 100 га сельскохозяйственных угодий.
4. Производство яиц и привеса птицы на 100 га посевов зерновых культур.
5. Производство свинины на 100 га пашни.
6. Производство шерсти и баранины (в ж.в.) на 100 га сельскохозяйственных угодий.

Натуральные показатели применяются для оценки экономической эффективности использования сельскохозяйственных угодий по результатам выращивания отдельных видов или групп сельхозкультур или видов продукции животноводства. Для общей же оценки результатов деятельности сельхозпредприятия и использования земельных ресурсов используются стоимостные показатели.

Стоимостные показатели валовой продукции растениеводства:

1. Производство валовой продукции растениеводства на 1 га кадастровой пашни.
2. Производство валового дохода в растениеводстве на 1 га кадастровой пашни.
3. Производство чистого дохода на 1 га кадастровой пашни.
4. Производство прибыли на 1 га кадастровой пашни.
5. Выход валовой продукции растениеводства на единицу трудовых затрат.
6. Выход валовой продукции растениеводства на единицу производственных затрат.

Множество факторов влияют на увеличение эффективности использования сельскохозяйственных земель в России. Наибольшую озабоченность вызывает деградация земель, что влечет за собой уменьшение площадей земель сельскохозяйственного назначения. Для уменьшения деградации земель правительству требуется взять под свой контроль качество сельскохозяйственных угодий, разработать экологические ограничения и природоохранные требования к сельхозпроизводителям в отношении сохранения почв. В противном случае площадь земель, подверженных деградации будет увеличиваться, а эффективность использования сельскохозяйственных земель будет уменьшаться из года в год (таблица).

Сравнение использования сельскохозяйственных земель за 2016 и 2021 год [4]

	Сельскохозяйственные организации	
	2016	2021
<b>Общая площадь сельскохозяйственных угодий, млн га</b>	<b>90,2</b>	<b>77,9</b>
Пашня	64,9	61,6
Сенокос	5,1	3,1
Пастбище	15,2	10,1
Многолетние насаждения	0,3	0,3
Залежь	4,7	2,8
Фактически использовались	80,2	70,7

Продолжение таблицы		
<b>Посевная площадь сельскохозяйственных культур под урожай – всего, млн га</b>	<b>54,6</b>	<b>52,4</b>
Зерновые и зернобобовые культуры	32,2	30,2
Технические культуры	9,5	12,0
Картофель	0,2	0,2
Овощные и бахчевые культуры	0,1	0,1
Кормовые культуры	12,7	10,0

Как видно из таблицы, площадь использования сельскохозяйственных земель уменьшилась в период с 2016 по 2021 год. Общая площадь сельскохозяйственных угодий уменьшилась на 13,6 %, а процент фактического использования земель снизился с 72 % до 55 %. В свою очередь, посевная площадь сельскохозяйственных культур под урожай уменьшилась на 1,2 %. Эффективность использования земель состоит в прямой корреляции с площадью земель и урожайностью земель. В соответствии с изложенным выше, можно сказать, что эффективность использования сельскохозяйственных земель в период с 2016 по 2021 год уменьшилась.

Чтобы увеличить эффективность использования земель, возможно проведение следующих мероприятий.

1. Включение в производственное использование каждого гектара закрепленной за хозяйством земли: нельзя допускать, чтобы она выпадала из хозяйственного оборота.
2. Повышение экономического плодородия почв – это прежде всего орошение и осушение, химическая мелиорация, применение удобрений, освоение севооборотов, поверхностное и коренное улучшение лугов и пастбищ.
3. Сохранение плодородия и охрана почв: полезащитное лесоразведение, почвозащитные технологии и севообороты, система мер по борьбе с водной и ветровой эрозией.
4. Рациональное использование экономического плодородия почв: применение наиболее урожайных сортов, улучшение семеноводства, совершенствование схем размещения растений, соблюдение оптимальные сроков проведения сельскохозяйственных работ и выполнение их с высоким качеством, борьба с болезнями растений, вредителями и сорняками. Мероприятия этой групп непосредственно не влияют на агрохимические свойства почвы, но способствуют лучшему использованию находящихся в ней питательных веществ.
5. Организационно-экономические мероприятия: совершенствование структуры посевных площадей с учетом конъюнктуры рынка, углубление специализации, применение прогрессивных форм организации и оплаты труда, совершенствование форм хозяйствования и др.

Эффективное использование земли невозможно без рациональной организации территории сельскохозяйственного предприятия. С этой целью в каждом хозяйстве разрабатывается проект землеустройства с детальным организационно-хозяйственным и агроэкономическим обоснованием; большинство вышеперечисленных мероприятий учитывают при его разработке.

## Список литературы

1. *Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности. Вахрушина М.А., 2010 год.*
2. *Оценка земельных ресурсов, учебное пособие. Под редакцией В.П. Антонова и П.Ф. Лойко.*
3. *«Справедливая» экономика землепользования, учебное пособие. Под редакцией С.А. Шобы и О.А. Макарова.*
4. *Сельскохозяйственная микроперепись 2021 года, Росстат.*

## РЕНТНАЯ ПОЛИТИКА И ЕЕ РАЗВИТИЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А.О. Савин, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены виды и способы исчисления платы за добычу полезных ископаемых, изучены актуальные проблемы расчета природной ренты. Проведен анализ объема добычи нефти в России в период с 1991 по 2022 годы и уровня платы за ее использование.

На сегодняшний день в мире добывающая промышленность вносит необратимые изменения в биосферу каждый день. Задача прогрессивной части общества обеспечить минимальное воздействие человека на биогеоценоз и проводить диагностику состояния невозобновляемых полезных ископаемых. Самый эффективный метод достижения этой цели – создание новой экологической политики и экономики, способствующих охране природных ресурсов и разработке новых месторождений.

Природные богатства страны являются источником материальной составляющей, и, как следствие, экономическим показателем развития отношений природопользователя и собственника этих природных ресурсов (государства).

Само определение «природная рента» можно расшифровать как сверхприбыль, получаемая при использовании ограниченных (возобновляемых или нет) различных природных ресурсов и присваиваемая собственниками этих ресурсов. В зависимости от категорий и видов ресурсов различают ренту минеральную, (т.е. получаемую от эксплуатации нефтегазовых и горнорудных месторождений), земельную, лесную, водную, рыбную и транспортную. В зависимости от масштаба рынков, на которых реализуются товары добывающих отраслей промышленности, сельского хозяйства природную ренту подразделяют по территориальному признаку на локальную, региональную, национальную и мировую.

Выделяют три основные формы природной ренты:

- Дифференциальная рента. Её получают при эксплуатации лучших по качеству и местоположению земельных участков, месторождений полезных ископаемых, лесных массивов, водных источников, туристских объектов и т.п.

- Монопольная природная рента достается собственникам уникальных природных ресурсов.

- Квази-рента, или дифференциальная рента II-го рода, возникает в результате использования более эффективных технологий, позволяющих повышать плодородие земельных участков, отдачу нефтеносных пластов, степень извлечения полезных ископаемых при их добыче и т.п. [1]

В Российской Федерации согласно ФЗ «О недрах» собственность на недра (в данном случае на разведанные полезные ископаемые) принадлежит государству (находится в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Федерации). Однако организация добычи природных ресурсов (нефть, газ и др.) может быть реализована как государственной, так и частной компанией.

«Добытые из недр полезные ископаемые и иные ресурсы по условиям лицензии могут находиться в федеральной государственной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальной, частной и в иных формах собственности» [2]. В связи с этим и существует принцип платности природопользования, так как добытый природный ресурс выступает в качестве частной собственности той компании, которая занимается его добычей.

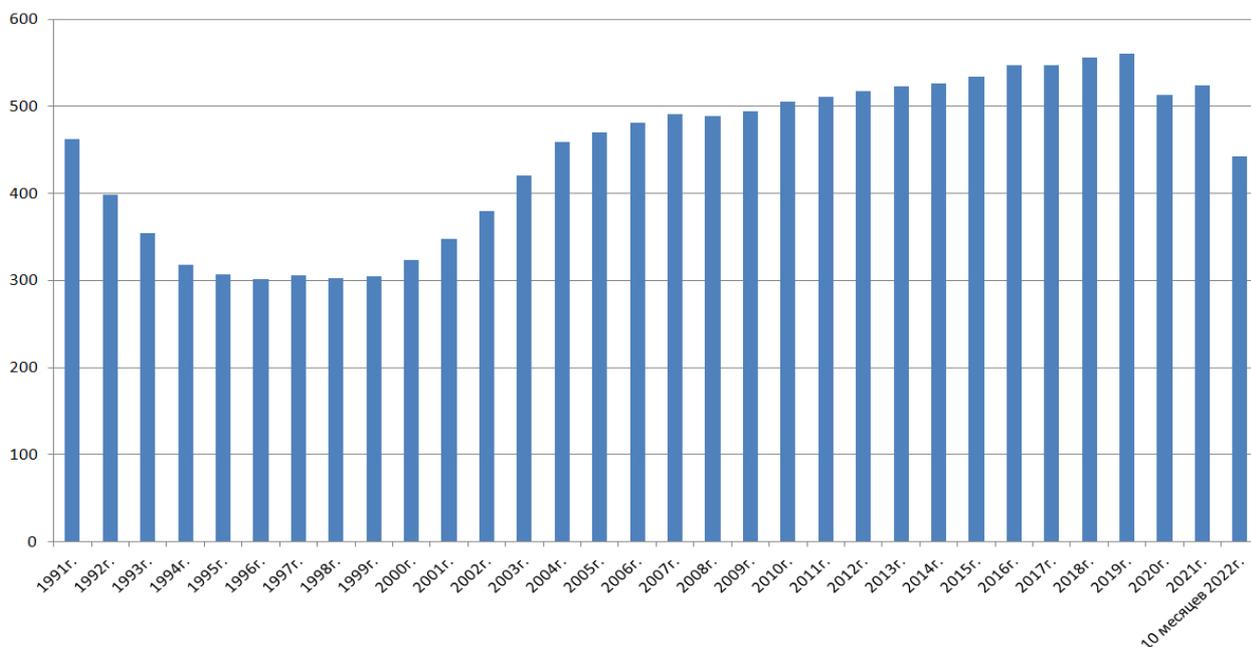
Государство как собственник недр должен получить возмещение в виде дохода. В связи с этим рентный доход государства может «улавливаться» с помощью разработанной системы платежей и налогов, которые долгие годы трансформируются с целью построения наиболее эффективного её варианта, призванного уравновесить интересы собственника и пользователя, а также других участников рыночных отношений [3].

Прежде всего предприниматель должен согласно ст. 11 ФЗ «О недрах», получить лицензию на предоставление недр в пользование. Кроме прочих существенных условий в данной статье оговариваются платежи, взимаемыми при пользовании недрами, земельными участками, акваториями. Ст. 39 определяется, что «при пользовании недрами уплачиваются следующие платежи: 1) разовые платежи за пользование недрами при наступлении определенных событий, оговоренных в лицензии, включая разовые платежи, уплачиваемые при изменении границ участков недр, предоставленных в пользование (в ред. Федерального закона от 18.07.2011 N 222-ФЗ); 2) регулярные платежи за пользование недрами. Кроме того, пользователи недр уплачивают другие налоги и сборы, установленные в соответствии с законодательством Российской Федерации о налогах и сборах» [2].

Присвоение ренты собственниками природных ресурсов выравнивает условия конкуренции для предпринимателей, занимающихся эксплуатацией этих ресурсов. Предприниматели могут присваивать природную ренту лишь в том случае, когда они являются собственниками этих ресурсов. Динамика природной ренты зависит от изменения уровней и соотношений цен. В периоды скачка мировых или внутренних цен на продукты, получаемые с использованием ограниченных природных ресурсов, ее объем и норма возрастают. Государство законодательно регулирует рентные отношения в стране в зависимости от

формы собственности. Оно присваивает основную часть ренты при эксплуатации принадлежащих ему недр и других природных ресурсов. [1]

За последние два года мы видим тенденцию к уменьшению добычи нефти в России. Добыча нефти в России достигла максимума в 2019 г. – 560,2 млн. тонн/год (рисунок). В связи с изменением темпов добычи возникает острая необходимость пересмотреть ренту за использование природных ресурсов.



Добыча нефти в России 1991-2022 (млн. тонн)

За последние 10 лет ставка НДС по нефти и газовому конденсату последовательно приспосабливалась с помощью соответствующих коэффициентов к особенностям их добычи и транспортировки. Вследствие этих изменений к настоящему времени при налогообложении добычи нефти учитываются такие ее особенности, как степень выработанности конкретного участка недр, величина запасов, сложность и регион добычи, ее качественные характеристики. Это, в конечном счете, обеспечило более справедливое изъятие рентного дохода с учетом особенностей каждого месторождения и участка добычи.

Существенные преобразования были также проведены в части изъятия земельного и лесного рентного дохода. Все это, безусловно, способствовало повышению фискального и регулирующего значения налогообложения природных ресурсов, созданию определенной системы распределения природной ренты в пользу государства. Вместе с тем проведенные более чем за двадцатипятилетний период преобразования не решили всех проблем в налогообложении природных ресурсов [4].

Задача снижения зависимости экономики страны от нефтедобывающих отраслей народного хозяйства, от колебаний внешнеэкономической конъюнктуры цен на энергоносители приобретает все большую актуальность. Одним из реальных инструментов решения этой задачи является эффективное использование финансовых средств, образующихся при эксплуатации

природных ресурсов, которыми богата российская экономика. Речь идет о необходимости усиления рентной составляющей в доходах бюджетной системы страны. Это должно стать стратегическим направлением реформирования системы налогообложения при использовании природных ресурсов [4].

Система налоговых платежей за природные ресурсы должна, с одной стороны, стать важным источником формирования доходной базы бюджетов всех уровней и, с другой стороны, финансовым инструментом государственного регулирования природопользования. Она должна быть при этом выстроена таким образом, чтобы хозяйствующие субъекты могли работать достаточно эффективно, обеспечивая в то же время поступление средств в бюджетную систему на цели социально-экономического развития.

### Список литературы

1. *Использование природной ренты на цели развития: зарубежный опыт* // [Электронный ресурс] URL: <https://mirec.mgimo.ru/2007/2007-02/ispolzovanie-prirodnoj-renty-na-celi-razvitiya-zarubezhnyj-opyt>

2. Закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 N 2395-1 // Информационно-правовая система Консультант Плюс [Электронный ресурс] URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_343/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/)

3. Ажогина Н.Н. Природная рента и современные механизмы её улавливания и использования / Н.Н. Ажогина, Л.В. Китаева, О.В. Мальцева // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2021. – № 2. – С.83- 90. DOI: 10.22394/2079-1690-2021-1-2-83-90.

4. Пансков В.Г. Налогообложение природных ресурсов: проблемы и пути решения / В.Г. Пансков // Этап: Экономическая теория, анализ, практика. 2018. – №12. – С. 91-104. DOI: 10.24411/2071-6435-2018-10018.

## ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ И МАРКИРОВКЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

П.Ю. Белова, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются виды экологической сертификации, значение экологической сертификации, приведены примеры экомаркировки.

Экологическая сертификация – деятельность по подтверждению соответствия сертифицируемого объекта предъявляемым к нему экологическим требованиям. При этом под экологическими понимаются требования, установленные в законодательных и иных нормативных актах в области природопользования и охраны окружающей среды. Экологическая сертификация проводится в целях обеспечения экологически безопасного осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории РФ.

В Российской Федерации подтверждение соответствия может носить добровольный или обязательный характер. Экологическая сертификация

осуществляется добровольно [1] – по инициативе заявителя на условиях договора с органом по сертификации. Объектами добровольного подтверждения соответствия могут являться: продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты, в отношении которых стандартами, системами добровольной сертификации и договорами устанавливаются требования [2].

Наиболее распространенной разновидностью экологической сертификации является экологическая маркировка – знак, который наносится на упаковку и подтверждает соответствие продукции экологическим стандартам.

Экомаркировки могут свидетельствовать об экологичности продукции в целом или об экологичности отдельных свойств продукции – например, знаки, отражающие отсутствие веществ, приводящих к уменьшению озонового слоя Земли; возможность утилизации с наименьшим вредом для окружающей среды, а также идентифицирующие натуральные продукты питания (маркировки «био», «органик» и др.).

По степени вовлечения в процесс оценки продукции третьих лиц выделяют экомаркировки типа I, II, III. Подробнее рассмотрим наиболее широко используемую в мире экомаркировку типа I.

Экомаркировка типа I – знак внешнего происхождения, присваиваемый производителю при выполнении определенной совокупности требований. Принципы использования экомаркировки данного типа в Российской Федерации регламентируются ГОСТ Р ИСО 14024-2000. В соответствии со стандартом уполномоченные органы разрабатывают программы экомаркировки – добровольные, основанные на множестве критериев и предусматривающие выдачу лицензии на использование экологической этикетки, свидетельствующей об экологической предпочтительности какой-либо продукции в рамках определенной группы однородной продукции на основе рассмотрения ее жизненного цикла [3].

Право использования знака экологического отличия по первому типу должно быть подтверждено наличием лицензии. Лицензиат ответственен за поддержание соответствия требованиям программы, при отклонении от ее требований или ненадлежащем использовании этикетки лицензия может быть отозвана. Кроме того, по истечении срока действия лицензии стандарты оценки пересматриваются с учетом достижений научно-технического прогресса, что стимулирует развитие рынка экологически чистой продукции. Большинство программ экомаркировки типа I, действующих в разных странах, входят в The Global Ecolabelling Network (GEN) или Всемирную Ассоциацию Экомаркировки – независимую международную некоммерческую организацию, объединяющую национальные организации экомаркировки.

Целью GEN является распространение информации по использованию экомаркировок, а также обеспечение их взаимного международного признания. В GEN входят такие экомаркировки, как «Европейский цветок» (Европа), «Голубой ангел» (Германия), «Северный лебедь» (страны Скандинавии), «Зеленый знак» (США), «Листок жизни» (Россия), а также экомаркировки Австралии, Японии, Китая и других стран [4].

Единственный российский знак экомаркировки, признанный на международном уровне – «Листок жизни», разработанный некоммерческим партнерством «Экологический союз» в 2001 г. [7]. В 2007 г. «Листок жизни» вошел в GEN, а в 2011 г. был аккредитован в Международной программе взаимного доверия и признания ведущих экомаркировок мира (GENICES). На данный момент «Листок жизни» – это единственная в России экомаркировка, включающая экспертизу всех этапов производства продукции и гарантирующая экологическую безопасность по жизненному циклу, признанная на международном уровне. Общей тенденцией для стандартов программ экомаркировок – членов GEN является снижение использования опасных веществ, в том числе канцерогенных и потенциально токсичных, а также стимулирование производителей к переработке и использованию упаковки из вторичных материалов. Требования регулярно ужесточаются, что способствует поддержанию актуального уровня экологической безопасности товаров в крайне изменчивых условиях рынка. Кроме того, для сохранения экологических показателей производства на высоком уровне и обеспечения гарантии соблюдения установленных критериев экологической безопасности, орган по сертификации проводит обязательные ежегодные инспекционные контроли сертифицированного производства.

В Российской Федерации отсутствует развитая система законодательства в сфере экомаркировки. Однако ГОСТ Р ИСО 14020-2011 устанавливает в качестве необходимого требования возможность проверки любых экологических заявлений производителя и вводит запрет на использование производителями для маркировки продукции таких формулировок, как «экологически безопасная», «зеленая», «благоприятная для природы» [5].

Более того, вступивший в силу с 1 января 2020 г. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предусматривает специальную маркировку органической продукции, производители которой прошли добровольную сертификацию. Таким образом, органическая продукция приобретает статус более конкурентоспособной, как в силу повышения покупательского спроса, так и в силу осуществления государственных мер стимулирования и поддержки производителей такой продукции, что, несомненно, влечет заинтересованность хозяйствующих субъектов в приобретении статуса производителей органической продукции [6].

В мире история развития экомаркировки берет свое начало с 1960-х гг., когда во Франции в законодательном порядке была учреждена экологическая сертификация сельскохозяйственной продукции. На ее основании были введены экологические знаки, дополняющие национальный стандарт NF. В 1974 г. в ФРГ был разработан прообраз экомаркировки «Голубой Ангел», развитие которого во многом связано с реализацией программы ООН по защите окружающей среды. В России же экологическая сертификация была закреплена только в конце 1990-х гг.: в 1998-м г. – в виде пометки «Свободно от хлора», который можно отнести к государственным видам экомаркировки, поскольку порядок его присвоения регулируется Национальным стандартом ГОСТ Р 51150-98.

Принципы экологической сертификации Европейского Союза основаны на приоритете предотвращения ущерба окружающей среде посредством ликвидации источников загрязнения. Критерии безвредности объекта экологической сертификации для окружающей среды должны превосходить параметры экологичности, закрепленные в стандартах, и определяются в зависимости от степени воздействия группы вида продукции на окружающую среду на основании широких маркетинговых исследований. На каждом этапе жизненного цикла продукции для этого требуется изучение уровня использования природных ресурсов, загрязнения атмосферы, гидросферы и почвы, ущерба для лесов, полей, воды, а также исследование эстетических, осязательных и обонятельных параметров продукции.

В настоящее время отмечается усиление и распространение влияния экологической сертификации и экомаркировки в России наряду с ростом осведомленности населения об экологических аспектах жизнедеятельности человечества в целом. Применяются такие масштабные инструменты просвещения потребителей в вопросах экологичности продукции, как мобильные приложения – например, приложение для поиска экологичных товаров «Экополка» (а также информационный портал «Экополка» с советами о выборе экопродукции). Для бизнеса и государственных структур экспертами Экологического союза было разработано «Методическое руководство по экологизации ассортимента и грамотному позиционированию экотоваров в ритейле» Green Guide и переведено на русский язык руководство по внедрению устойчивых государственных закупок Агентства по охране окружающей среды ООН. Также Экологическим союзом проводятся отраслевые мероприятия, поддерживающие тематику устойчивого производства и потребления, в том числе, совместно с Центром устойчивого развития Школы управления «Сколково», Высшей школой экономики, WWF и FSC и Национальным агентством по устойчивому развитию.

Таким образом, движение России в направлении массовой экологизации производств все же остается более замедленным и менее эффективным по сравнению со странами Европы. В связи с этим, считаем необходимым развивать систему экологической сертификации в России с целью вывода нескольких экологических маркировок на международный уровень, что позволило бы повысить конкурентоспособность отечественной продукции на мировом рынке наравне со значительным подкреплением позиций стран-участниц GEN в достижении целей организации.

### **Список литературы**

1. *Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 30.12.2020).*
2. *Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (ред. от 27.12.2002).*
3. *ГОСТ Р ИСО 14024-2000 Этикеты и декларации экологические. Экологическая маркировка типа I. Принципы и процедуры.*
4. *Официальный сайт Всемирной Ассоциации Экомаркировки. <https://www.globalecolabelling.net/>*

5. ГОСТ Р ИСО 14020-2011 *Этикетки и декларации экологические. Основные принципы.*

6. *Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 N 280-ФЗ.*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ОРГАНИЗАЦИЯХ**

Д.Э. Колганов, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается понятие «экологический менеджмент», особенности и этапы внедрения СЭМ в организациях, положительные эффекты от добровольной экологической сертификации на соответствие требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 14001-2016.

Современное промышленное производство характеризуется высоким уровнем воздействия на окружающую среду, при оценке которого прослеживается зависимость между производственными и экологическими факторами. Разрешение противоречия между нарастанием экологических проблем и масштабами природопользования возможно при переориентации общественного производства на экологический путь развития.

Существующий на данный момент механизм управления экологической деятельностью большинства промышленных предприятий неэффективен. Необходим переход к управлению предприятием как эколого-экономической системой, следовательно, возникает потребность во внедрении системы экологического менеджмента (далее СЭМ) на промышленных предприятиях.

Экологический менеджмент представляет собой тип управления, который заключается в осознанном воздействии человека на те или иные природные, техногенные либо социальные процессы, а также на какие-либо объекты окружающей среды с целью удовлетворения своих потребностей. Историческая динамика развития понятия «экологический менеджмент» – от функции контроля уже образовавшихся отходов производства, до организации управления экологическими аспектами на каждом предприятии самостоятельно приведена на рисунке.

СЭМ в последние двадцать лет получил широкое распространение во всем мире как признанный инструмент регулирования негативного воздействия хозяйственной деятельности предприятий на окружающую среду. В настоящее время наличие у предприятия сертифицированной СЭМ в соответствии с международным стандартом ИСО 14001 или европейской схемой экоманеджмента и экоаудита EMAS рассматривается в бизнес-сообществе как важный фактор конкурентоспособности, высокой деловой репутации и социальной ответственности [2].

На сегодняшний день на национальном уровне в Российской Федерации с 1 марта 2017 г. введён в действие ГОСТ Р ИСО 14001-2016, который идентичен

международному ISO 14001:2015 и заменяет собой версию 2007 года. С сентября 2018 года сертификация СЭМ предприятия может проводиться только согласно требованиям уже новой версии.



Развитие концепции экологического менеджмента

Возможно, самая большая и заметная разница между двумя версиями ISO 14001 – это структура документа. Стандарт ISO 14001:2015 был разработан уже в соответствии с новым шаблоном для стандартов по системам менеджмента – SL. После выхода данного шаблона технические комитеты, которые разрабатывают стандарты СМ, должны придерживаться изложенных в новом приложении единых требований к структуре, тексту, терминам и определениям. Однако специалистам по стандартизации остаётся простор для действий в рамках конкретных технических вопросов.

Также, согласно стандарту, организация разрабатывает и поддерживает ту документированную информацию в области ООС, которую сама считает необходимой к обеспечению результативности собственной деятельности [1].

В соответствии с новой версией стандарта ГОСТ Р ИСО 14001, система экологического менеджмента (environmental management system) – часть системы менеджмента, используемая для управления экологическими аспектами, выполнения принятых обязательств и учитывающая риски и возможности [3]. СЭМ включает в себя:

- организационную структуру;
- распределение зон ответственности;
- процедуры, процессы и ресурсы для разработки, а также внедрения и оценки достигнутых результатов и совершенствования экологической политики;
- планирование деятельности;
- практическую работу.

Выделяют следующие этапы внедрения системы экологического менеджмента в организации:

1. Предварительная стадия продолжительностью более 1 месяца.

На первоначальном этапе следует приобрести нормативную и методическую литературу, получить общую информацию. Затраты могут варьироваться в зависимости от доступности информации, но, как правило, они невелики. Предварительная стадия также подразумевает обучение специалистов, а точнее будущих менеджеров СЭМ. Средняя продолжительность обучения составляет 2-3 недели. Часто используется практика по привлечению специалиста извне, имеющего опыт внедрения СЭМ.

2. Разработка системы экологического менеджмента. Продолжительность данной стадии составляет 3-6 месяцев.

3. Внедрение системы экологического менеджмента. Возможная продолжительность стадии составляет 3-6 месяцев.

Для успешного внедрения системы необходимо прибегнуть к мотивации сотрудников. В зависимости от размеров предприятия, его структуры и принципов управления мотивация принимает различные формы. В структуру расходов на мотивацию необходимо также включить расходы на информирование сотрудников и разработку схемы мотивации.

4. Функционирование системы экологического менеджмента. Минимальная продолжительность стадии до сертификации составляет 3 месяца.

На данной стадии руководители низшего уровня осуществляют контроль и корректировку выполнения процедур в течение достаточно продолжительного времени. Контроль необходим для четкого и регулярного выполнения процедур, а также выявления основных проблем несоответствия.

5. Сертификация (от 2 до 3 месяцев).

Следует отметить, что сертификация не является обязательным условием эффективной системы экологического менеджмента. Если учесть высокую стоимость сертификационных аудитов, от сертификации можно отказаться, ограничившись самодекларацией соответствия требованиям ISO 14001.

Несмотря на то, что внедрение и функционирование СЭМ направлены на снижение негативного воздействия на окружающую среду преимущественно промышленных предприятий, данная система может успешно применяться и на непромышленных предприятиях. Стандарты серии ИСО 14000 являются универсальными, т. к. содержат общие требования к системе управления воздействия на окружающую природную среду для любого предприятия (организации) вне зависимости от его размера, формы собственности и отраслевой принадлежности [5].

В заключение отметим, что каждое предприятие стремится улучшить свои позиции на национальном и международном рынке. Здесь большую роль играет не только качество, стоимость продукции и сервисное обслуживание, но и рациональное использование природных ресурсов, контроль воздействия на окружающую среду на всех этапах цикла производства.

Достичь этого можно, в том числе и путем проведения добровольной экологической сертификации, что приведет к положительным экономическим эффектам для компании: повышению продаж, снижению рисков аварийности,

снижению себестоимости продукции за счет сокращения расходования ресурсов и т.д. Из других возможных плюсов добровольной сертификации можно выделить: сокращение платежей за использование природных ресурсов, облегчение управления производством (в случае внедрения систем экологического менеджмента), повышение конкурентоспособности, документированное подтверждение наличия эффективной экологической политики на предприятии [4].

Таким образом производитель снижает экологические риски и сообщает о себе как об организации, минимизировавшей нагрузку на окружающую среду, что заметно облегчит взаимодействие с компаниями-партнерами, особенно иностранными.

### Список литературы

1. Трифонова Т.А. Экологический менеджмент: учеб. пособие / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, М.Е. Ильина. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2009. – 291 с.
2. Норт К. Основы экологического менеджмента / К. Норт. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 390 с.
3. Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 14001–2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М., 2016. – 35 с.
4. Эриашивили Н.Д. Экологическое право: учеб. для вузов / Н.Д. Эриашивили, Ю.В. Тунцевский, В.В. Гучков. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, Закон и право, 2011. – 415 с.
5. Скоробогатый Я.П. Международная практика экологической сертификации / Я.П. Скоробогатый, Н.И. Доманцевич, Б.П. Яцишин // Инженерная экология. – 2009. – № 4. – 20 с.

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

### ОЦЕНКА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕКИ СИНГЕЛИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.А. Клименко

Кубанский государственный аграрный университет,  
г. Краснодар

*Аннотация.* В статье представлена краткая характеристика органолептических свойств воды реки Сингели, расположенной на Азово-Кубанской низменности в Краснодарском крае. Проведенные исследования позволяют дать оценку экологического состояния малой степной реки Кубани.

*Ключевые слова:* река, малые реки Кубани, органолептические свойства.

Природа Краснодарского края уникальна, и на особом положении в ней находятся реки: равнинные и горные, маленькие и большие. Одной из таких рек, а,

точнее, речушек, является река Сингели, которую и на карте – то и не отыщешь. В жизни нашего поселка занимает важное место, так как это место отдыха и рыбалки сельчан.

Сингели (Сингили) – небольшая степная река в Краснодарском крае на Азово-Кубанской низменности, расположенная в междуречье рек Кирпили и Бейсуга. Река протекает на территории двух административных единиц Краснодарского края: Приморско-Ахтарского и Брюховецкого районов [2].

Река Сингели имеет плохо разработанную долину в нижнем течении, в среднем течении у ст. Приазовская ширина долины около 400 м, а высота склона 4,5 м. Склоны в основном пологие, слабо выраженные. Ширина русла изменяется от 5-9 м в верхнем течении до 10-18 в среднем течении. Скорость течения невелика, что связано с небольшим уклон реки. Дно представлено илом. Средняя толщина илового слоя около 15 см. Глубина реки колеблется от 40 до 125 см [1].

На реке Сингели построена земляная дамба. Реку дважды пересекает асфальтированная автомобильная трасса Приморско-Ахтарск – Краснодар, а также железнодорожные пути. Кроме того, в реку Сингели осуществляется сброс сточных вод фермерских предприятий, которые непосредственно влияют на химический состав и качество вод водотока [3].

В ходе органолептической оценки состояния поверхностных вод реки Сингели были определены прозрачность, цвет, запах и водородный показатель (таблица) [4].

Органолептические и общие свойства вод реки Сингели

Пробная площадка	Прозрачность, см	Цветность	Запах		Водородный показатель
			при t=16°C	при t=60°C	
1	11	Светло-желтоватая	Слабо болотный	Заметно болотный	8
2	14	Слабо-желтоватая	Слабо болотный	Заметно болотный	8
3	18	Слабо-желтоватая	Очень слабо болотный	Очень слабо болотный	7

Из данных таблицы следует, что наибольшая прозрачность отмечена на пробной площадке в 1100 м от ж/д станции, на исследуемых территориях, расположенных наиболее близко к ж/д станции, она имеет практически одинаковые значения; цветность воды – светло желтоватая и слабо желтоватая; наиболее яркий запах отмечен на участках в 500 м и 800 м от ж/д станции, запах имеет болотный оттенок; на исследуемых территориях в 500 м и 800м – среда щелочная, на площадке наиболее удаленной от ж/д станции – нейтральная.

Таким образом, можно сделать вывод, что пробная площадка в 500 м от ж/д станции по всем органолептическим характеристикам уступает другим исследуемым участкам, так как имеет самую низкую прозрачность, более ярко выраженный цвет, слабо болотный запах и рН среды 8, что может свидетельствовать об высоком содержании в водах взвешенных частиц и загрязнении их органическими веществами.

### Список литературы

1. Белюченко И.С. Экология Кубани / И.С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – Ч. I. – 513 с.
2. Клименко А.А. Флористическое биоразнообразие прибрежно-водной экосистемы реки Сингели / А.А. Клименко, И.В. Хмара // Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов: Материалы докладов IX Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов, Махачкала, 21 мая 2021 года. – Махачкала: Дагестанский государственный педагогический университет, 2021.
3. Мельченко А.И. *Spirogyra* sp. Как биоиндикатор качества воды в реке Сингели / А.И. Мельченко, А.А. Клименко // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения: Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий, Краснодар, 29–31 марта 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021.
4. Рябцева О.В. Исследования в поймах рек степной зоны Краснодарского края / О. В. Рябцева, Е.В. Солодовник, Н.Н. Мамась // Электронный научный журнал КубГАУ. – №83 (09). –2012.

## АКТИВНЫЙ ТУРИЗМ КАК ФОРМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

А.С. Царёв

Муниципальное образовательное учреждение дополнительного образования  
«Центр детского и юношеского туризма и краеведения»,  
г.о. Истра, Московская область

*Аннотация.* В статье рассматривается актуальность активного туризма как формы экологического воспитания детей и молодежи.

*Ключевые слова:* воспитание, туризм, экологический туризм, активный туризм.

В современной России средний уровень урбанизации на 2022 год достиг 75 %, а если обратить внимание на крупнейшие мегаполисы Москву и Санкт-Петербург, то цифры значительно больше – около 99 % и 100 % соответственно. Три четверти населения страны городские жители, все дальше от природы, и для них как никогда актуальным становится вопрос экологии среды проживания.

В указанном контексте нам видится важным, особенно для жителей крупных городских агломераций уделить внимание экологическому воспитанию детей и молодежи. Доступной и действенной формой экологического воспитания подрастающего поколения, по опыту работы системы дополнительного образования в Московской области, являются активные формы туризма в целом и экологический туризм, в частности.

Стоит кратко становиться на трактовках приведенных терминов. Так у И.В. Зорина и В.А. Квартального в «Энциклопедии туризма» мы видим, что

активный туризм – это рекреационные занятия с использованием активными способами передвижения. Но к описываемой проблематике ближе определение, которое дает Сайт «Travel247»: активный туризм – это вид туристского путешествия, совершаемый с физической нагрузкой в природной среде в тесном взаимодействии с природными рекреационными ресурсами.

Экологическим туризмом, по одному из определений является туризм, включающий все формы природного туризма, при которых основной мотивацией туристов является наблюдение и приобщение к природе. Ряд определений, применяемых в том числе, в профессиональном и академическом сообществе говорят о бережном контакте с природной средой в которой оказываются путешественники, особенном внимании при выборе направлений для туризма к территориям нетронутым антропогенным влиянием, либо в которых это влияние минимально.

Экологический турист, это человек мотивированный на максимально бережный контакт с природной территорией, на которой проходит его путешествие. А если говорить о детях и молодежи, то это аудитория, поддающаяся воспитательному воздействию своих педагогов инструкторского состава активных туров, походов, экспедиций. Так если с малых лет юные туристы и в однодневных прогулках-экскурсиях в ближайший лес и в категорийных спортивных походах, под влиянием авторитета и личного примера своих наставников живут, выполняя правило, что каждое место их пребывания должно оставаться лучше и чище, чем до их визита, то и в дальнейшей своей взрослой жизни они четко будут помнить эту аксиому взаимоотношения с природой. Тот, кто с детства сохранит в себе бережное отношение к окружающей среде, тот сможет передать это и уже своим детям. Цепочка этой преемственности начинается и продолжается в живом контакте с природой в путешествии, именно тут у детей зарождается и остается с ними понимание природы, отсутствие страха и адекватное поведение вне населенных территорий.

Зачастую, для решения вопросов экологического воспитания через активные виды туризма юным путешественникам необязательно оказываться в особо охраняемых природных территориях, заповедниках, национальных парках, иногда достаточно на собственном опыте убедиться в хрупкости границы территории человека и территории природы, где-то в непосредственной близости к своему городу. Потому важно не только побывать в далеких походах и экспедициях, а начать с выходов на природу вокруг своего места постоянного пребывания, с «экологической тропы» в районе своей школы, прогулки в лес с родителями или учителями.

Таким образом, одним из наиболее действенных инструментов экологического воспитания являются активные формы туризма, в вариантах адаптированных под различные возрастные категории туристов, с правильно и последовательно заданными целями такого воздействия. В настоящее время такой функционал уверенно выполняют учреждения дополнительного образования Московской области, организуя работу туристских и экологических детских объединений.

## Список литературы

1. Зорин И.В. *Энциклопедия туризма / И.В. Зорин. – Текст: электронный // "Все о туризме" Туристская библиотека: [сайт]. – URL: [https://tourlib.net/books\\_tourism/zorin-kvartalnov.htm](https://tourlib.net/books_tourism/zorin-kvartalnov.htm) (дата обращения: 25.12.2022).*
2. «Что такое активный туризм» — Текст: электронный // Travel247: [сайт]. — URL: <https://travel247.ru/1834-chto-takoe-aktivnyj-turizm> (дата обращения: 25.12.2022).
3. Куреева Ю.А. *Виды туризма: учебное пособие / Ю.А. Куреева. – М.: Директ-Медиа, 2022. – 324 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=686780> (дата обращения: 25.12.2022).*
4. «Урбанизация в России» – Текст: электронный // Статистика и показатели. Росстат: [сайт]. – URL: <https://rosinfostat.ru/urbanizatsiya-v-rossii/> (дата обращения: 25.12.2022).

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.О. Меркулов  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены экологические программы Тульской области. Ключевые слова: программа, город, экология, экологическая обстановка, атмосфера, отходы.

Тула – город в России, расположенный на севере Среднерусской возвышенности на берегу реки Упа, в 170 км к югу от Москвы. Протяженность города с севера на юг составляет 30 километров, с запада на восток – 25 километров. Тульская область занимает площадь 25,7 тысячи квадратных километров. Наибольшая протяженность территории с севера на юг составляет 200 километров, с запада на восток - 190 километров.

Природная и экологическая ситуация на Тульской области уже нескольких лет считается напряженной, а уровень качества окружающей среды является средним или ниже из-за многочисленных заводов и промышленных предприятий.

Как и многие другие российские города, Тула была подвержена выбросам в результате аварии на Чернобыльской АЭС. По степени антропогенной нагрузки территория Центрального федерального округа уступает исключительно Московской. Преобладающими вредными веществами в атмосфере области являются твердые вещества, диоксид серы, окись углерода, оксиды азота, углеводороды и летучие органические соединения и другие. Около 50 % жителей Тульской области проживают в городах с высоким уровнем загрязнения воздуха. Статистика Министерства окружающей среды региона показывает, что на одного жителя области в 2014 году приходилось 120 килограммов загрязняющих веществ. На территории Тульской области

находится около 80 миллионов тонн промышленных и бытовых отходов. Ежегодно к ним добавляется от 2,5 до 3 миллионов тонн свежих продуктов. Ежегодно в них добавляется около 2,5-3 миллионов тонн свежести. В Тульской области ежегодно увеличивается количество твердых бытовых отходов на 650 000 тонн. Это составляет около 18 % всех образующихся отходов [1].

В Туле в 2015 году открылся завод GS Group по утилизации электроники. Компания по переработке электроники имеет экологически чистый замкнутый цикл производства телевизионных приставок, который включает переработку цифрового оборудования, которое больше не используется. В 2016 году региональная программа управления отходами была разработана Росприроднадзором для Тульской области. К 2021 году все крупные несанкционированные свалки были ликвидированы.

В 2024 году вступит в силу полный запрет на вывоз несортированного мусора.

В Тульской области действует ряд экологических организаций, крупнейшей из которых является Тульское отделение Межрегиональной экологической общественной организации «ЭКА» [2]. Он создан для экологического образования и воспитания, организует многочисленные эко-акции и мероприятия, реализует региональные экологические проекты.

С 2019 года в Тульской области развивается система выборочного накопления отдельных фракций отходов. Значительное внимание уделяется созданию территориальной системы экологического мониторинга. Мониторинг окружающей среды играет ключевую роль в улучшении экологической ситуации.

В 2021 году создано государственное учреждение Тульской области «Природа», работает мобильная экологическая лаборатория, внедрена автоматизированная система экологического мониторинга Тульской области для интеграции информации о выбросах вредных веществ в атмосферный воздух из стационарных источников выбросов промышленных предприятий.

Министерство природных ресурсов и экологии Тульской области в рамках реализации программы проводит наблюдения за состоянием и загрязнением объектов окружающей среды с привлечением экспертных организаций, в ходе которых отбираются и исследуются пробы с объектов окружающей среды. Результаты наблюдений направляются в Тульский центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды – филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды» и органам исполнительной власти для принятия соответствующих управленческих решений.

### **Список литературы**

*1. Постановление правительства Тульской области от 18.12.2013 N 760 «Об утверждении государственной программы Тульской области «Охрана окружающей среды Тульской области»; [Электронный ресурс]: Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения 24.10.2022)*

2. Экология: долгосрочная политика [Электронный ресурс]: URL: <https://program71.ru/development-program/2> (дата обращения 24.10.2022)

3. Министерство природных ресурсов и экологии Тульской области [Электронный ресурс]: URL: <https://ekolog.tularegion.ru/activities/list-programs/> (дата обращения 25.10.2022)

## ОБЗОР НОВЕЙШИХ МАТЕРИАЛОВ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Ю.Н. Пушилина, В.О. Колобаева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены современные материалы, их производство и применение, а также экологичность и экономичность использования данных материалов.

Современная архитектура стремительно развивается, появляются новейшие технологии, умные системы, огромное разнообразие конструктивных форм, также для реализации всего этого производят новейшие материалы. Которые не только являются чем-то новым, но и решают проблемы экономии ресурсов и сохранения окружающей среды.

В прошлом основным материалом для строительства были камень, дерево, кирпич и железобетон. Сейчас же все чаще можно встретить материалы, полученные путем переработки мусора, отходов производства и другое.

Так появились первые постройки из таких материалов, как переработанный пластик, TetraPak, конопляные панели.

### **Дом из переработанного пластика**

Африка – один из самых загрязненных континентов. К тому же во многих районах люди вынуждены ютиться большими семьями в ветхом жилье. Архитектор Жюльен де Смедт придумал, как построить новое просторное жилье, решив проблемы загрязнения [2,4].

Его проект Othalo, разработанный в партнерстве с UN Habitat – программой ООН по устойчивому городскому развитию, представляет собой модульные дома из переработанных пластиковых отходов, для африканских стран к югу от Сахары. Для строительства одного дома требуется целых 8 тонн пластиковых отходов. Это огромные цифры, если смотреть с точки зрения того, какое количество мусора будет возможным переработать и повторно использовать. При этом одни и те же блоки можно использовать для строительства разных типов жилья.

Пока построено лишь несколько прототипов таких домов (рис.1). Начать их массовое производство планируется в этом году.

### **Дома TetraPod**

Tetra Pod (рис.2) – это сборный дом площадью в среднем 64 кв.м со всеми удобствами, расположенный на высоте 40 см от земли. Конструкция,

выполненная из дерева, стали, стекла и переработанных картонных коробок Tetra Pak, сливается с окружающей средой.



Рис.1. Проект жилого комплекса из переработанного пластика

Архитекторы Stilt Studios постарались максимально сократить воздействие здания на окружающую среду за счет уменьшения площади и общего объема используемых материалов[3]. Кроме того, крыша дома оборудована солнечными батареями и системой сбора дождевой воды, которую затем можно использовать для полива сада, а широкие навесы защищают внутреннее пространство от солнца.

Большинство элементов являются сборными, поэтому дом был построен всего за 2 месяца.



Рис.2. Дом Tetra Pod в Индонезии

### **Дом из конопляных панелей**

Конопля – уникальное растение. Ее используют в приготовлении блюд, производстве одежды и даже строительстве. Причем в последнем случае конопля выполняет функции теплоизоляции и делает постройку экологичной. Кроме того, здания из конопляных панелей отличаются хорошей акустикой и вентиляцией.

Первый проект дома (а если точнее фермы) из конопли был реализован в Великобритании специалистами компании Practice Architecture. В качестве основного строительного материала были взяты панели, созданные из конопли, выращенной на полях фермы.

В результате появился двухэтажный дом под названием Flat House (Рис.3). В основе данной постройки – деревянный каркас с панелями из смеси, состоящей из стеблей конопли, песка и воды. Возведение домов по стандартам эко-строительства обычно обходится достаточно дорого. Хемпкрит (данная смесь) же обеспечивает достаточную изоляцию в один слой и тем самым снижает строительные затраты.

Панели были произведены заранее, за пределами строительной площадки и уже в готовом виде доставлены на ферму. Фасады облицевали гофрированными листами, которые созданы из волокон конопли и сахарной смолы, полученной из сельскохозяйственных отходов.

Панели из конопли воздухопроницаемы, что способствует хорошему микроклимату в доме и нормализует влажность, предотвращая таким образом развитие плесени и грибка.



Рис.3. Дом из конопляных панелей Flat House

Таким образом, все чаще используют современные экологически чистые материалы, которые решают не только проблемы поддержания микроклимата дома, долговечности конструкций, а также проблемы мусорных завалов, рационального использования природных источников, сокращения отходов производства и вредных выбросов в атмосферу.

### Список литература

2. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула, «Аквариус», 2015. – С. 98-104.
3. <https://www.admagazine.ru/architecture/vzglyad-vpered-kakoj-budet-arhitektura-budushego>
4. <https://www.ecopoliscorp.com/about/projects/doma-iz-pererabotannogo-plastika/>
5. Глазычев В.Л. *Урбанистика* / В.Л. Глазычев. – М.: Изд-во «Европа», 2008.

6. Посохин М. Город для человека / М. Посохин. – М.: Изд-во «Прогресс», 1980.

7. Красная книга культуры. Издательство «Искусство», Москва, 1989г.

8. <https://www.admagazine.ru/architecture/proekt-modulnyh-domov-iz-pererabotannogo-plastika>

9. [https://vk.com/wall-56024096\\_34000](https://vk.com/wall-56024096_34000)

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА АРХИТЕКТУРНЫЕ СИСТЕМЫ

А.И. Перевозникова, Д.А. Ефремова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается архитектурная экология как направление, изучающее влияние различных факторов на архитектурные системы. Приводится подробная классификация факторов, влияющих на здания и сооружения. Приводятся основные примеры естественных и антропогенных факторов, последствия их воздействия и способы уменьшения их негативного влияния на природу и человека. Формируется вывод о том, как различные факторы влияют на архитектурные системы.

Воздействие различных факторов на архитектурные системы изучает такое направление науки как архитектурная экология. Данное направление является основой для архитектурного проектирования и включает в себя такие аспекты проектирования, как: ландшафтная архитектура, создание здоровой среды для людей, охрана окружающей среды с помощью архитектурных и инженерных средств, экологический контроль антропогенной среды. Архитектурная экология является неотъемлемой частью общества и экономики и не может рассматриваться отдельно от них, ведь при постоянном ухудшении окружающей среды общество и экономика не могут полноценно существовать и развиваться. Данный принцип должен применяться человеком во всех сферах его деятельности, особенно при проектировании различных зданий и сооружений [1].

Однако, как здания и сооружения влияют на среду, так и среда влияет на возводимое человеком. Можно перечислить огромное количество факторов, воздействующих на искусственную среду, но из них выделяется три основных вида [2]:

1) Биотические факторы – это все факторы среды, связанные с деятельностью живых организмов (озеленение, водоемы, воздействие животных и насекомых);

2) Абиотические факторы – это все факторы среды, связанные с процессами в неживой природе. Среди данных факторов также выделяют несколько подвидов:

2.1) климатические – температурный режим, влажность, свет, преобладающее направление ветра;

2.2) эдафические – структура и состав почвы;

2.3) гидрофизические – состав, качество воды;

2.4.) геофизические – процессы, протекающие на земной поверхности и внутри.

Также среди абиотических факторов выделяют такие факторы как орографические (рельеф, высота над уровнем моря), химические (газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность), физические (шум, магнитные поля, теплопроводность, радиоактивность).

Биотические и абиотические факторы в совокупности называют естественными.

3) Антропогенные факторы – все факторы, связанные с деятельностью человека (физические, химические, биологические, социальные). Например, промышленные зоны и предприятия, транспорт, шум и вибрации и т.д. Среди антропогенных факторов выделяют следующие подвиды:

3.1) Архитектурно-инженерные факторы: на градостроительном уровне – выбор участка, его ориентация; на уровне объемно-планировочного решения – внутренняя структура здания, его конструктивное решение; способ энергообеспечения здания, наличие энергосберегающих устройств; виды технологического оборудования здания; потребности людей, животных и растительной среды.

3.2) Технологические факторы: изменение и модернизация хозяйственной деятельности человека – внедрение мало- и безотходных технологий, уменьшение объемов выбросов, сбросов и отходов и др. способы снижения влияния производств на окружающую среду; модернизация и своевременное обновление технологического оборудования на производствах.

Далее рассмотрим влияние некоторых естественных факторов, воздействующих на архитектурную среду.

Один из наиболее непредсказуемых геофизических процессов – землетрясения. Землетрясения – это естественные процессы, происходящие в земной коре – толчки и колебания, которые нередко приводят к тяжелым последствиям. Только в 18 крупных землетрясениях в мире, произошедших в период с 1990 по 1997 год, погибло 74 000 человек. К большой удаче, основная часть территории России находится вне зон сейсмической опасности, однако некоторые районы находятся на границе тектонических плит (в частности, горы Кавказа). Однако другие страны, такие как Япония или расположенная не так далеко от центра Российской Федерации Словения, находятся в зоне огромного риска получить ущерб от этого явления.

Землетрясения непосредственно не влияют на людей; травмы и жертвы являются результатом разрушенных зданий, пожаров, взрывов, неконтролируемой утечки опасных веществ в окружающую среду, наводнений и других изменений, вызванных подземными толчками и движениями земной поверхности. Для предотвращения повреждения или полного разрушения зданий их проектирование и строительство осуществляется в соответствии с принципами сейсмостойкости. Например, центр тяжести здания должен располагаться как можно ниже; кроме того, очень важны армирующие

конструкции, связывающие различные элементы здания. Кроме того, для наиболее эффективной защиты сооружений существуют различные специальные устройства, поглощающие или перенаправляющие вибрации, воздействующие на здание во время землетрясения.

Также серьезным фактором воздействия на среду обитания человека являются наводнения, которые больше всего влияют на здания, комплексы зданий и целые населённые пункты и районы, расположенные по руслу или пойме равнинных рек. Наводнения обычно являются результатом сочетания различных неблагоприятных событий; особенно значительным из них является большое количество осадков за относительно короткое время. Если осадки выпадают на замерзшую, непроницаемую или насыщенную влагой поверхность, русла рек и водоёмы очень быстро заполняются, выходя за свои первоначальные пределы. Другой, хоть и довольно редкий пример происхождения наводнений – разрушение дамб и плотин, удерживающих воду. В этом случае удерживаемая вода распространяется очень быстро, разрушая всю инфраструктуру и любые сооружения, встречающиеся её на пути.

Ранее поселения часто строились вблизи воды из-за преимуществ такого расположения: водоёмы и реки использовались (и используются) для быстрой транспортной связи с другими поселениями, являются источником питьевого водоснабжения и могут использоваться как источник энергии. Из-за этих преимуществ люди смирились с риском наводнений. В данный момент существуют конкретные меры (такие как подпорные сооружения и дамбы), которые могут защитить прибрежные поселения от последствий наводнений, однако подобные сооружения весьма дорогостоящи и сложны в эксплуатации. Следовательно, наиболее оптимальным методом остается выбор подходящего и безопасного места для строительства; в некоторых местах последствия наводнений можно уменьшить, возведя здание без подвала или на возвышенности.

Движения воздушных масс, известные также как ветер, – один из важнейших факторов, влияющих на жизнь городов и других населённых мест. Помимо того, что ветер помогает естественной очистке воздуха от промышленных и хозяйственных загрязнений, при отсутствии защиты от него он способен разрушить верхний, плодородный слой почвы, что приведёт к её обеднению, а также дальнейшему опустыниванию территории. Восточная часть России располагает просторами тайги, однако прибрежная азиатская её часть, а также территории Центрального Федерального, Южного и Северо-Кавказского округов находятся на равнине с достаточно редкими на сегодняшний день полосками и участками леса – естественного способа защиты от воздействия ветра [3].

Ветер считается проблемой в случае, если его сила и скорость слишком велики. Помимо обычного ветра также существуют такие погодные аномалии как ураганы и смерчи. Строить жилища, способные противостоять таким ветрам, теоретически можно, но это очень дорого. С другой стороны, потеря или серьёзное повреждение жилья, созданного без учета ветровых нагрузок,

обойдется человеку ещё дороже. Один из способов экономически выгодно снизить нагрузки на частное здание в регионах с большой вероятностью ураганов – построить приземистый дом с крышей, скаты которой расположены под большим углом. Однако данное правило не распространяется на многоэтажные дома, которые, благодаря своей большой массе, могут, хоть и с повреждениями, выдерживать воздействие сильных ветров. Не стоит также забывать, что в неблагоприятную погоду угрозу представляют не только воздушные массы, но и летящие сломанные ветки, падающие деревья и даже унесённые ветром объекты инфраструктуры, от которых, к сожалению, защиты нет. А при длительном воздействии сильных ветров возможно переохлаждение здания за счет выдувания тепла из ограждающих конструкций – данную проблему можно решить за счет предварительного расчета теплопотерь и качественного утепления фасада дома. Теплоизоляция также улучшает акустический комфорт и минимизирует гул ветра во время его сильных порывов. Также теплопотери и другие негативные влияния ветра можно устранить с помощью правильных объемно-планировочных и ландшафтных решений – например, обтекаемые по форме здания намного лучше справляются с ветровыми нагрузками [5].

Кроме естественных факторов влияния на среду обитания человека также выделяют антропогенные.

Антропогенными факторами называют те факторы, которые воздействуют на окружающую среду за счет деятельности человека. Существуют как положительные, так и отрицательные примеры подобного воздействия. Например, среди положительного влияния можно выделить случаи благоприятных изменений в природе благодаря охране окружающей среды. Но чаще общество оказывает негативное, а иногда и разрушительное воздействие на биосферу.

Любой вид хозяйственной и промышленной деятельности людей влияет на связи между живыми организмами и их естественной средой обитания, часто приводит к их дисбалансу в природных системах. В следствие этого, создаваемые человеком комплексы и ландшафты и являются антропогенным фактором. Это поля, сады, огороды, пастбища, водохранилища, пруды, каналы, парки и искусственные лесополосы, а также расширение городских территорий и застройка ранее нетронутых уголков природы. Антропогенные факторы влияют на окружающую среду схожим с биотическими факторами исходом – например, на сельскохозяйственных плантациях происходит опустынивание; зарастание прудов и других искусственных водоёмов вызывает заболачивание территорий. Чтобы уменьшить негативное воздействие человека на биосферу, необходимо сформировать новое отношение к окружающей среде, ответственность за безопасное существование дикой природы и сохранение биоразнообразия, и, в связи с этим, использовать наиболее экологичные технологии и материалы при строительстве архитектурных сооружений.

Город и архитектурные системы стали частью окружающего мира, частью среды. Поэтому главным направлением деятельности архитектурной экологии

как науки, изучающей воздействие естественных и антропогенных факторов на архитектурные системы, является сохранение баланса между негативным влиянием природных факторов на жизнь человека и негативными последствиями его деятельности, влияющими, в свою очередь, на природу.

### Список литературы

1. Черешнев И.В. Экология жилой среды как основополагающий фактор развития доступного жилища / И.В. Черешнев // *Архитектура и время*. – 2009. – №5. – С 10-13.

2. Малоян Г.А. Основы градостроительства [Текст] / Г.А. Малоян. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 123с.

3. Полуй Б.М. Архитектура и градостроительство в суровом климате / Б.М. Полуй. – Л.: Стройиздат. 1989.

4. Косицкий Я.В. Основы теории планировки и застройки городов [Текст] / Я.В. Косицкий, Н.Г.Благовидова: учеб. пособие. – М.: «Архитектура-С», 2007. – 76 с.

5. Лаврик, Г.И. Методологические основы районной планировки. Введение в демоэкологию [Текст]: учебник для вузов / Г.И. Лаврик. – Белгород.: БГТУ им.В.Г. Шухова, 2006. – 117с.

6. Яргина З.Н. Основы теории градостроительства [Текст]: учеб. для вузов., спец. «Архитектура» / З.Н. Яргина, Я.В. Косицкий, В.В. Владимиров и др.; под редакцией З.Н. Яргиной. – М.: Стройиздат, 1986. – 326с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ВОВЛЕКАЕМЫХ В ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ

В.В. Буксман, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье проанализированы основные проблемы, сопровождающие становление и проведение экономической оценки природных ресурсов, вовлекаемых в хозяйственный оборот. Рассмотрены приоритеты в области проведения стоимостной оценки на основе определения комплексного показателя природно-ресурсного потенциала территории.

Оценка природных ресурсов – сложная междисциплинарная, межведомственная задача, которая становится первоочередной в условиях рыночной экономики. Основные проблемы возникают из-за отсутствия общепринятой методологии экономических оценок ресурсов и процессов ресурсопотребления и соответствующей правовой и нормативно-методической базы. Разработку методов денежных оценок природных ресурсов длительное время сдерживала недостаточная обоснованность теоретических посылок. Более того, природные ресурсы зачастую рассматривались в отрыве от проблем оценки элементов национального богатства и их воспроизводства. Именно отсутствие до настоящего времени единых согласованных методических подходов к

социально-экономической оценке природных ресурсов (стоимости земли, недр, лесов и др.) не позволяет их учитывать и отражать в составе национального богатства страны наряду со стоимостью основных производственных фондов, зданий, сооружений и др.

Необходимость платности использования природных богатств была осознана не сразу, чему способствовали как естественные факторы (богатство страны природными ресурсами), так и политико-экономические факторы (необходимость ускоренного развития тяжелой промышленности как основы социализма и т.д.). Однако по мере преимущественно экстенсивного развития производства стала проявляться как относительная, так и абсолютная ограниченность отдельных природных ресурсов, что сопровождалось резким ухудшением состояния окружающей среды. Данное обстоятельство привело к пониманию того, что для рационального использования природных ресурсов директивного управления явно недостаточно, и лишь прекращение бесплатного вовлечения природных ресурсов в хозяйственный оборот, их отражение в составе *национального богатства* на основе стоимостной (денежной) оценки могут способствовать улучшению ситуации. В целом отдельные элементы учета экологического фактора в хозяйственной деятельности на основе механизма платного (возмездного) использования природных богатств, существовавшие в условиях планово-директивной экономики, носили больше декоративный и декларативный характер.

Значительный интерес к вопросам экономической оценки природных ресурсов и оценки ущерба от загрязнения и нерационального природопользования был проявлен в связи с формированием в стране в конце 1980-х - начале 1990-х годов системы платного природопользования. Этому способствовало принятие ряда законов: «О плате за землю», «О недрах» и Закона РФ «Об охране окружающей природной среды» (1991), а также Водного кодекса РФ, Лесного кодекса РФ, Закона РФ «О животном мире», Закона РФ «О континентальном шельфе Российской Федерации», которые заложили основу перехода на рыночные отношения в сфере природопользования. Однако сложность практического применения указанных экономических оценок, отсутствие должной информационной и нормативной базы не привели к реальному использованию таких оценок [3].

Также следует отметить, что введение платы за пользование природными ресурсами и отчислений на их охрану и воспроизводство практически строилось без учета экономических оценок, хотя проработки в этом направлении велись различными министерствами и ведомствами, но при отсутствии общего государственного подхода и единой методологии.

С принятием нового Гражданского кодекса Российской Федерации интерес к оценке природных ресурсов возобновился на новом уровне. Последнее обстоятельство связано с наличием в ГК РФ ст. 130, которая относит природные ресурсы к недвижимости, в связи с чем возникает проблема их экономической оценки. В настоящее время ряд коммерческих и общественных структур (Российское общество оценщиков, Федеральный фонд оценки и др.) проводят

определенную работу по развитию оценочной деятельности в сфере природопользования. При этом делается попытка принятия указанными структурами нормативных документов в этой сфере (например, стандарт Российского общества оценщиков «Оценка минерального сырья», 1996).

В этой связи главная задача состоит в разработке общей концепции экономической (стоимостной) оценки природных ресурсов, которая позволила бы выработать единую систему показателей оценки разнообразных природообразующих компонентов, оптимальных с точки зрения согласования интересов экономики и природопользования [2].

Важное значение при этом принадлежит определению комплексного показателя природно-ресурсного потенциала территории, который учитывал бы:

- 1) наличие (объем и типы) природных ресурсов региона;
- 2) значение природных ресурсов и поддержание устойчивости природных систем, т.е. рациональное сочетание и допустимые интервалы колебаний запасов, не влекущие за собой изменения устойчивости системы в целом;
- 3) функциональную роль природных ресурсов и условий окружающей среды в формировании хозяйственной деятельности в регионе (оптимальные направления использования ресурсов в пределах природно-ресурсного потенциала с учетом процессов самовосстановления для возобновляемых ресурсов), т.е. в обеспечении равновесия и устойчивости регионального эколого-экономического развития [1].

В Экологической доктрине Российской Федерации (2002) в качестве одного из главных экономических и финансовых механизмов по обеспечению рационального природопользования и охраны окружающей среды предусмотрено включение в экономические показатели полной и всевозрастающей ценности природных объектов и экологических услуг и их учет при принятии решений [1].

### Список литературы

1. Заикин В.И. *Эколого-экономическая оценка природоохранного потенциала лесных ресурсов (на примере Саратовской области): Автореф. дисканд. экон. наук. Саратов, 2005. С. 18.*
2. Глазырина И.П. *Природный капитал в экономике переходного периода / И.П. Глазырина. – МНИА-Природа: РЭФИА, 2001. – С. 159.*
3. Перелет Р.А. *Экономика биоразнообразия. М., 2002.*
4. *Экономика и организация природопользования: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Экономика» / Лукьянчиков Н.Н., Потравный И.М., – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 687 с.: 60x90 1/16. – (Золотой фонд российских учебников).*

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Панарин В.М., Рылеева Е.М., Сергеева Е.В. Моделирование загрязнения водных объектов стоками промышленных предприятий .....	3
Панарин В.М., Рылеева Е.М., Сергеева Е.В. Геоинформационные технологии при моделировании загрязнения поверхностных вод .....	8
Семина К.И., Седова О.С. Предел прочности и химический состав изготовленных проволочно-дуговым аддитивным методом образцов сплава АМг5 .....	14
Шепелев И.И., Жуков Е.И. Рациональное природопользование при утилизации отходов глиноземного производства .....	18
Миткина П.И., Терминов С.А. Химический состав кислых гидролизатов плодовых оболочек и соломы риса .....	20
Яковлева О.В., Горячев С.Н., Братковская Л.Б., Алексеев А.А., Маторин Д.Н. Замедленная флуоресценция хлорофилла для мониторинга водоемов .....	23
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Определение метрологических характеристик аэроакустических систем .....	26
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Реализация аэроакустической системы в виде мобильного диагностического устройства контроля .....	27
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Наземная и бортовая система контроля и диагностики рабочих лопаток проточной части турбомашин .....	28
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Реализация аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля и практические рекомендации по построению аэроакустических систем контроля .....	30
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при их испытаниях .....	31
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Реализация аэро-оптических технологий в акустических и газодинамических направлениях исследований .....	32
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Алгоритм диагностирования рабочих лопаток турбомашин системой аэроакустической картографии .....	33
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Совместное использование аэроакустической системы и программного комплекса «ГРАД» .....	35
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Алгоритмы контроля состояния рабочих лопаток, в условиях параметрической и структурной неопределенности газо-воздушного потока на срезе сопла турбомашин .....	36
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Варианты выявления неисправностей рабочих лопаток турбин и смежных дефектов в двумерном (2D) и трехмерном (3D) форматах по пространству турбомашин .....	37

Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Волоконно-оптическая сенсорная система при исследованиях вентиляторной установки в реальном масштабе времени .....	38
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Комплексная волоконно-оптическая сенсорная система .....	39
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Диагностирование турбомашин аэроакустической системой на базе сенсорных волоконно-оптических датчиков .....	40
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Применение аэроакустической системы контроля в смежных и прямых задачах контроля неисправностей рабочих лопаток турбомашин .....	41
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Сайфуллин А.А., Казаров В.Ю., Коновалов К.А., Коверин Г.Д. Комплексная система восстановления акустического поля на входе и на выходе турбомшины .....	42
Нечаева А.В., Остах С.В. Логико-информационная модель ремедиации нефтезагрязненных земель с межсезонным внесением биопрепаратов .....	44
Довгань С.В., Арефьева О.Д., Панасенко А.Е. Состав, строение и физико-химические свойства биогенных алюмосиликатов калия из соломы и шелухи риса .....	47
Понамарев А.С., Ларичкин В.В. Исследование эксплуатационных свойств графен-бетонных композитов с использованием золы уноса от сжигания бурых углей .....	50
Тусупов Т.Е. Совершенствование организации экскавации загрязненного грунта при биоремедиации .....	52
Педяш М.Е., Остах О.С., Остах С.В., Марьинских С.Г. Оценка совместного фитостимулирующего действия бентонита и диатомита .....	56
Варданян М.А. Использование биореакторной установки обезвреживания загрязненной фракции .....	60
Флисюк О.М., Панасенко С.А. Исследование процесса классификации песка в трехсекционном гравитационном классификаторе с завихрителями потока воздуха .....	66
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Стимуляторы роста .....	68
Сафронов О.А., Зеновьев И.А., Бушуев Д.А., Сыса П.А., Кунилова И.В. Исследование выделения магнитного концентрата из золы сжигания каменных углей .....	71
Шейнкман Л.Э., Ивлиева М.С. Распределение концентрации кальция в почвенном профиле в зависимости от расстояния от карьера статистическим методом Левенберга-Марквардта .....	73
Ивлиева М.С., Шейнкман Л.Э. Фитомелиорация на почвах тульской области, загрязненных радионуклидом цезием-137 .....	77
Волков А.В., Лазаренко Е.В. Научно-практические основания комплексной оценки результатов регионального природопользования .....	79
Волков А.В., Лазаренко Е.В. Комплексная оценка результата регионального природопользования и пути его улучшения .....	90
Симанкин А.Ф., Волков А.В., Савин А.О. Реализация метода комплексной оценки результатов ресурсопользования на примере нескольких субъектов Российской Федерации .....	100
Праснандасита Б. Изменения в уровнях загрязнения воздуха после пандемии COVID 19 в Джакарте, Индонезии .....	112
Пушилина Ю.Н., Дюкова Д.О. Гидросфера. Основные источники загрязнения. Разработка нормативов ПДС .....	114
Савинова Л.Н., Векшина В.А. Изучение влияния противогололедных химических реагентов (хлоридов) на фитотоксичность .....	117

Силенко А.М. Применение «солнечной» черепицы как альтернативного источника энергии .....	121
Половова Е.А. Подбор растений при озеленении садов и парков .....	123

## **ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ.**

### **ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.**

#### **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Гаспарян А.С. О необходимости учета природной пыли при проведении сводных расчетов по определению фоновых концентраций .....	125
Иванчихина О.В. Основные этапы выбора калорийности для снижения веса: типичные ошибки и новые подходы .....	129
Коряков А.Е., Шишкина А.А. Влияние технологических процессов производства огнеупорных изделий на микроклимат рабочей зоны .....	132
Одинцова И.А., Рылеева Е.М. Организация охраны труда в сфере образования .....	134
Вакунин Е.И., Коряков А.Е. Мониторинговые исследования атмосферного воздуха на территории рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов ...	135
Коряков А.Е., Шишкина П.А. Основные причины производственного травматизма .....	141
Бочарова А.М. О безопасности условий труда на гальваническом производстве ....	143
Маслова А.А., Молчановская К.Г. Предложения по замене системы пожаротушения при реконструкции корсаковской базы нефтепродуктов .....	144
Кан М.В., Котлеревская Л.В. Исследование взрывопожароопасности производственных пылей на предприятиях по хранению и переработке зерна .....	147
Шахов С.А., Кашинцева Л.В. Современные способы обработки металлов .....	151
Рылеева Е.М., Одинцова И.А. Особенности организации охраны труда в образовательных учреждениях .....	155
Исаева Ю.Д. Безопасность при использовании вертикального транспорта .....	157
Кулагина Н.С., Маслова А.А. Особенности условий труда женщин .....	160
Гаврилина А.В. Методический подход к анализу риска аварий на опасных производственных объектах .....	162
Гаврилина А.В. Анализ основных причин травматизма для персонала при эксплуатации подъемных сооружений .....	166
Четырешников Ф.И., Маслова А.А. Негативное влияние вредных и опасных факторов гальванического цеха на работников .....	169
Четырешников Ф.И., Маслова А.А. Количественные показатели отдельных видов риска .....	173
Дюкова Д.О. Анализ влияния экологических загрязнений на здоровье человека ....	176
Савинова Л.Н., Туляков С.П., Векшина В.А. Мониторинг радиационной обстановки на территории Тульской области после аварии на Чернобыльской АЭС с использованием ГИС-технологий .....	178
Пушилина Ю.Н., Осенкова В.П. Современные тенденции в области экологической безопасности .....	183
Рылеева Е.М., Табакова О.А. Сравнительная характеристика видов ионизирующих излучений и их влияние на человека .....	185

#### **ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Рылеева Е.М., Белова П.Ю. Анализ радиационной обстановки на территориях Тульской области, загрязненных цезием-137 вследствие Чернобыльской катастрофы .....	190
---	-----

Рылеева Е.М., Колганов Д.Э. Применение радиоизотопных приборов в науке и народном хозяйстве .....	193
---	-----

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ**

Шияр Абдо, Королева Ю.В. Об использовании траекторий воздушных масс для оценки регионов «наиболее вероятных» источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Юго-Восточной Балтики .....	198
Шишкина П.А., Коряков А.Е. Роль эргономики в улучшении условий труда на рабочих местах .....	203
Лазаренко Е.В., Афанасьева Н.Н. Источники финансирования природоохранной деятельности в Российской Федерации .....	206
Кудинова В.В., Афанасьева Н.Н. Проблемы и перспективы финансовой системы в сфере природопользования РФ .....	209
Дозорова А.С. Экологические чрезвычайные ситуации и их критерии .....	212
Шишова К.С. Экологические требования при проектировании и строительстве набережных России .....	214
Чихирева Е.Д., Чумерина А.А. Экологическая реорганизация промышленных зон и инженерных сооружений .....	216
Савинова Л.Н., Векшина В.А. Географические информационные системы в решении экологических задач в экологии .....	219
Лялина С.А., Афанасьева Н.Н. Эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения в России .....	224
Савин А.О., Афанасьева Н.Н. Рентная политика и ее развитие в современных условиях .....	228
Белова П.Ю., Афанасьева Н.Н. Основные подходы к экологической сертификации и маркировке в Российской Федерации .....	231
Колганов Д.Э., Афанасьева Н.Н. Перспективы внедрения систем экологического менеджмента в организациях .....	235

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ**

Клименко А.А. Оценка органолептических свойств реки Сингели Краснодарского края .....	238
Царёв А.С. Активный туризм как форма экологического воспитания .....	240
Меркулов С.О. Экологические программы, работающие на территории Тульской области .....	242
Пушилина Ю.Н., Колобаева В.О. Обзор новейших материалов в современной архитектуре .....	244
Перевозникова А.И., Ефремова Д.А. Воздействие естественных и антропогенных факторов на архитектурные системы .....	247
Буксман В.В., Афанасьева Н.Н. Методические подходы к экономической оценке природных ресурсов, вовлекаемых в хозяйственный оборот .....	251