



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Организация  
Объединенных Наций по  
вопросам образования,  
науки и культуры



Международный  
центр компетенций  
в горнотехническом образовании  
под эгидой ЮНЕСКО

ХІХ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-КОНКУРС  
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ТОМ 6

14–16  
АПРЕЛЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2021



**НЕДРА**  
КОНСОРЦИУМ УНИВЕРСИТЕТОВ

**СИБУР**



ФОСАГРО

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ХІХ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-КОНКУРС  
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ

12-16 апреля 2021 г.

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Том 6**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2021

УДК 00 (622+55+665.6/7+620.9+621+669(082))

ББК 2 (65.304.11+33.36+31+34.3/4я43)

В 851

В сборнике представлены труды молодых исследователей, участников XIX Всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов (Санкт-Петербургский горный университет, 12-16 апреля 2021 г.). Материалы сборника представляют интерес для широкого круга исследователей, ученых, педагогов, специалистов, руководителей промышленных предприятий и предпринимателей, работающих в области поиска, разведки, добычи и переработки полезных ископаемых.

The Volume contains works of young researchers-participants of XIX Russian Conference of students and graduate students, which was held at the St. Petersburg State Mining University from the 12<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup> April 2021. The Volume can be of great interest for a wide range of researchers, scientists, university lecturers, specialists and managers of industrial enterprises and organisations as well as for businesspeople involved in exploration, prospecting, development and processing of minerals.

Редакционная коллегия: доцент *В.Т. Борзенков* (председатель), доцент *Д.С. Тананыхин*, профессор *М.В. Двойников*, профессор *А.М. Щипачев*, профессор *Н.К. Кондрашева*, профессор *Т.Н. Александрова*, профессор *О.И. Казанин*, профессор *П.А. Деменков*, доцент *М.Г. Мустафин*, профессор *А.С. Егоров*, профессор *О.М. Прищеп*, профессор *А.Е. Череповицын*, доцент *П.А. Петров*, профессор *В.В. Максаров*, профессор *В.А. Шпенст*, профессор *М.А. Пашкевич*, доцент *Н.А. Вахнин*, доцент *И.В. Поцешковская*, ст. преп. *А.С. Данилов*,

ISBN 978-5-94211-935-5 (Том 6)

ISBN 978-5-94211-929-4

© Санкт-Петербургский горный университет, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### Секция 15. Устойчивое развитие регионов и экологическая безопасность

#### **Авдеева А.В.**

- Подход к многофакторной оценке техногенного воздействия производственных объектов МСК на компоненты природной среды  
Approach to the multi-factor assessment of the technogenic impact of msk production facilities on the components of the natural environment..... 12

#### **Астаскевич А.И.**

- Угроза катастрофических выбросов метана в Восточно-Сибирском море и море Лаптевых  
Threat of catastrophic emissions of methane in the Eastsiberian sea and the Laptev Sea..... 14

#### **Бадретдинова В.Т., Серых Т.А.**

- Развитие индустрии биотоплива в России  
Development of the biofuel industry in Russia..... 16

#### **Бегунов А.А.**

- Пылеподавление на угольных предприятиях  
Dust suppression at coal enterprises..... 17

#### **Бочкина А.А.**

- Мониторинг рекультивации нефтезагрязненных земель с применением вегетационного индекса NDVI  
Monitoring of oil-contaminated land reclamation using vegetation index NDVI..... 20

#### **Буцьленко И.Е.**

- Анализ загрязнений и методов их минимизации при доразработке на месторождении Зыбза-Глубокий Яр  
Analysis of pollutions and their minimization methods during development at the Zybza-Deep Narration field..... 23

#### **Гусева А.А.**

- Проблема нормирования угольной пыли при воздействии на почвенно-растительный покров  
The problem of rationing coal dust during impact on soil and vegetation cover ..... 27

#### **Данильченко А.Л.**

- Геоэкологические проблемы угледобывающих районов Кузбасса  
Geoecological problems of coal-mining regions of Kuzbass..... 28

#### **Елизаров О.И.**

- Особенности организации рационального природопользования на месторождениях Ямальской Тундры  
Features of the organization of rational environmental management in the Yamal Tundra deposits..... 32

#### **Ерохин Л.М.**

- Эффективная конверсия природного газа в бактериальную биомассу  
Efficient conversion of natural gas to bacterial biomass..... 34

#### **Ильин П.Н.**

- Эколого-радиационная оценка состояния отходов бурения и продуктов их утилизации  
Ecological and radiation assessment of the condition of drilling waste and their disposal..... 36

#### **Каштанова И.С.**

- Оценка воздействия рекультивации полигона твердых коммунальных отходов «Кучино» Московской области на атмосферный воздух  
Assessment of the impact of recultivation of the Kuchino municipal solid waste landfill in the Moscow region on atmospheric air..... 39



<b>Кирина В.Д.</b>	
Оценка техногенной трансформации урбанизированной территории по исследованию снегового покрова (на примере г. Кемерово)	
The assessment of technogenic transformation of an urbanized territory based on the snow cover research (a case study of Kemerovo) .....	43
<b>Клокова Ю.В.</b>	
Золотодобывающая промышленность как фактор эколого-экономического состояния региона	
Gold mining industry as a factor of ecological and economic state of region.....	45
<b>Коновалов М.Ю.</b>	
Методика оценки последствий изменения климата в Арктической зоне РФ	
Methodology for assessing the consequences of climate change in the Arctic zone of the Russian Federation.....	48
<b>Лисенков С.А.</b>	
Использование биоиндикационных методов при оценке воздействия нефтегазодобычи на тундровые ландшафты на примере Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения	
The use of bioindication methods in assessing the impact of oil and gas production on Tundra landscapes on the example of the Yamburg oil and gas condensate field.....	51
<b>Матвеева Ю.Г.</b>	
Вопросы обеспечения экологической безопасности и оценка риска разлива кислородных прудов-накопителей (на примере территории ОПНМЗ им. Д. И. Менделеева)	
Issues of ensuring environmental safety and assessing the risk of spillage of acid-hadron storage ponds (on the example of the territory of the d. I. Mendeleev OPNMZ) .....	58
<b>Никифорова З.В.</b>	
Особенности устьевой области Волги и оценка влияния использования водных ресурсов региона на гидролого-морфологические особенности.	
Features of the Volga estuary region and assessment of the impact of the use of water resources in the region on hydrological and morphological features.....	61
<b>Оберемок И.А.</b>	
Транспорт и трансформация органического углерода на восточной части шельфа моря Лаптевых	
Transport and transformation of organic carbon in the eastern part of the Laptev sea shelf.....	64
<b>Пенезева Д.В.</b>	
Исторические аспекты использования защитных материалов при рекультивации нарушенных земель	
Historical aspects of protective materials usage in the disturbed land reclamation .....	67
<b>Первак А.С.</b>	
Оценка техногенного воздействия аварии Кумжинском месторождении на компоненты окружающей среды	
Assessment of technogenic impact accidents at the Kumzhinskoye field on environmental components.....	69
<b>Петренко Е.Н.</b>	
Техногенные линзы углеводородов и экологическая безопасность предприятий нефтеперерабатывающей отрасли	
Process lenses of hydrocarbons and environmental safety of the oil refining industry.....	71
<b>Рябинина И.Г.</b>	
Мониторинг и оценка техногенного воздействия на компоненты природной среды при ликвидации отработанной выработки угольного разреза «Коркинский»	
Monitoring and assessment of technogenic impact on the components of the natural environment during the elimination of the exhausted mining of the Korkinsky coal pit.....	73

<b>Сидякина А.А.</b>	
Оценка и управление экологической безопасностью при функционировании производственных объектов минерально-сырьевого комплекса Assessment and management of environmental safety in the operation of production facilities of the mineral resource complex.....	76
<b>Солдатова В.В.</b>	
Оценка последствий воздействия гексахлорбензола на экосистему города на примере г. Калуш, Украина Assessment of the hexachlorobenzene effects on the city ecosystem from the example of Kalush, Ukraine.....	79
<b>Стрелина М.А.</b>	
Новые подходы к оценке экологических рисков здоровья населения в условиях неблагоприятного воздействия соединений тяжелых металлов (на примере соединений ртути) New approaches to the assessment of environmental health risks in the context of adverse effects of heavy metal compounds (for example, mercury compounds) .....	80
<b>Сучков Д.В.</b>	
Особенности промышленной переработки фосфогипса для использования в качестве вторичного материального ресурса Features of industrial processing of phosphogypsum for its use as a secondary material resource.....	82
<b>Топтыгина М.Н.</b>	
Исследование методов обработки статистической информации снежного покрова на территории Сургутского полесья для оценки загрязненности атмосферного воздуха Research of methods of processing statistical information of snow cover in the territory of Surgut plesie for the assessment of atmospheric air pollution.....	84
<b>Хецуриани Т.Е.</b>	
Чистая вода основа здоровья населения Clean water is the basis of population health.....	86
<b>Хлопотова Е.А.</b>	
Поиск оптимального варианта для использования пнг на ранних этапах разработки месторождения X Search for the optimal option for apg use in the early stages of development X.....	90
<b>Чекалов А.Ю.</b>	
Разработка технологии микроэмульсионного затопления с использованием графена для вытеснения остаточной нефти из пласта The development of technology of enhanced oil recovery through the microemulsion flooding adding graphene for the displacement of residual oil.....	94
 <b>Секция 16. Утилизация отходов, очистка воды, отходящих газов и восстановление нарушенных земель</b>	
<b>Адушева Д.Ю.</b>	
Анализ современных методов утилизации ртутьсодержащих отходов The analysis of modern disposal methods mercury-containing waste.....	96
<b>Атангулова Э.Х.</b>	
Разработка метода переработки стока производства цеолитов, разработка установки и ее системы управления Development of a method for processing the effluent of zeolite production, development of the plant and its control system.....	98
<b>Бабилов О.Е.</b>	
Исследование проблем биологического загрязнения установок водоподготовки на Казанской ТЭЦ-1 Research of biofouling problems of the water treatment system at Kazan CHPP-1.....	100

<b>Бугров Р.Ю.</b>	
Очистка сточных и поверхностных вод от нефти и нефтепродуктов Purification of waste and surface water from oil and petroleum products.....	102
<b>Быцко А.А.</b>	
Эффективность применения сорбентов для снижения остаточного содержания нефтепродуктов в промышленных отходах Efficiency of the use of sorbents to reduce the remaining content of oil products in industrial waste.....	104
<b>Валиуллина В.И.</b>	
Исследование влияния теплового нагрева на процесс разрушения нефтешламowych эмульсий при электромагнитном воздействии Investigation of the thermal effect on the oil-sludge emulsions destruction process under electromagnetic influence.....	107
<b>Гарифуллина Ч.А.</b>	
Исследование процесса утилизации углекислого газа с получением водорода и углеводородов Study of carbon dioxide utilization process with hydrogen and hydrocarbons generation.....	109
<b>Глубокая А.С.</b>	
Инновационные способы водоочистки производственных стоков сложного состава Innovative methods for purification of industrial wastewater of complex composition.....	111
<b>Горбунов А.А.</b>	
Способ ускоренной рекультивации и фитомелиорации загрязненных и нарушенных территорий Method for accelerated recultivation and phytomelioration of contaminated and disturbed areas	113
<b>Губарь Е.В.</b>	
Многомерный анализ химического состава фосфорсодержащих отходов Multivariate analysis of the chemical composition of phosphorese-containing waste.....	116
<b>Дерксен Д.А., Евтушенко К.В.</b>	
Цифровая платформа для обеспечения учета и промышленного использования золошлаковых отходов Digital platform for accounting and industrial use of ash waste.....	122
<b>Закатов Н.С.</b>	
Научно-техническое обоснование сорбционных свойств несгораемых углеродных остатков пиролиза отходов Scientific and technical substantiation of sorption properties of incombustible carbon residues of waste pyrolysis.....	124
<b>Квиринг М.Д.</b>	
Разработка системы процесса очистки сточных вод от хрома Development of the process system for wastewater treatment from chromium.....	127
<b>Кондрашин К.Г.</b>	
Применение псевдо-топоизооплет в исследовании солевого состояния почвенного покрова сельскохозяйственных территорий, как средства визуализации большого массива данных Application of pseudo-topoisoplet in studying the salt state of soil cover of agricultural territories as a means of visualizing a large data.....	129
<b>Кортаева А.Е.</b>	
Применение системы «constructed wetlands» для очистки карьерных сточных вод в условиях Арктики Application of the "constructed wetlands" system for the treatment of quarry wastewater in Arctic.....	131

<b>Максимов Л.И.</b>	
Использование техногенных отходов станций обезжелезивания в качестве альтернативного рудоподобного источника для производства железосодержащих нанопорошков и товаров на их основе	
Use of iron removal stations' technogenic waste as an alternative ore-like source for production of iron-containing nanopowders and goods based on them .....	132
<b>Мальшикина Е.С.</b>	
Вторичное использование отходов деревопереработки в качестве сорбента для извлечения нефтепродуктов из сточных вод	
Recycling of wood processing waste as a sorbent for extracting petroleum products from wastewater.....	134
<b>Масленников В.С.</b>	
Проблема водоочистки водных ресурсов Апатито-Кировского региона Мурманской области от загрязнений, вызываемых хвостохранилищами и производственной деятельностью АО «Апатит», и инновационные пути её решения	
The problem of water treatment of water resources of the Apatito-Kirovsk region of the Murmansk region from pollution caused by tailings and production activities of JSC «Apatit», and innovative ways to resolve it.....	136
<b>Минибаев А.И.</b>	
Электромембранная утилизация высокоминерализованных щелочных сточных вод водоподготовительных установок тэс	
High mineralized alkaline waste water disposal of the tpp's water treatment units by electromembrane method.....	138
<b>Миронова А.И.</b>	
Утилизация осадка станций водоподготовки в качестве добавок к сырью для	
Utilization of water treatment stations' sludge as additives to raw materials for production of haydite.....	140
<b>Михедова Е.Е.</b>	
Использование натуральных сорбентов для повышения эффективности биоремедиации нефтезагрязненных почв северных территорий РФ	
Use of natural adsorbents to increase effectiveness of bioremediation for petroleum contaminated soils of the northern territories of the Russian Federation.....	142
<b>Новикова Д.А.</b>	
Современные способы утилизации попутных нефтяных газов	
Modern methods of utilization of associated petroleum gases.....	144
<b>Павленкова А.А.</b>	
Очистка сточных вод на тепловых электрических станциях. Проблемы и перспективные методы решения	
Waste water purification at thermal power plants. Problems and prospective solutions.....	146
<b>Патокин Д.А.</b>	
Использование гранулированных отвальных шлаков медного производства в качестве сорбентов	
The use of granulated waste slags of copper production as sorbents.....	148
<b>Паушкина К.К.</b>	
Научное обоснование перспектив утилизации промышленных и коммунальных отходов в составе композиционных топлив с выработкой энергии	
Scientific basis of the prospects for utilization of industrial and municipal waste in composition fuels with energy generation.....	150
<b>Подоксенов А.А.</b>	
Повышение эффективности очистки производственных сточных вод на станциях очистки воды в системах водоотведения	
Improving the efficiency of industrial wastewater treatment at water treatment plants in wastewater disposal systems.....	155

<b>Рудаков В.В.</b>	
Отделение фильтрации дистиллерной жидкости Distilled liquid filtration department.....	128
<b>Русакова А.А.</b>	
Физико-химическое обоснование применения торфяных сорбентов для ремедиации почв, загрязненных ртутью Justification of the use of peat sorbents for remediation of mercury-contaminated soils.....	160
<b>Садырин В.А.</b>	
3D моделирование процесса рекультивации объектов горнодобывающей промышленности 3D modeling of the process of reclamation of objects of the mining industry.....	162
<b>Сладкова А.Д.</b>	
Использование сталеплавильных шлаков в процессах очистки сточных вод Using of steelmaking slags for wastewater treatment.....	164
<b>Соловьёва Л.В.</b>	
Разработка магнитоуправляемого сорбента из углеродсодержащих и органических отходов Development of magnetically controlled sorbent from carbon-containing and organic waste...	165
<b>Сонин П.В.</b>	
Проблема прогнозирования процесса рекультивации объектов горнодобывающей промышленности The problem with prognosing of the mining industry objects reclamation .....	169
<b>Тарамов Ю.Х.</b>	
Изучение технологий переработки твердых бытовых отходов на полимерной основе Learning technologies for processing solid domestic waste on a polymer basis.....	171
<b>Тарганов И.Е.</b>	
Растворение ренийсодержащих шлифотходов суперсплава на основе никеля Dissolution of rhenium-containing grinding waste superalloys on nickel based.....	175
<b>Чиркова Ю.Л.</b>	
Технико-экономическая оценка эффективности извлечения и утилизации попутного нефтяного газа с использованием установок предварительного сброса воды Technical and economic assessment of the efficiency of returning and utilization of associated petroleum gas using preliminary water discharge plants.....	177
<b>Шерстобитов Д.Н., Туницына О.В., Чертес К.Л.</b>	
Очистка нефтезагрязненного грунта с применением высоконапорной технологии Oil-contaminated soil cleaning using high-pressure technology.....	179
<b>Шумская И.Ю.</b>	
Органоминеральные удобрения на основе биосферосовместимых отходов АПК и аммофоса Organomineral fertilizers based on biospheric compatible waste of AIC and ammophos.....	182

**Секция 17. Актуальные проблемы и противоречия развития  
современного общества**

<b>Абрамкин Г.В.</b>	
Перспективы и противоречия Российско-Германского газового сотрудничества Prospects and contradictions of Russian-German gas cooperation.....	184
<b>Валиахметова Э.Р.</b>	
Ориентальные мотивы в убранстве Санкт-Петербурга как отражение диалога культур. Разработка комплекта занимательных задач для самостоятельной работы студентов Oriental motives in St. Petersburg's décor as a reflection of the dialog of cultures. Development of an edutainment quiz for students' individual studies.....	186

<b>Васильева В.Д.</b>	
Мотивация формирования конкурентоспособного специалиста в техническом ВУЗе Motivation for the formation of a competitive specialist in a technical university.....	188
<b>Воронова Н.А.</b>	
Отношение студентов технического университета к дистанционной форме обучения The attitude of students of the technical university to distance learning.....	190
<b>Зырянова А.Л.</b>	
Анализ реализации профессиональных компетенций по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» в вузах Analysis of the implementation of professional competencies in the direction 27.03.01 "Standardization and metrology" in universities.....	191
<b>Иванова Н.А.</b>	
Лексико-семантическое поле «камни Петербурга» Lexical-semantic group "stones of Saint-Petersburg".....	193
<b>Князева М.А.</b>	
Управленческие компетенции и философия образования Managerial competencies and educational philosophy.....	195
<b>Лелен А.</b>	
Культурологический фон лексемы рождество в процессе изучения русского языка студентами из Сербии Cultural background of the christmas token in the process of learning russian by students from Serbia.....	198
<b>Моргунов В.В.</b>	
Концепт адаптации в системе высшего образования The concept of adaptation in the higher education system.....	199
<b>Назарова В.Ю.</b>	
Цифровизация промышленности и инженерное образование сегодня Digitalization of industry and engineering education today.....	200
<b>Прокофьев В.А.</b>	
Перспективы загрузки Северного морского пути Prospects for loading the Northern Sea route.....	202
<b>Сумин Е.И.</b>	
Геополитические аспекты функционирования российской нефтегазовой компании Geopolitical aspects of the functioning of a russian oil and gas company.....	205
<b>Сынчикова Д.А.</b>	
Перспективы международного сотрудничества стран арктического совета в контексте освоения российской Арктики Prospects for international cooperation between the arctic council countries in the context of the Russian Arctic development.....	206
<b>Тахмазиди И.И.</b>	
Актуальные проблемы правового урегулирования конфликтов в экономической конкурентной среде Actual problems of legal settlement of conflicts in the economic competitive environment.....	208
<b>Шарафутдинова Л.Р.</b>	
Делопроизводство и управленческие технологии в современном обществе Office management and management technologies in modern society .....	211
<b>Шерстнев В.А.</b>	
Формирование навыков ведения переговоров при подготовке инженеров Skills development of negotiation during training of engineers.....	214

**Секция 18. Современные тенденции архитектурно-градостроительной  
деятельности**

<b><i>Алексеева И.Д.</i></b>	
Преобразование и развитие центрального жилого района и прибрежной территорий г. Зеленодольск Республики Татарстан	
Reorganization and development of the centre living district and riverside territories of Zelenodolsk Republic of Tatarstan.....	215
<b><i>Алсих А.С.М.</i></b>	
Основы формирования комплекса делового туризма со спортивной функцией в городе Эль-Мукалла (Йеменская Республика)	
Bases for forming a business tourism complex with sporting function in the city of El-Mukalla (Yemen Republic) .....	218
<b><i>Барышникова Е.Е.</i></b>	
Преобразование и развитие прибрежных территорий на реке ама в городе Набережные Челны Республика Татарстан	
Transformation and development of the Kama rivier's coastal areas in the city of Naberezhnye Chelny Republic of Tatarstan.....	220
<b><i>Бирюков А.Д., Оленьков В.Д., Колмогорова А.О</i></b>	
Технологии виртуальной реальности как инструмент визуализации результатов CFD-моделирования в градостроительстве	
Virtual reality as visualization tool for the CFD-modeling in urban planning.....	223
<b><i>Борцова А.</i></b>	
Организация «умного» госпиталя, ориентированного на уровни потребностей пациента	
Organization of a "smart" hospital oriented to the levels of patient needs.....	225
<b><i>Быкасова В.И.</i></b>	
Особенности архитектурно-планировочной организации экопоселения в сейсмоопасных районах на Байкальской природной территории	
Features of the architectural and planning organization of ecovillage in seismic areas on the territory of Lake Baikal.....	227
<b><i>Дар В.В.</i></b>	
Функциональная адаптация озелененных пространств как фактор повышения комфортности городской среды	
Functional adaptation of green spaces as a factor of increasing the comfort of the urban environment.....	229
<b><i>Дараева А.П.</i></b>	
Разработка методики преобразования шумового загрязнения в электроэнергию	
Development of a technique for conversion of noise pollution into electric power.....	231
<b><i>Дмитриев Н.В.</i></b>	
Генеративный метод проектирования в структурной организации пространственной среды	
Generative design method in the structural organization of the spatial environment.....	234
<b><i>Зимнухова А.Е., Зимнухов М.А.</i></b>	
Формирование комфортной среды в экстремальных условиях Арктической зоны	
Creating a comfortable environment in the extreme conditions of the Arctic zone.....	235
<b><i>Коняева А.А.</i></b>	
Реновация территории и зданий киностудии “Ленфильм”	
Renovation of the territory and buildings of the Lenfilm cinema studio.....	237
<b><i>Миляев И.А.</i></b>	
Роль зеленой инфраструктуры в решении проблем современных городов	
The role of green infrastructure in solving problems of modern cities.....	239
<b><i>Пугачева В.В.</i></b>	
Роль экологической оценки городских почв в «зелёной» архитектуре городов	
Role of ecological assessment of urban soils in the "green" architecture of urban.....	241

<b>Пяттоева А.С.</b>	
Современные тенденции в развитии подземной урбанистики Modern trends in the development of underground urbanism.....	243
<b>Распутин А.В.</b>	
Анализ развития пригородной зоны г. Иркутска Analysis development of Irkutsk suburbia.....	245
<b>Саитгалина Д.Р.</b>	
Экоустойчивая архитектура на примере низкой жилой застройки Eco-sustainable architecture as an example of low residential development.....	247
<b>Саханова К.Р.</b>	
Технология землелитного строительства Rammed earth construction technology.....	248
<b>Чернышев А.В.</b>	
Озеленение крыш как перспективное направление архитектурно-градостроительной деятельности Greening of roofs as a prospective direction of architectural and urban construction.....	249



## **Секция 15. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**АВДЕЕВА А.В.**

Российский государственный социальный университет

### **ПОДХОД К МНОГОФАКТОРНОЙ ОЦЕНКЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ МСК НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

**AVDEEVA A.V.**

Russian State Social University

### **APPROACH TO THE MULTI-FACTOR ASSESSMENT OF THE TECHNOGENIC IMPACT OF MSK PRODUCTION FACILITIES ON THE COMPONENTS OF THE NATURAL ENVIRONMENT**

Говоря о воздействии на природную среду, прежде всего стоит строго обозначить, что именно под природной средой и ее компонентами подразумевается. Классическая парадигма классификации компонентов природы выделяет такие области существования органической жизни как подземные воды, поверхностные воды, воздушный бассейн, почва, флора и фауна, а также недра. Однако учитывая, что природа – это совокупность биотических и абиотических условий, определяющих разнообразие форм жизни и их взаимное отношение друг к другу, компоненты природной среды представляют собой совокупность экосистем. При этом, саму экосистему можно определить как совокупность существующих на заданной территории видов растений, животных, грибов, а также микроорганизмов, процесс жизнедеятельности которых определяется существующими взаимосвязями внутри видовой и межвидовой организации, а также совокупностью внешних условий среды.

Целевое направление деятельности по обеспечению экологической безопасности, определяется сохранение природной среды в ее естественном состоянии. В настоящее время, источниками нарушения естественного состояния природной среды, как правило является человек и его техногенная деятельность. Совокупность влияния человеческой деятельности на природные компоненты, определяется как техногенная нагрузка, которая выражается в совокупности различных факторов, изменяющих состояние природной среды во времени.

В настоящее время, оценка экологического влияния различных техногенных объектов реализуется на базе сравнения результатов количественной оценки значения факторов с установленными нормами. При этом работа по обеспечению экологической безопасности базируется на разработке и внедрении мероприятий, сводящих значения факторов к действующим нормам. Нормы техногенного воздействия в свою очередь представлены научно обоснованными показателями предельно допустимых концентраций и уровней воздействия (далее – ПДК, ПДУ) на те или иные компоненты природы.

Такой подход позволяет на базе допустимых уровней техногенной нагрузки определить техническую конфигурацию техногенного объекта, не влияющую впоследствии на способность природной среды к самовосстановлению. Однако, у такого подхода имеет место один недостаток. Дело в том, что совокупность факторов техногенной нагрузки, будучи даже в пределах допустимого уровня, при взаимном действии способны наносить вред. Именно этот факт, в первую очередь объяснят наблюдаемые нами изменения в климате, флоре и фауне, которые происходят несмотря на реализацию строгого надзора и контроля за экологической составляющей в техногенной деятельности человека. В качестве примера возможно привести вторичный поток химических элементов в условиях уже загрязненных компонентов природных сред, при котором существующие загрязнители могут приобретать новые биохимические свойства.

Прежде чем говорить о подходах к более эффективной оценке, стоит еще раз подчеркнуть цели производимой оценки техногенного воздействия на природные компоненты.

Человеческая жизнедеятельность принципиально зависит от состояния природы, так как последняя для человека является источником ресурсов для производства различных товаров, благ и услуг, а также необходимым условием биологической жизнедеятельности, заключающимися, к примеру, в наличие воды и кислорода. Большая часть добываемых полезных ископаемых, особенно углеводов, образуется в результате действия органических преобразований, активными участниками которых являются различные микроорганизмы. Относительно кислорода, который необходим всем живым существам для реализации внутреннего обмена веществ, стоит сказать, что он воспроизводится в результате побочного процесса жизнедеятельности растений. В природной среде, жизнь каждой видовой единицы прочно связано с другими и именно это условие определяет термин экосистема. Таким образом, говоря об оценке техногенного влияния на компоненты природы, стоит подразумевать влияние на стабильность экосистем, поскольку их разрушение приводит необратимым последствиям.

Еще в 20 лет назад, таким учеными как В.Ф. Шуйский и Д.С. Петров предложили методологию многофакторной оценки техногенного воздействия на компоненты природы, основанную на характеристике упругости экосистемы. Упругость экосистем – это диапазон значений различных факторов, которые экосистема способна воспринимать сохраняя собственную целостность.

Реализация методологии базируется на следующем алгоритме. В первую очередь необходимо идентифицировать границы рассматриваемой экосистемы, установить все субъекты данной системы, описать существующие в данной системе внутривидовые и межвидовые связи, а также зависимость этих связей от параметров окружающей среды.

Далее для каждого субъекта определяется набор значимых параметров экосистемы, от которых зависит его жизнедеятельность. После чего формулируется функциональная зависимость состояния экосистемы от совокупности значимых параметров для каждого субъекта, при этом параметры субъектов связываются аналогично описанным внутривидовым и межвидовым связям.

Далее необходимо провести мониторинг техногенных факторов, а также расчет их влияния на значимые параметры экосистемы. Получившиеся значения являются в свою очередь исходными для итогового расчета влияния техногенной нагрузки на экосистему. Фактически имеющуюся функциональную зависимость возможно свести к коэффициенту упругости экосистемы, нормальное значение которого равно единице. Превышение единицы при фактической оценке будет говорить об отсутствии вредного воздействия, в свою очередь фактическое значение меньше единицы, будет свидетельствовать о наличие вредного воздействия, которое ведет к угнетению и разрушению существующей экосистемы.

Главным достоинством такого подхода, является возможность его использования для определения критериев мероприятий по обеспечению экологической безопасности относительно рассматриваемых экосистем. На базе полученной функциональной зависимости упругости экосистемы возможно реализовать постановку оптимизационной задачи, с учетом всевозможных аспектов финансово-хозяйственной деятельности человека.

**АСТАСКЕВИЧ А.И.**  
ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе» МГРИ

## **УГРОЗА КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ВЫБРОСОВ МЕТАНА В ВОСТОЧНО- СИБИРСКОМ МОРЕ И МОРЕ ЛАПТЕВЫХ**

**ASTASKEVICH A.I.**  
«Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting “ MGRU

## **THREAT OF CATASTROPHIC EMISSIONS OF METHANE IN THE EASTSIBERIAN SEA AND THE LAPTEV SEA**

**Ключевые слова.** Эмиссия метана, Арктика, море Лаптевых, Восточно-Сибирское море, последствия изменения климата для многолетнемерзлых пород

**Теория.** Климат Земли определяет стационарный температурный режим поверхности планеты и создаёт условия существования биоты и человека. Климат подчиняет себе природные процессы, которые в свою очередь из-за наличия обратных связей направлены на стабилизацию состава атмосферы. Существуют опасения, что рост эмиссии метана и увеличение концентрации метана в атмосфере превысит возможные рамки, которые климатическая система способна отрегулировать [6].

Практический и научный интерес в изучении Арктики вызывают зоны газонасыщения, которые образуются в толще многолетнемерзлых пород. Именно оттаивание подводных многолетнемерзлых пород (ПММП) может стать причиной дальнейших климатических изменений в Арктике.

Газонасыщенные зоны представляют собой природную опасность. Приблизительные оценки показывают, что выброс в атмосферу менее 1% предполагаемых запасов метана из газогидратов приведёт к увеличению содержания метана в атмосфере и трудно предсказуемым климатическим последствиям. В настоящее время одной из возможных причин климатических изменений, является выделение большого количества углеводородных газов из толщи подводных многолетнемерзлых пород [5]. Опасность выброса большого количества метана в атмосферу заключается в том, что метан является более сильным парниковым газом, чем CO<sub>2</sub> [1]. Для достижения равного парникового эффекта метана понадобится в 6 раз меньше чем окиси углерода.

В современных условиях продолжительность жизни молекулы метана на земной поверхности составляет 10 лет. При многолетнем росте концентрации метана продолжительность жизни молекулы может возрастать. В доиндустриальную эпоху время жизни молекулы метана составляло 8,5 лет [1].

При массированном выбросе метана в атмосферу существует риск попасть в метановую ловушку: происходит выброс метана, за счёт чего увеличивается парниковый эффект, что приводит к возрастанию средней температуры Земли и постепенному разрушению ПММП. Дегградация ПММП приводит к дальнейшему выбросу газогидратов, увеличивая срок жизни молекул метана и положительно влияя на парниковый эффект [1, 6].

Для отслеживания дегградации ПММП на шельфе моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря наиболее безопасными являются геофизические методы, в частности, электро- и сейсморазведка. Геофизические методы позволяют получить информацию о расположении газонасыщенных участков, сформировать модель морского дна с учётом дегградации ПММП [2].

Высокая скорость накопления ключевых парниковых газов в атмосфере (CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>) за последние примерно 150 лет и их аномально высокая концентрация в современной атмосфере Земли в сравнении с данными за последние 800 тыс. лет указывают на возможность антропогенного характера современных процессов.

Вполне вероятно, что аномально быстрый рост концентрации парниковых газов в атмосфере и повышение температуры воздуха за последние 100 лет являются результатом

масштабной сельскохозяйственной, аграрной и индустриальной деятельности человека. Средняя температура приземного воздуха по всем наблюдениям за год неуклонно растёт последние 150–200 лет. Одними из локальных проявлений глобального потепления являются таяние ледников, вечной мерзлоты и смещение границ мерзлоты [6].

Стоит заметить, что деградацию ПММП можно приостановить путём ограничения глобального потепления. В настоящее время разработаны методы улавливания CO<sub>2</sub> из атмосферы, активизации фотосинтеза океанических растений, захоронения углерода в форме CO<sub>2</sub>, ведения сельского и лесного хозяйств, при которых углерод остаётся в земле в стабильных формах.

Для других парниковых газов таких методов не существует, поэтому необходимо снижать их концентрацию в атмосфере для сокращения их радиационного воздействия. Снижение уровня метана в атмосфере осуществимо при ограничении антропогенных выбросов и разрушении газа за счёт естественных процессов [4].

**Выводы.** Динамика увеличения парникового эффекта оказывает разрушительное влияние на ПММП. Деградация ПММП способствует ухудшению инженерно-геологических условий и выбросам газогидратов, положительно влияющих на глобальное потепление.

На данный момент самыми эффективными способами по снижению парникового эффекта являются: уменьшение количества выбросов антропогенных парниковых газов и активное удаление парниковых газов из атмосферы. Также одним из решений проблемы в будущем будет служить эффективный метод улавливания метана из атмосферы, который предстоит разработать.

**Благодарности.** Выражаю благодарность сотрудникам Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (МГРИ) за помощь в развитии научного проекта: проректору по международной деятельности и региональному сотрудничеству Машковой Анастасии Михайловне, заведующему кафедрой современных технологий бурения скважин, доктору технических наук, профессору Соловьёву Николаю Владимировичу; преподавателям кафедры современных технологий бурения скважин Овёзову Батыру Аннамухаммедовичу и Щербаковой Ксении Олеговне.

#### **Список литературы:**

1. Академик Голицин Г.С. Оценка возможности «быстрого» метанового потепления 55 млн. лет назад. / Академик Г.С. Голицин, А.С. Гинзбург. // Доклад АН. – 2007. – Т.413. – № 6. – С. 816–819.
2. Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата – ГЕОРИСК-2018: Материалы X Международной научно-практической конференции: в 2т./ отв. ред. Н.Г. Мавлянова. – Москва: РУДН, 2018. Т.2. – 179 с.
3. Арефьев В.Н. Фоновая составляющая концентрации метана в приземном воздухе (Станция мониторинга «Обнинск»). / В.Н. Арефьев, Р.М. Акименко, Ф.В. Кашин, Л.Б. Упэнэк // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2015. – Т.51. – № 6. – С. 1–9.
4. Гладильщикова А.А. Специальный доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата «Глобальное потепление на 1,5°C». / А.А. Гладильщикова, Т.М. Дмитриева, С.М. Семенов // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2018. – Т.4 – С. 5–18.
5. Дмитревский Н.Н. Сейсмоакустические исследования верхней осадочной толщи и рельефа морского дна в морях восточной Арктики в 57м рейсе научно-исследовательского судна “Академик М.А. Лаврентьев” / Н.Н. Дмитревский, Р.А. Ананьев, Н.В. Либина, А.Г. Росляков // Океанология. – 2012. – Т.52. – № 4. – С. 617–620.
6. Жилиба А.И. Глобальные изменения климата: «Метановая бомба» – наукообразный миф или потенциальный сценарий? /Жилиба А.И., Вандышева Г.А., Грибанов К.Г., Захаров В.И.// Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – 2011. – Т.2. – №1.

**Научный руководитель:** преподаватель кафедры современных технологий бурения скважин К.О. Щербакова

## **РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИИ БИОТОПЛИВА В РОССИИ**

**BADRETDINOVA V.T., SERYKH T.A.**  
ITMO University

### **DEVELOPMENT OF THE BIOFUEL INDUSTRY IN RUSSIA**

Постоянное увеличение количества автотранспортных средств неблагоприятно отражается на экологии современного мира: загрязнение атмосферного воздуха, вод и почв, вибрация и выделение тепла. В настоящее время все больше стран осознают серьёзность стремительного прироста численности автомобилей, вследствие которой возникли две существующие проблемы – экологическая и экономическая. Экологическая проблема появилась из-за сжигания нефтепродуктов, которые в свою очередь причиняют вред природе и состоянию здоровья человека.

На долю автотранспорта приходится до 70% в общем объеме загрязняющих веществ различного происхождения: оксид и диоксид углерода, оксиды азота, углеводороды, соединения свинца, серы, твердые частицы, альдегиды, канцерогенные вещества. Наиболее токсичными из них являются оксид углерода и азота и углеводороды. В дополнение к этому попадает в атмосферу углекислый газ, который считается парниковым газом. Он способствует повышению температуры на планете, изменению климата.

Следовательно, для решения данных экологических проблем, а также постепенного израсходования запасов нефти следует задуматься об альтернативном топливе. Применение такого вида топлива, изготовленного внутрихозяйственным способом, позволит уменьшить выброс вредных веществ. В связи с этим использование биотоплива вместо традиционных топлив является оправданным и необходимым. Из всех известных растительных масел, которые применяются для производства топлива, следует уделить внимание рапсовому маслу. Данное масло, светло-золотистого цвета производят путем холодного отжима семян рапса. Одним из важных компонентов альтернативного топлива является рапсовый метиловый эфир (МЭРМ), который синтезируется из рапсового масла. МЭРМ получают этерификацией для двигателей внутреннего сгорания в автотранспорте и сельскохозяйственной технике. Кроме того, метиловые эфиры жирных кислот рапсового масла увеличивают смазывающую способность топлива, а следовательно, оказывают положительное влияние на ресурс двигателей.

Из преимуществ такого биотоплива можно выделить экологичность, а также применяемое в производстве возобновляемое сырье – рапс. Рапсовое масло характеризуется прекрасными вязкостными и низкотемпературными свойствами, данные свойства в свою очередь обуславливают качество распыления и сгорания топлива. Более того, рапсовое масло схоже по деэмульгирующей способности с нефтяным маслом, а по пенообразованию и антикоррозионным свойствам превышает его.

Для получения самых высоких показателей качества масла следует проводить его очистку от примесей, различных загрязнений, фосфолипидов, пигментов, ионов металлов, которые неблагоприятно влияют на сроках хранения и свойствах, окисляют его. На сегодняшний день существует постадийная очистка пищевого масла. Одним из этапов очистки является адсорбционная рафинация или отбелка, в которой используются отбельные земли (глины). На данный момент в России отсутствует производство отбельных глин, в связи с этим в очистке масел применяются земли зарубежного производства из стран США, Китая, Индии и др. Следовательно существует необходимость создания отбельной земли отечественного производства, что оказало бы положительное влияние на экономику страны.

Целью данной работы является очистка рапсового масла путем адсорбционной рафинации. Объектами исследования служат Tonsil OPTIMUM 210 FF (Германия), Taiko ALPHA 1 G (Малайзия), Трепел с Зикеевского месторождения, Бентонит с Зырянского месторождения, Винобент (Хакасия). Эксперимент проводили на нерафинированном, не дезодорирован-

ном гидратированном рапсовом масле, которое содержит различные примеси. Рапсовое масло подвергали очистке, используя отбельные земли при повышенной температуре 60°C в течение 120 минут. Очистка проводилась спектрофотометрическим методом (прибор Agilent Cary 60) при длинах волн 630, 670 и 710 нм.

Таблица 1 – Эффективность очистки рапсового масла от хлорофилла отбеливающими глинами

Время, мин	Эффективность очистки, %				
	Tonsil 210 FF	Taiko 1 G	Трепел	Бентонит	Винобент
20	88,4±0,8	81,79±1,20	70,86±0,47	41,1±0,9	21,07±2,42
30	92,46±0,75	93,02±0,05	81,3±0,4	49,4±0,4	26,74±1,44
40	90,2±0,6	83,66±1,09	74,1±0,6	50,4±0,4	32,67±0,67
50	94,56±0,02	92,6±0,4	85,86±0,15	57,2±0,6	32,89±0,01
80	95,48±0,71	94,45±0,06	87,8±1,3	59,83±3,14	39,24±1,06
120	95,2±0,8	92,9±0,9	90,17±0,06	63,9±2,9	43,1±1,4

Исходя из таблицы 1 можно сделать вывод, что самые низкие результаты показали отечественные отбельные земли, такие как Бентонит с Зырянского месторождения и Винобент (Хакасия, месторождение 10 хутор). Было выявлено, что Трепел с Зикеевского месторождения обладает наилучшим результатом из отечественных отбельных глин. Установлено, что «Tonsil OPTIMUM 210 FF» и «Taiko ALPHA 1 G» эффективнее всего отчищают рапсовое масла от хлорофилла. Зарубежные отбельные глины показали наилучший результат в связи с тем, что они подвергались предварительной обработке.

Известно, что рапс улучшает плодородность и структуру почвы и имеет высокую урожайность, а рапсовое масло не содержит вредные вещества, такие как канцерогенные полициклические ароматические углеводороды, сера и соединения свинца. Благодаря данным показателям, биотопливо на основе рапсового масла обладает высоким качеством, и практически полной биоразлагаемостью, что, в свою очередь, приводит к экономии нефтяных топлив.

Данное альтернативное топливо считается отличной альтернативой нефтяным топливам в связи с тем, что в процессе производства рапсового топлива не выделяются вредные вещества в окружающую среду, а выделяются такие продукты, как техническое мыло, глицерин и жмых, который предназначен для приготовления кормов. Следовательно, технология производства рапсового топлива является экологически чистой, безотходной и ресурсосберегающей.

Таким образом, данная разработка технологии биотоплива является решением экологических проблем, таких как спасение и сохранение окружающей среды и приводит к комплексу мер, который направлен на ограничение отрицательного влияния человека на окружающую среду. Более того, при переходе на альтернативное топливо будет сокращаться вредное воздействие на здоровье человека и будут создаваться новые рабочие места в сельском хозяйстве.

**Научный руководитель:** ассистент Егорова М. С.

**БЕГУНОВ А.А.**

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва

## **ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ НА УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**BEGUNOV A.A.**

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

## **DUST SUPPRESSION AT COAL ENTERPRISES**

Снижение образования пыли природного и техногенного происхождения является серьезной проблемой в угольной отрасли. Мелкодисперсная пыль во взвешенном состоянии появляется при транспортировке, перегрузке, хранении, складировании горной массы. Всем

известно, что именно пыль провоцирует многие заболевания, которые обычно характеризуют как «профессиональные». Кроме того, пыление – это увеличение затрат предприятия на эксплуатацию оборудования, а также проблемы с соблюдением экологического законодательства РФ.

Для решения этих проблем, связанных с сухой и взвешенной пылью, традиционно используют следующие методы:

- установка фильтрующего оборудования, включающее мешочные фильтры, скрубберы, циклоны;
- увлажнение обычной водой с использованием туманогенераторов, систем душевания;
- увлажнение с использованием химических реагентов – ПАВ для обработки транспортируемых пылящих материалов и полимеров, а также мест массового хранения горной массы и хвостохранилищ.

Можно выделить следующие технологии пылеподавления с использованием ПАВ:

1. смачивание поверхности пыления с применением смачивающих средств;
2. туманообразование в запылённых закрытых пространствах и открытых площадках для смачивания с применением смачивающих средств;
3. создание плёнки на пылящей поверхности с применением плёнкообразующего средства.

Что дает использование ПАВ при пылеподавлении?

1. Увеличение эффективности – до 90% и более;
2. Уменьшение объёма воды, которая используется для пылеподавления, - до десяти раз. Если применять специальные распылительные насадки и соблюдать технологии подачи пылеподавляющего раствора, удастся сократить и количество расходуемого на обработку горной массы готового раствора.

3. Увеличение времени между обработками. Без пылеподавителей в воде, используемой при подавлении пыли, вода, распыленная на наружную поверхность материала, быстро высыхает, и пыль может возникать снова. Пылеподаватели, растворённые в воде, проникают в толщу материала и обеспечивают слипание частиц между собой. Масса и размер частиц, таким образом, увеличиваются, и пыль не попадает в воздух. Существует очень большая разница между системами пылеподавления с добавками пылеподавателя и без них. Многие сухие, пыльные материалы фактически не поддаются воздействию чистой воды. В результате часть материала станет очень влажной, а остальная часть материала останется сухой и пыльной. При добавлении смачивателей в воду и распылении этого раствора на сухой, пылящий материал, обеспечивается надёжное и длительное пылеподавление.

В этом году сотрудники Инжиниринговой компании «БРЕНТ» и Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева провели промышленные испытания профилактического средства «Антипыль». С его помощью разработчики предполагают уменьшить пыление при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке, технологической сортировке и хранении сыпучих материалов на угольных предприятиях Кузбасса, Хакасии и Новосибирской области. Тем самым удастся повысить уровень экологической безопасности угольных производств.

Готовясь к промышленным испытаниям, разработчики провели анализ имеющихся на сегодняшний день методик определения пыления. Среди них:

– «Методика расчетной оценки ветровой эрозии и пыления золоотвала ТЭС», разработана ОАО «УралОРГЭС», ВНИИОГР, Агрофизический институт РАСХН, г.Екатеринбург, 1998г.

– «Методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей)», разработана Национальным научным центром горного производства Института горного дела им. А. А. Скочинского, г. Люберцы, 1999г.

– «Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов», разработана ЗАО «НИПИОТСТРОМ», г.Новоросийск, 2000г.

Все указанные выше методики подразумевают расчётную оценку пыления на основе удельных показателей, приведенных в них. В основном речь идёт об оценке пыления проектирования или за определенный отчётный период – без инструментальных замеров, осуществляемых в натуре. Но чтобы оценить эффективность профилактических средств пылеподавления, необходимо производить реальные замеры в условиях угольных предприятий. Поэтому специалисты компании «БРЕНТ» и КузГТУ разработали методику, основанную на продувке поверхности сыпучего материала, обработанного специальным составом, в аэродинамической трубе. Инструментальный замер сдуваемого с поверхности пыления материала при этом производится портативным переносным прибором ПКА-01 или ПУ-4Э (рисунок 1).

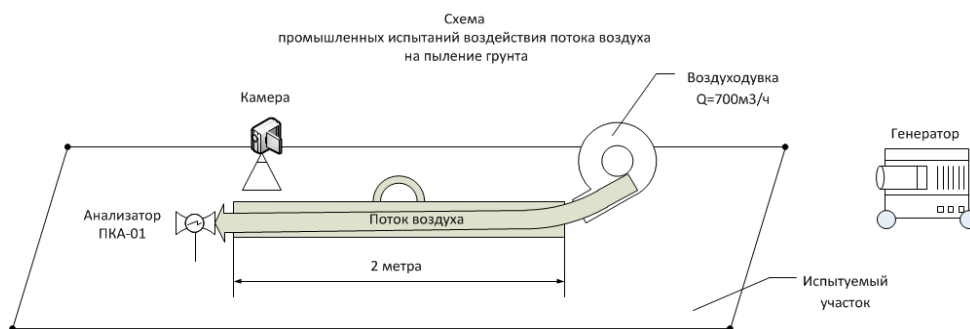


Рисунок 1 – Схема установки для инструментального замера

В условиях грунтовых дорог на территории горного отвода ООО «Шахта №12» (г. Киселевск) удалось достигнуть результатов, представленных на рисунке 2.

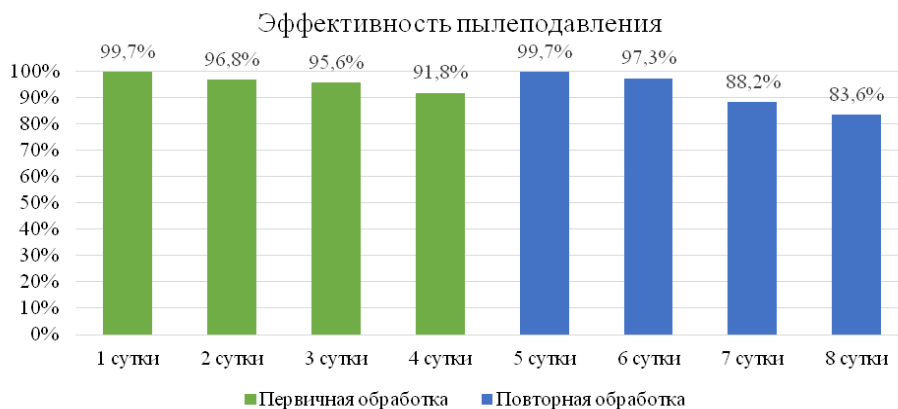


Рисунок 2 – Результаты замеров эффективности пылеподавления



Рисунок 3 – Передвижная опытно-промышленная установка



По результатам выполненных испытаний определены оптимальные концентрации средства «Антипыль» марки Д производства инжиниринговой компании ООО «Брент», позволяющие снизить количество сдуваемой пыли на различных поверхностях участков дорожного полотна технологической дороги и поверхностей угольных складов. Исследование показало, что применение профилактического средства имеет не только экологический, но и экономический эффект, так как таким образом удаётся снизить эксплуатационные затраты на обслуживание автополивочной техники.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор В.И. Удовицкий

**БОЧКИНА А.А.**

Самарский Государственный Технический Университет

### **МОНИТОРИНГ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI**

**BOCHKINA A.A.**

Samara State Technical University

### **MONITORING OF OIL-CONTAMINATED LAND RECLAMATION USING VEGETATION INDEX NDVI**

В данной работе производится оценка применения данных дистанционного зондирования при рекультивации нефтезагрязненных земель, расположенных в Сахалинской области.

На сегодняшний день одной из наиболее важных проблем является загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Основными причинами такого негативного воздействия на окружающую среду являются: нарушение правил транспортировки, добычи, а также хранения минеральных ресурсов.

Также, вследствие нарушения герметичности труб, по которым протекают нефтепродукты, происходят аварийные разливы углеводородов. Этому способствуют износ оборудования и коррозия материала труб. Последнее вызвано наличием в транспортируемой нефти разного рода примесей. Однако еще одним немаловажным фактором возникновения аварийных ситуаций является несоблюдение строительных норм и правил, использование материалов низкого качества для прокладки труб и нарушение технического обслуживания объектов.

Для минимизации негативных последствий аварий необходимо своевременно локализовать и устранить очаг и восстановить его естественное состояние нарушенного участка земли. Данный комплекс мер по экологическому и экономическому восстановлению земель называют рекультивацией. Она необходима для восстановления биогеоценоза на пораженной территории. При крупных разливах нефтепродуктов процесс рекультивации осуществляется в 3 стадии – подготовительная, техническая и биологическая.

Назначение биологической стадии заключается в посадке зеленых удобрений (сидератов) на месте участка рекультивации. За счет этого растения используются как некий биоиндикатор качества восстановления состояния почв.

В данной статье нами предлагается использовать значения вегетационного индекса NDVI на основе мультиспектральных спутниковых снимков для контроля проведения восстановительных работ. В этом случае, рассматривается загрязненный участок земли и интенсивность развития растений (индикатор), засеянных во время биологического этапа рекультивации.

На сегодня, большая часть специалистов применяет в своих исследованиях вегетационный индекс NDVI, который впервые был описан в 1973 году. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный разностный вегетационный индекс, вычисляется на ос-

нове яркости двух спектральных каналов - красного ( $K_{кр}$ ) и ближнего инфракрасного ( $K_{бик}$ ):

$$NDVI = \frac{K_{бик} - K_{кр}}{K_{бик} + K_{кр}} \quad (1)$$

С помощью него можно определить уровень развития биомассы растений в вегетационный период. Использование индекса возможно за счет способности растений поглощать электромагнитные волны красного диапазона видимого спектра, а также отражать волны инфракрасного излучения, невидимого человеческому глазу. Высокое содержание хлорофилла в листьях растений провоцирует интенсивное поглощение красного цвета, его также усиливает увеличение площади объекта.

Сбор данных для реализации расчетов и проведения анализа вегетационного индекса возможно через сеть Интернет на бесплатной основе. Такие снимки можно найти в базе данных со спутников Landsat-8 и Sentinel-2.

В данной работе рассматривается аварийный нефтяной разлив. Событие произошло 2 марта 2016 года на расстоянии 1,5 км от поселка Эхаби, Охинский район, Сахалинская область. Повреждение на неработающем нефтепроводе УПНВ «Оха» - УПНВ «Эхаби», идущим от месторождения «Эхаби Восточное», произошло в результате проведения плановых ремонтных работ. В итоге, объем вылившейся нефти составил около 30 тонн. Район аварийного участка представлен на рисунке 1.

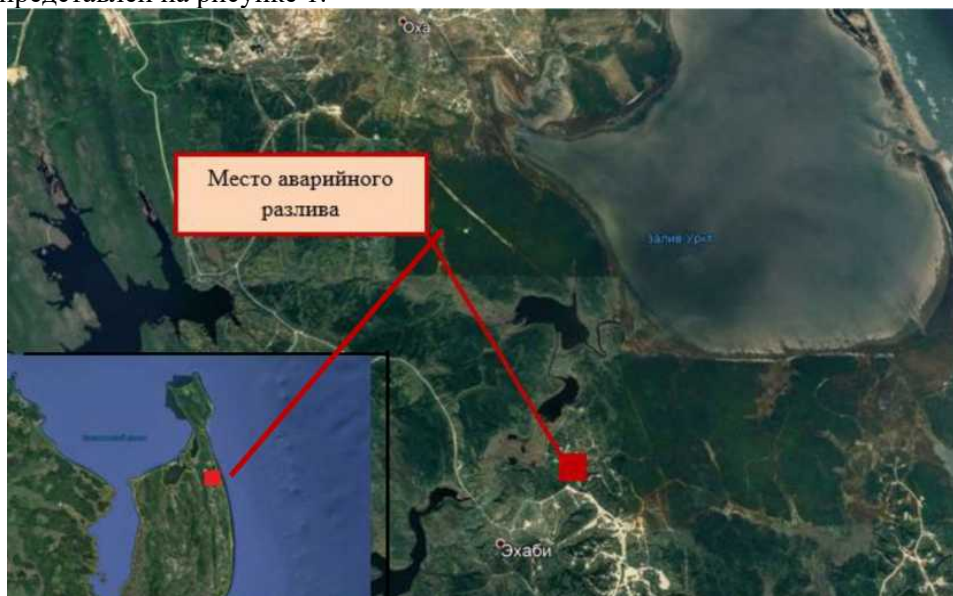


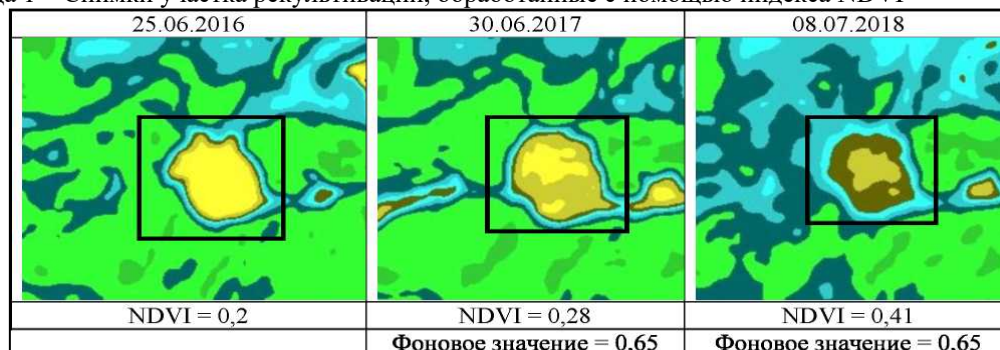
Рисунок 1 – Местоположение аварийного разлива

За счет высокого разрешения снимка можно провести оценку масштаба аварии. Обычно качества изображения, для анализа работ по рекультивации, с известных картографических интернет ресурсов недостаточно. Они не отличаются высокой четкостью и не дают достаточно информации об объекте. Это обусловлено тем, что проанализировать качество проведения рекультивации возможно только визуально. Поэтому индекс NDVI используется уже после проведения биологического этапа, для того чтобы оценить интенсивность растительности уже на рекультивированном участке земли. Данный этап включает в себя посев растений для восстановления почвы после загрязнения. Образовавшийся участок растительности будет служить индикатором рекультивации: чем интенсивнее рост, тем быстрее происходит восстановление верхнего слоя почвы.

Применение индекса NDVI возможно только при использовании нескольких спектральных каналов: красного и ближнего инфракрасного. На картах Yandex, Google, Wikimaria и т.д. используется формат RGB, состоящий из данных трёх наложенных спектральных диапазонов, а именно красного, зеленого и синего. Перечисленные характеристики нельзя извлечь с указанных интернет ресурсов. Отсюда следует, что необходимо использовать в работе необработанные изображения со спутников Landsat-8 и Sentinel-2.

В таблице 1 представлены этапы изменения значений индекса NDVI с 2016 по 2018 год. Не сложно сделать вывод о том, что по истечении двух лет произошло увеличение значений индекса с 0,2 по 0,41, то есть в два раза. Таким образом, при среднегодовом росте 0,1, полное восстановление нарушенной территории произойдет через 2-3 года.

Таблица 1 – Снимки участка рекультивации, обработанные с помощью индекса NDVI



Стоит отметить, что использование снимков дистанционного зондирования земли (далее – ДЗЗ) с использованием индекса NDVI по данной методике позволяют отслеживать восстановление нефтезагрязненной почвы с достаточно высокой точностью. По представленным изображениям хорошо прослеживается увеличение значений вегетационного индекса NDVI в течение трехлетнего периода времени. Также, немаловажным преимуществом данного метода является относительная простота его использования.

Особенностью предлагаемой в работе методики является возможность получения снимков с высокой периодичностью даже таких удаленных участков России. Пригодные изображения для анализа на острове Сахалин можно получать еженедельно, учитывая погодные условия, что является принципиально важным при мониторинге роста растений в вегетационный период. Применение данных ДЗЗ позволяет получать до 5 информативных снимков в месяц на исследуемом участке аварийного разлива.

Полное восстановление почвы произойдет при выравнивании значений индекса NDVI с фоновыми значениями. По нашим прогнозам, с учетом использования предлагаемой методики на рассматриваемом примере, восстановление нарушенной почвы состоится в 2021 году.

Качество наблюдений зависит от погодных условий. Так, на Сахалине достаточно часто выпадают осадки, образуются туманы, летом стоит пасмурная погода, а это мешает съемки с помощью спутников. Выбранный район рассматривается с целью оценки возможности применения данного метода с использованием индекса NDVI именно для дистанционного мониторинга. Важно отметить то, что применение индекса NDVI не ограничивается климатом и погодными условиями.

Основу мониторинга составляет значение вегетационного индекса, полученного с помощью обработки космических снимков. Методика эксперимента предполагает применение индекса NDVI для наблюдения за динамикой протекания рекультивации нефтезагрязненных земель. Обработку спутниковых снимков необходимо проводить в ГИС-программе. Чтобы выполнить полноценный мониторинг, необходимы снимки периодом не менее трех лет, чтобы оценить развитие растений во время их вегетации, а именно в летний период. Полное восстановление почвы на участке нарушенной территории происходит при достижении значений индекса NDVI фоновой величины прилегающей территории.

Таким образом, данная методика может применяться для мониторинга рекультивируемых земель на любом участке земной поверхности. В результате, была предложена схема по рекультивации нефтезагрязненных земель с использованием ДЗЗ, а именно космических снимков, обработанных с помощью индекса NDVI на рекультивируемой территории. Все виды работ по рекультивации нефтезагрязненного участка в 1,5 км от поселка Эхаби, Сахалинской области представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общая схема выполненных работ

**Научный руководитель:** к.х.н., доцент кафедры ХТ и ПЭ «СамГТУ»  
А.Ю. Чуркина

**БУЦЫЛЕНКО И.Е.**

Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБУ ВО «КубГТУ»

## **АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И МЕТОДОВ ИХ МИНИМИЗАЦИИ ПРИ ДОРАЗРАБОТКЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЗЫБЗА-ГЛУБОКИЙ ЯР**

**BUTSYLENKO I. E.**

Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education "KubSTU»

## **ANALYSIS OF POLLUTIONS AND THEIR MINIMIZATION METHODS DURING DEVELOPMENT AT THE ZYBZA-DEEP NARRATION FIELD**

В данной работе рассматривается проблема образования отходов при разработке месторождения Зыбза-Глубокий Яр. Рассмотрены источники отходов их виды. Предоставлены пути минимизации образования таких последствий эксплуатации как нефтешламы, отходы бурения и нефтесодержащие грунты, выбросы легких углеводородов и газов в атмосферу. Изучен эколого-экономический ущерб производимых работ.

Главной задачей охраны окружающей среды, недр и рационального использования ресурсов является экономное потребление пресных вод, предотвращение их загрязнения, соблюдение чистоты атмосферного воздуха и плодородного слоя почвы. В работе выявляется проблема появления отходов различного типа при эксплуатации и разработке месторождения. Рассмотрены существующие способы минимизации отходов и методы борьбы с выбросами, подходящие для плана разработки данного месторождения. Изучен эколого-экономический ущерб, образующийся из платежей за загрязнение окружающей среды.

Месторождение Зыбза-Глубокий Яр расположено на территории Северского и Абинского районов Краснодарского края, в 50 км западнее краевого центра – Краснодара. Добычу нефти из промысловых объектов месторождения Зыбза-Глубокий Яр ведет НГДП-2, ОАО «Роснефть-Краснодарнефтегаз».

Добыча продукции скважин месторождения «Зыбза-Глубокий Яр» осуществляется глубинными штанговыми насосами.

Земли района размещения промысловых объектов представлены суглинками серыми и желтовато-бурыми. В интервале 0-50 м - суглинки серые и желтовато-бурые, бесструктурные, пески грубозернистые, в нижней части интервала 0-50 м пески желтовато-бурые известковистые с прослоями ожелезненных плотных глин. В указанном интервале песков 15 %, глины 85 %. В интервале бурения вторых стволов скважин песчаников и алевролитов 21 %, глин - 79 %.

Рельеф местности - предгорная всхолмленная равнина с понижением с юга на север.

Поправочный коэффициент на рельеф местности 1,3;

Состояние местности:- незаболоченная.

Толщина почвенного слоя - 30-50 см.

Растительный покров - травянисто-кустарниковый.

Категория грунта - вторая.

В процессе доразработки и эксплуатации месторождения Зыбза-Глубокий Яр образуется несколько видов производственных нефтесодержащих отходов:

- отходы бурения;
- нефтешламы, образующиеся при зачистке резервуаров отстойников, трубопроводов и шламонакопителей;
- нефтесодержащий грунт (снег) с мест аварий и разливов нефти.

Для проведения таких операций как сбор и временное накопление бытовых и промышленных отходов на территории скважин имеются определенные площадки на которых проводятся раздельный сбор бытовых отходов и ветоши. Площадки оснащаются металлическими контейнерами с целью накопления ТБО и малогабаритных нетоксичных отходов.

Минимизировать количество образований отходов можно следуя двум основным методам: сокращение количества отходов и уменьшение связанной с ними опасности.

Следуя нормам технических условий эксплуатации оборудования и механизмов, а также проведение работ по обнаружению нарушений предоставляют возможность избежать сверхнормативного накопления отходов производства.

Все типы деятельности, непосредственно сопряженные со сбором, хранением использованием, обезвреживанием, способами транспортировки, захоронением и уничтожением отходов включены в режим управления отходами и выбросами при добыче, подготовке и транспорте нефти и газа.

Большое внимание в технологических процессах уделяется сбору, накоплению и временному хранению отходов месторождения. Все перечисленные действия необходимо проводить в соответствии с правилами техники безопасности и пожарной безопасности во избежание аварийных ситуаций, вреда природной среде и здоровью людей.

Продукты испытания скважин помещаются в металлические герметичные емкости. Площадка емкостей для продуктов испытания гидроизолируется с помощью цементно-глиняной смеси и обваловывается.

- металлолом, образованный в период проведения строительных работ, необходимо отделять от остальных строительных отходов и хранить на площадке с твердым покрытием, площадка должна быть оснащена удобными подъездными путями;

- отходы строительства нужно помещать в одно специальное место и хранить до тех пор, пока нет надобности в их использовании (в качестве подсыпки оснований, дорожного полотна и т.д.);

- использованные масла от автомашин и дорожной техники должно храниться в металлических или пластиковых бочках, установленных на металлических поддонах; или же в определенных автоцистернах размещенные на площадке с водонепроницаемым покрытием, у которого имеются бортики, следует учитывать, что хранение масел осуществляется раздельно (моторных, трансмиссионных и др.) в рамках требований перерабатывающих предприятий к сдаваемому сырью;

- для хранения твердых бытовых отходов используют специальные металлические контейнеры, их размещают на площадке имеющей твердое покрытие, при этом не допустимо переполнение этих контейнеров;

- нефтешламы, образованные при зачистке дренажных емкостей, сепараторов на переработку или захоронение на полигон твердых бытовых и промышленных отходов;

Также имеют место выбросы легких углеводородов нефти в атмосферу приняты численно равными среднему нормативу технологических потерь нефти от системы сбора продукции скважин (от общей добычи нефти) - наиболее неблагоприятный вариант с максимально возможными поступлениями ЗВ в атмосферу.

Выбросы нефтяного газа в атмосферу также приняты численно равными среднему нормативу технологических потерь нефтяного газа (от общей добычи нефтяного газа) - наиболее неблагоприятный вариант с максимально возможными поступлениями ЗВ в атмосферу.

Источниками загрязнения главным образом определены промышленные выбросы, которые имеют в своем составе немалое количество углеводородов при этом в них присутствуют оксид азота, диоксид серы, частицы пыли и т.п.

В период эксплуатационного бурения источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются:

- емкости хранения продуктов испытания;
- сварочные работы;
- спецтехника.

Таблица 1 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

№	Наименование ЗВ	Код	Класс оп.	ПДКм.р., мг/м <sup>3</sup>
1	Метан	410	4	50 (ОБУВ)
2	Пред. УВ C <sub>1</sub> C <sub>5</sub>	415	4	50 (ОБУВ)
3	Пред. УВ C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	416	4	30 (ОБУВ)
4	Бензол	602	2	1,5
5	Ксилолы	616	3	0,2
6	Толуол	621	3	0,6

1. Валовые выбросы углеводородов составят:

- углеводороды нефти -  $G_{ув\ нефти} = 108150 \times 0,5 \times 10^{-2} = 540,75$  т/год.
- нефтяной газ по метану -  $G_{метана} = 11600 \times 0,75 \times 0,5 \times 10^{-2} = 43,5$  т/год.

2. Максимальные выбросы углеводородов в атмосферу:

$M_{ув\ нефти} = 540,75 \times 1000000 : (365 \times 24 \times 3600) = 17,147$  г/с.

$M_{метана} = 43,5 \times 1000000 : (365 \times 24 \times 3600) = 1,379$  г/с.

С целью уменьшения воздействия загрязняющих веществ на атмосферный воздух должно быть рациональное использование попутного нефтяного газа, и подача его в магистральный газопровод, что позволит не только уменьшить, но и полностью исключить поступление загрязняющих веществ в атмосферу.

Мероприятия обеспечивающие охрану атмосферного воздуха от загрязнения подразумевают под собой исполнение далее перечисленных работ, рассчитанных на сокращение поступления вредных веществ в атмосферу:

- принятие мер для предотвращения пыления при подземных ремонтах скважин (увлажнение, хранение пылящих материалов в герметичной упаковке, контейнерах);
- применение неэтилированного бензина для карбюраторных двигателей;
- использование прогрессивных технологий с минимальными выбросами в атмосферу;
- проведение ремонтных работ в сжатые сроки;
- улучшение условий рассеивания.

С целью обеспечения безопасности работ и снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- автоматизация технологических процессов;

- молниезащита и защита от статического электричества сооружений, технологического оборудования и трубопроводов;
- блокировка оборудования и сигнализации при отклонении от нормальных условий технологических процессов;
- выбор арматуры с учетом максимальных давлений, а также максимальных и минимальных температур, при которых работает арматура в процессе эксплуатации;

Рекультивация нарушенных земель при капитальных ремонтах скважин, благоустройство территории и другие работы входят в состав отдельного проекта капитальных ремонтов скважин. В общем случае, после окончания работ проводится разборка временных бетонных стяжек и септиков, демонтаж и перебазирование железобетонных дорожных плит покрытия, уборка территории и техническая рекультивация, включающая засыпку приямков, разборку обваловок, планировку площадки, перемещение и укладку плодородного слоя на площадке, проведение на приустьевой площадке скважины работ по ее очистке и приведению в надлежащее состояние.

Эколого-экономический ущерб подразумевает под собой убытки ресурсов, произошедшие вследствие изменения окружающей среды в худшую сторону, по причине оказываемого влияния разрабатываемого объекта и затрат на компенсацию или восстановление этих объектов.

Для месторождения Зыбза-Глубокий Яр при доработке по настоящему проекту эколого-экономический ущерб складывается из платежей за загрязнение окружающей среды (выбросы ЗВ в атмосферный воздух), которые должны быть учтены в проекте нормативов ПДВ при разработке проекта обустройства месторождения, из платежей за образование и размещение отходов, других плановых платежей, а также платежей за аварийные разливы нефти.

Платежи за загрязнение осуществляются с учетом принятого порядка проведения и определения платы и ее максимальных размеров за засорение и вред окружающей среды, распределение этих отходов и остальные типы неблагоприятных воздействий. Также необходимо принимать во внимание коэффициенты корректировки платы для климатической зоны 3 (по значениям, утвержденным для территории Краснодарского края).

Размеры платежей за выбросы в атмосферу, за отходы и др., ежегодно уточняются и согласовываются с территориальным природоохранным органом, а сами платежи производятся природопользователем в установленные сроки. Платежи за аварийные разливы взимаются в установленном порядке.

В связи с доработкой месторождения Зыбза-Глубокий Яр путем зарезки вторых стволов существующих скважин без бурения новых скважин и вывода земель из с/х оборота, ущерб от вывода земель из с/х оборота не определяется.

Следуя из анализа доработки месторождения Зыбза-Глубокий Яр по настоящему проекту допустимое воздействие на окружающую среду, воздушный и водный бассейны, недра, эксплуатация месторождения не окажет ущерба растительному и животному миру, работающему населению при соблюдении перечисленных рекомендаций. Воздействие на атмосферный воздух от выбросов ЗВ при доработке месторождения по настоящему проекту - умеренное, превышений ПДК<sub>мр</sub> на границе нормативной СЗЗ не ожидается. Экономический ущерб складывается из платежей за загрязнение с учетом принятого порядка проведения и определения платы и ее максимальных размеров за засорение и вред окружающей среды, распределение этих отходов и остальные типы неблагоприятных воздействий.

#### **Список литературы:**

1. Барабанщиков Д. А., Сердюкова А. Ф. Утилизация промышленных отходов // Молодой ученый. — 2017. — №25. — С. 101-104.
2. «Проект доработки месторождения Зыбза-Глубокий Яр» ООО «Геотехинформцентр», 2007 г.
3. LIFE Focus / LIFE and waste recycling: Innovative waste management options in Europe//Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. — P. 24–26.

**Научный руководитель:** к.в.н, старший преподаватель О.П. Ровенская

ГУСЕВА А.А.  
Санкт-Петербургский горный университет

## ПРОБЛЕМА НОРМИРОВАНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

GUSEVA A.A.  
St. Petersburg Mining University

## THE PROBLEM OF RATIONING COAL DUST DURING IMPACT ON SOIL AND VEGETATION COVER

Угольная промышленность - один из основополагающих секторов топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. Процессы добычи, хранения и транспортировки угля сопровождаются значительным пылевыделением. Степень токсичности угольной пыли для компонентов окружающей среды до конца не определена. По данной причине отсутствуют нормативы содержания данного поллютанта в различных средах. Между тем угольные мелкодисперсные частицы при седиментации могут являться причиной аккумуляции и перераспределения элементов в почве, а также угнетения растительного покрова. В связи с этим необходимо создание системы нормирования с учетом токсичности угольной пыли для почвенно-растительной среды.

Эксперименты по выявлению механизмов и степени воздействия угольной пыли на растительный покров могут проводиться как в полевых, так и в лабораторных условиях. Критериями оценивания качества растительности служат содержание загрязняющих веществ в различных частях растений, морфологические и фотосинтетические показатели, фитоценологические и физиологические признаки [1]. В результате обзора научной литературы было выяснено [2,3], что наибольшей способностью к биоаккумуляции при полиэлементном загрязнении почвенного покрова обладают рапс (*Brassica napus* L.), овес посевной (*Avena sativa* L.) и горчица полевая (*Sinapis arvensis*). Предрасположенностью к накоплению тяжелых металлов обладают клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.) [4,5].

Осаждение угольной пыли из атмосферы приводит не только к депонированию ксенобиотиков в почвенном и растительном покровах, но и к механическому перекрытию листовых пластин твердыми частицами. Большая часть исследований проводится с целью анализа растительности, произрастающей в естественных условиях, а результаты описанных экспериментов разнятся. Некоторые авторы пришли к выводу о снижении газообмена и фотосинтетической способности растений при воздействии угольной пыли [6-8]. Иные исследователи отмечают, что привнесение в среду угольных частиц не сопровождается угнетением жизненных функций растительных организмов [9,10].

В докладе представлены результаты исследования элементного состава растительной массы, произрастающей в зоне воздействия предприятия по добыче и обогащению антрацита. Определение элементного состава проб проводилось методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Было выявлено, что повышенные содержания элементов в растениях по сравнению со средними значениями наблюдаются в пробах, отобранных на территории предприятия. По результатам анализа можно сделать вывод о том, что на границе санитарно-защитной зоны в растительном покрове наблюдаются повышенные содержания K, Si, Al, S, Cl, Ti. Присутствие в пробах кремния, серы и алюминия, а также биогенных калия, кальция и магния связано не только с их распространением в почвах и растительности, но и с нахождением данных элементов в составе угольной пыли. Такие тяжелые металлы, как никель и медь, обнаружены в концентрациях, не превышающих допустимые значения.

Обзор литературы выявил, что проблема негативного влияния угольной пыли на геологическую среду изучена недостаточно. На данный момент не установлена степень токсичности поллютанта и не определены возможные нормативы внесения пыли в почвенно-растительный покров. По результатам анализа состояния растительного покрова в зоне воз-



действия угледобывного комплекса был сделан вывод о том, что значительное выделение угольной пыли приводит к увеличению содержания в растениях литофильных элементов, а также серы.

#### **Список литературы:**

1. Устойчивость растений к химическому загрязнению учеб. пособие / сост. Р.В. Кайгородов; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.– 151 с.
2. Галиулина Р.А., Галиулин Р.В., Возняк В.М. Извлечение растениями тяжелых металлов из почвы и водной среды // Агрехимия. 2003. № 12. С. 60—65.
3. Линдиман А.В. с соавт. Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы // ЭКИП. 2008. № 9. С. 45—47.
4. Жуйкова Т.В. Аккумулирующая способность растений в условиях техногенного загрязнения почв тяжёлыми металлами / Т.В. Жуйкова, Э.Р. Зиннатова // Поволжский экологический журнал. - 2014. - № 2. - С. 196 – 207.
5. Аккумуляция металлов в растениях урбоэкосистем / П.В. Масленников [и др.] // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. - 2015. - №7.- С. 57—69.
6. G. Naidoo, D. Chirkoot The effects of coal dust on photosynthetic performance of the mangrove, *Avicennia marina* in Richards Bay, South Africa // Environmental Pollution. V. 127. №3. 2004. P. 359-366.
7. WANG ZHAN-YI, HOU JIA, GUO JIAN-YING, WANG CHENG-JIE and WANG MING-JIU1 Coal Dust Reduce the Rate of Root Growth and Photosynthesis of Five Plant Species in Inner Mongolian Grassland // Journal of Residuals Science & Technology, V. 13. S.1. 2016.P. 63-73.
8. Shamaila Zia-Khan, Wolfram Spreer, Yang Pengnian, Xiaoning Zhao, Hussein Othmanli, Xiongkui He, Joachim Müller Effect of Dust Deposition on Stomatal Conductance and Leaf Temperature of Cotton in Northwest China // Water. №7. 2015. P. 116-131.
9. Дубынина С.С. Химический состав растений Тулунского района Иркутской области / С.С. Дубынина // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2013. – Т.120, №5. – С.108-111.
10. Изменение фотосинтетической активности древесных растений в условиях угольного терминала / Н.В. Салтан [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. - №2. – С. 68-74.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

**ДАНИЛЬЧЕНКО А.Л.**

Национальный исследовательский технологический университет "Московский институт стали и сплавов"

#### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ КУЗБАССА**

**DANILCHENKO A.L.**

National Research Technological  
University "Moscow Institute of Steel and Alloys"

#### **GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF COAL-MINING REGIONS OF KUZBASS**

Научная работа посвящена геоэкологическим проблемам угледобывающих регионов Кузбасса, на примере небольшого города Кемеровской области – Полысаево. На территории города расположено три угледобывающие шахты (Полысаевская, Заречная, Октябрьская) и один карьер (Моховский разрез).

Кузбасс является одним из основных угледобывающих регионов страны. Интенсивная добыча и использования природных ресурсов, привели к возникновению глобальных экологических проблем.

В Кемеровской области сосредоточено большое количество производств, что является одной из причин нарушения окружающей среды.

В атмосферу Кузбасса каждый год попадают (по неполным данным) более 1,5 млн.т. вредных промышленных выбросов или более 60% - это окись углерода - 51,6%, серный ангидрид - 15%, окиси азота - 8%, углеводороды - 3,5%, что больше предельно допустимой концентрации.

Близко расположенные районы Кемерово, Ленинска-Кузнецкого, Прокопьевска, Киселевска загромождены породными отвалами угледобывающих предприятий т.к. туда поступает более 400 млн т вскрышных пород, и почти 40 млн т шахтных отходов переработки угля.

Масштабы образования отходов в городах критические, на пример в Новокузнецке, в сутки удаляется в отвалы более 550 железнодорожных вагонов, по 50 тонн каждый.

Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха

С помощью программы для геомоделирования – SURFER, была проведена геоэкологическая оценка территории города Полысаево.

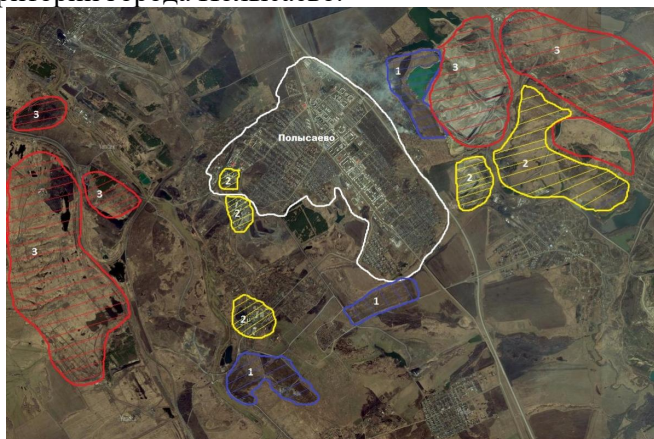


Рисунок 1 – Район города Полысаево

Белым цветом обведена территория города Полысаево, желтым показаны действующие угледобывающие предприятия, синим – рекультивированные породные отвалы, а красным – действующие породные отвалы (рисунок 1). Даже сейчас мы видим, что действующие породные отвалы имеют большую площадь, чем сам город.

Далее рассчитаем площадь пыления не рекультивированных породных отвалов. Для расчета по удельным показателям (коэффициентам пыления) необходимо определить суммарную открытую площадь породных отвалов.

Суммарная площадь оснований действующих отвалов:

$$S_{o.d.} = 4814901,7 (m^2) \approx 4,81 (км^2)$$

Суммарная площадь поверхности пыления рекультивированных отвалов:

$$S_{o.p.} = 871842 (m^2) \approx 0,87 (км^2)$$

Суммарная площадь поверхности пыления действующих отвалов:

$$S_{n.d.} = 5470909 (m^2) \approx 5,47 (км^2)$$

Суммарная площадь поверхности пыления рекультивированных отвалов:

$$S_{n.p.} = 1118201,9 (m^2) \approx 1,12 (км^2)$$

Определим количество сдуваемой пыли с породных отвалов (во временном показателе):

$$Q_{пыл.} = \sum S_n * K_{пыл.} * K_3$$

где  $S_n$  – площадь поверхности пыления,  $m^2$ ;

$K_{пыл}$  – коэффициент пыления  $мг / м^2 сут.$ ;

$K_э$  – поправочный коэффициент эксплуатации отвала.

Коэффициент пыления для данных условий составляет  $180 мг / м^2 сут.$  Поправочный коэффициент эксплуатации отвала для действующих отвалов составляет – 1, для рекультивированных 0,1.

$$Q_{пыл} = 5470909 * 180 * 1 + 1118201,9 * 180 * 0,1 = 1004891254,2 (мг.сут) \approx 1 (т.сут)$$

Радиус рассеяния пыли с породных отвалов:

$$R = t_{oc} * V * k_n * k_{oc}$$

где  $t_{oc}$  – среднее время оседания пылеватых частиц, с;

$V$  – среднегодовая скорость ветра, м/с;

$k_n$  – поправочный метеорологический коэффициент;

$k_{oc}$  – коэффициент оседания пылеватых частиц;

Согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» для Кемеровской области,[3] максимальная из средних скоростей ветра составляет 3,4 м/с. Поправочный метеорологический коэффициент принимаем согласно ОНД-86[4]. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий;

$k_n = 1,1$ . Среднее время оседания пылеватых частиц  $t_{oc} = 45$  мин = 2 700 с, коэффициент оседания пылеватых частиц  $k_{oc} = 1,5$  по материалам исследования.

Радиус рассеяния пыли с породных отвалов:

$$R = 2700 * 3,4 * 1 * 1,5 = 15147 (м) \approx 15,2 (км)$$

Общая площадь оседания пыли с породных отвалов составит:

$$S_{общ} = \sum S_{oc} + \sum (\pi * R^2) / 2$$

где  $\sum S_{oc}$  – суммарная площадь оснований пылящихся породных отвалов,  $m^2$ ;

$\sum (\pi * R^2) / 2$  – площадь оседания пыли вне породного отвала, рассчитывается на

основе геоинформационной системы Surfer, по максимальному радиусу влияния с учетом пересечений,  $m^2$  (рисунок 2).

$$\sum S_{oc} = S_{o.d.} + S_{o.p}$$

$$\sum S_{oc} = 4814901,7 + 871842 = 5686743,7 (m^2) \approx 5,69 (км^2)$$

$$S_{общ} = 5686743,7 + 319540029,3 = 325226773 (m^2) \approx 325,23 (км^2)$$

Из расчетов видно, что площадь оседания пыли, намного превышает общую площадь г. Полысаево и его области (рисунок 2).

Определим среднюю плотность оседания:

$$p_{пыли} = Q_{пыл} / S_{общ}$$

$$p_{пыли} = 1004891254,2 / 5686743,7 = 176,7 (мг / м^2 сут)$$

Предельно допустимая концентрация по пыли в сутки в пересчете на валовые выбросы =  $120 \text{ мг} / \text{м}^2 \text{сут}$ . Соответственно имеется среднее превышение ПДК:

$$C = p_{\text{пыли}} / \text{ПДК}$$
$$C = 176,7 / 120 = 1,47$$

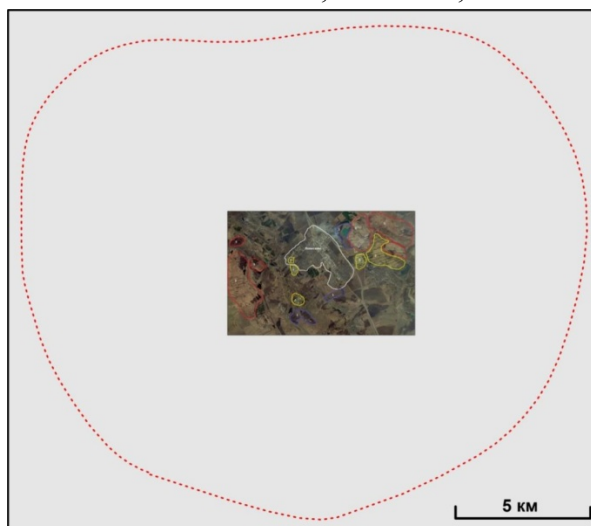


Рисунок 2 – Площадь оседания пыли с породных отвалов. Красной пунктирной линией выделена граница оседания пыли

**Выводы.** На основе выполненного анализа пыления не рекультивированных породных отвалов можно сделать вывод, что развитие экономики с преобладанием горно-металлургических отраслей привело к чрезвычайной экологической ситуации или экологическому бедствию, что свидетельствует об исчерпании геоэкологического ресурса природной среды.

Для снижения экологического загрязнения окружающей среды в угледобывающих районах Кузбасса необходимо:

- использование современных технологий добычи и переработки угля;
- рациональное формирование вскрышных пород в отвал;
- своевременная рекультивация нарушенности земель;
- создание растительных сообществ на породных отвалах.

Для решения экологических проблем и результатов прогноза необходимо проводить анализ большого количества постоянно обновляемых гео-данных напрямую поступающих от добывающих компаний. В этой связи на шахтах и разрезах, необходимо производить мониторинг окружающей среды, который состоит в регулировании сбора, накопления и последующей обработки геоинформации на окружающую среду, в том числе преобразовании ее в таблицы, графики, карты.

Производить моделирование процессов самовосстановления элементов природной среды горнопромышленных регионов, которое позволяет достоверно и оперативно обрабатывать информацию и своевременно принимать управленческие решения.

**Научный руководитель:** к.т.н., профессор М.В. Щекина

**ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЯМАЛЬСКОЙ ТУНДРЫ**

**Elizarov O.I.**

Tyumen State University

**FEATURES OF THE ORGANIZATION OF RATIONAL ENVIRONMENTAL  
MANAGEMENT IN THE YAMAL TUNDRA DEPOSITS**

В работе приводятся результаты достижения цели по комплексной экологической оценке хозяйственного использования ландшафтов на месторождениях углеводородного сырья полуострова Ямал.

Данная цель была достигнута путем решения следующих основных задач:

1. Оценить природно-климатические условия полуострова Ямал с учетом воздействия экстремальных факторов, влияющих на развитие региона;
2. Выполнить социально-экономическую оценку хозяйственной структуры территории;
3. Рассмотреть основные методологические аспекты проведения экологической оценки ландшафтов;
4. Определить основные параметры экосистем в рамках ландшафтно-экологической оценки исследуемых участков;
5. Предложить рекомендаций по оптимизации стратегии развития месторождений углеводородного сырья с точки зрения соответствия принципам рационального природопользования.

Данное исследование было проведено под совместным руководством и при консультировании доцентом кафедры геоэкологии и природопользования Института наук о Земле Тюменского государственного университета, кандидатом географических наук – Маршининым Александром Владимировичем.

В рамках исследования были выделены 4 участка в пределах Южно-Тамбейского газоконденсатного, Бованенковского нефтегазоконденсатного, Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождений полуострова Ямал. Данные участки были условно названы ключевыми. В пределах Бованенковского месторождения было выделено 2 ключевых участка (северный и южный) в виду значительной площади и степени антропогенной нагрузки. Таким образом, в пределах данной работы рассмотрены следующие ключевые участки – Южно-Тамбейский ключевой участок, Новопортовский ключевой участок, северный и южный ключевые участки Бованенковского месторождения. Кроме того, выбор данных ключевых участков в качестве объектов исследования обусловлен расположением в полном спектре природных подзон тундры: Южно-Тамбейский ключевой участок находится в пределах арктической тундры, Бованенковские ключевые участки – в средней тундре, Новопортовский ключевой участок – в южной тундре.

Объект исследования – экосистемы ключевых участков месторождений полуострова Ямал. Предмет исследования – ландшафтно-экологические условия территории ключевых участков.

В последнее время в связи с открытием и разработкой месторождений углеводородного сырья на полуострове Ямал происходит интенсивное воздействие на тундровые экосистемы. Проблема антропогенного влияния на природную среду полуострова Ямал до недавнего времени практически отсутствовала, либо имела локальный и не столь масштабный характер. Однако, в настоящее время, с многократным увеличением количества объектов добычи и транспортировки сырья из ямальских недр вопрос об ухудшении экологического состояния региона становится все более актуальным. В связи с вводом в эксплуатацию в последние годы большого числа крупных объектов нефтегазодобывающей отрасли, таких как

Новопортовское, Бованенковское месторождения, а также проекта "Ямал-СПГ" внимание многих компаний, государственных надзорных служб и общественности все чаще обращается к данному региону и особенно к тому, насколько соблюдаются экологические нормы и стандарты в условиях неустойчивых тундровых экосистем.

В связи с этим для многих предприятий, работающих в данном регионе становится очень важным соблюдение данных норм и сохранение устойчивости существующих связей ландшафтной структуры в районе добычи. Очень важна минимизация риска нарушения экологического состояния в результате разливов, сбросов и выбросов загрязняющих веществ и строительства объектов добычи и инфраструктуры. Из этого вытекает следующий вопрос, о том каким образом организовать и улучшить добычу и транспортировку углеводородного сырья с учетом принципов рационального использования природных ресурсов и минимальным воздействием на природную среду. Кроме того, в последнее время происходит изменение подхода к охране окружающей среды и использования природных ресурсов. Все чаще обращается внимание на необходимость полного избежания риска воздействия на природные экосистемы, а не ликвидацию уже произошедших аварий и нарушений. Таким образом, интегральный анализ эффективности организации природопользования становится все более актуальной темой в пределах ямальской тундры и был рассмотрен в рамках научно-исследовательской работы.

В рамках работы применяются методы ландшафтно-экологической оценки территории с учетом полного набора параметров и свойств, определяющих риски и возможность освоения. Применяемый интегральный анализ основан на методиках определения ландшафтно-экологических параметров территории исследования. Рассмотренные методики предложены, в том числе, и для таких специфических регионов, как север Западной Сибири. Однако, комплексное применение методов оценки возможности освоения ямальской тундры и ее рационального использования является уникальным примером, предложенным в данной работе. Полученные результаты о степени и форме антропогенной нагрузки, а также предложения по дальнейшей оптимизации процесса освоения, учитывают не только степень устойчивости тундровых экосистем. Такой односторонний анализ не может позволить выделить наиболее ценные с хозяйственно-ресурсной и природоохранной точки зрения ландшафты. Кроме того, сама устойчивость тундровых экосистем обладает набором геохимических и биологических параметров.

Полученные результаты с предложенными рекомендациями возможно применять при дальнейшем освоении территорий нефтегазодобычи в рамках соблюдения принципов рационального природопользования.

В результате проведенного исследования была подтверждена гипотеза о том, что экологическая оценка ландшафтов является важным инструментом оптимизации природопользования в условиях ямальской тундры. Подтверждением этого являются выявленные параметры экосистем, которые позволяют определить исходное экологическое состояние территории, а также способность данных экосистем сохранять свою устойчивость и функции в результате антропогенной нагрузки. Таким образом, еще на начальном этапе проектирования возможно определить территории с наименьшим риском освоения, исключив тем самым опасное антропогенное воздействие без ущерба эффективности добычи углеводородов. Полученные результаты позволили определить на сколько рационально организованно размещение хозяйственных объектов в пределах экосистем и используются их ландшафтные функции. Для рассмотренных участков характерно преимущественно рациональное использование ресурсов экосистем и учет их параметров. Однако, для некоторых опасных производственных объектов отмечается размещение в пределах неустойчивых экосистем, хоть и с привязкой к требуемым ресурсам природной среды. Данные случаи требуют более подробного изучения свойств ландшафта, экологических параметров, в частности степени устойчивости и экологического риска. Такой подход позволит исключить или свести к минимуму опасность безвозвратной потери структуры и свойств тундровых экосистем.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

1. Расположение полуострова Ямал в высоких широтах и близость Северного Ледовитого океана определяет преобладание суровых природно-климатических условий: хо-

лодная продолжительная зима, продолжительное залегание снежного покрова, господство арктических воздушных масс и т. д.

2. Ключевой отраслью промышленности полуострова Ямал является нефтегазовый комплекс, что обеспечивает некоторое социально-экономическое развитие региона в последние годы. На фоне этого, контакт недропользователей и коренного населения послужил одним из стимулов развития традиционных отраслей хозяйства в промышленных масштабах.

3. Ландшафтное направление является наиболее приоритетной методологической основой оптимизации природопользования и должно стать важным элементом существующей стратегии развития нефтегазового комплекса.

4. В пределах выделенных ключевых участков значительные площади занимают относительно устойчивые экосистемы. Большинство из них относится к водораздельному типу местности. Однако, анализ выполненного картографического материала и расчетов показывает, что многие антропогенные объекты расположены в пределах среднеустойчивых экосистем. Значение природоохранной ценности значительно варьирует на разных участках ввиду выполнения экосистемами различных ландшафтных функций.

5. Стратегия развития месторождений требует особого подхода к изучению экологических параметров экосистем в начальном этапе проектирования антропогенных объектов с целью избежания возможных рисков нарушения структуры и устойчивости ландшафтов территории.

Представленный в рамках научно-исследовательской работы пример ландшафтно-экологической оценки территории месторождений ямальских тундр, а также предложенные рекомендации по оптимизации освоения могут быть полезны недропользователям при осуществлении деятельности на перспективных нефтегазопромысловых участках полуострова Ямал. В данном случае методы освоения позволяют эффективно достичь устойчивого состояния природной среды месторождения как основной цели рационального природопользования.

**ЕРОХИН Л.М.**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

## **ЭФФЕКТИВНАЯ КОНВЕРСИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В БАКТЕРИАЛЬНУЮ БИОМАССУ**

**EROKHIN L.M.**

Mendeleev University of Chemical Technology

## **EFFICIENT CONVERSION OF NATURAL GAS TO BACTERIAL BIOMASS**

Россия обладает крупнейшими запасами природного газа. Современные условия ориентируют научное сообщество на поиск новых способов использования данного сырья. Связано это как с получением продуктов переработки природного газа с высокой добавленной стоимостью, так и с экологическими проблемами, которые возникают на современном уровне развития технологий. Например, проблемой газодобычи является неполное использование попутного нефтяного газа, часть его сжигается на факелах. Но отметим, что в последние годы в данной сфере наметилась положительная динамика и количество факелов по стране постепенно сокращается.

Перспективным вариантом экологически чистой переработки природного газа является его биоконверсия в биомассу сообщества метанооксиляющих микроорганизмов. В основе данной технологии лежит естественный биологический процесс, что позволяет рационально использовать сырьё без образования вредных для окружающей среды веществ. Отличительной особенностью метанотрофных микроорганизмов является способность использовать метан природного газа в качестве единственного источника углерода. Прочие алифатические компоненты природного газа усваиваются бактериями-спутниками, входящими в состав

микробного консорциума. Однако, помимо метана, для развития микроорганизмов необходимы минеральные компоненты. Высушенная биомасса может быть использована в качестве высокобелковой добавки в комбикорма. Она нетоксична, безопасна для животных и людей, сбалансирована по аминокислотному составу, что обуславливает рациональность её применения в качестве компонента кормов для сельскохозяйственных животных. Также полученная биомасса может быть подвергнута комплексной переработке с получением коммерчески ценных продуктов: белкового концентрата, нуклеиновых кислот, нуклеотидов, нуклеозидов, полисахаридов, каротиноидов.

На кафедре биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева ведутся исследования процессов получения ценных продуктов при культивировании метаноокисляющих микроорганизмов. В частности, изучается влияние концентраций минеральных компонентов на биологическую активность сообщества метаноокисляющих микроорганизмов на основе *Methylococcus capsulatus* при культивировании на природном газе. Необходимость подобных исследований связана с тем, что ростовые характеристики и другие показатели продуктивности целевой культуры в высокой степени зависят от концентраций компонентов раствора минеральных солей. В настоящее время исследователями для разных условий культивирования предлагаются разные составы растворов минеральных компонентов.

Выбор оптимальных концентраций минеральных солей основывается, помимо прочего, на учёте двух процессов – лимитирования и ингибирования. Когда концентрация какого-либо компонента питательной среды мала, наблюдается его нехватка для осуществления процессов жизнедеятельности в клетках микроорганизмов – лимитирование. Когда значение концентрации велико происходит ингибирование – уменьшение скорости роста микроорганизмов из-за угнетения ферментных систем и иных процессов. Например, при недостатке в среде аммонийного азота в ходе культивирования метаноокисляющих микроорганизмов, происходит переключение метаболизма бактерий на фиксацию атмосферного азота со значительным снижением производительности культуры по биомассе. С другой стороны, избыток ионов аммония ингибирует ключевой фермент метанотрофов, который катализирует окисление метана, – метанмонооксигеназу. Подобные зависимости биологической активности микроорганизмов от концентрации существуют и для других компонентов питательной среды.

Важно отметить, что низкие концентрации минеральных компонентов делают процесс малоэффективным ввиду малого количества получаемой биомассы. Напротив, избыток минеральных солей приводит к высокому содержанию ионов тяжёлых металлов в сточных водах, что требует дополнительной их очистки.

Необходимыми минеральными компонентами в питании метанотрофов являются источники меди и двухвалентного железа, так как ионы  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$  играют важную роль в функционировании метанмооксигеназы. Были проведены эксперименты по изучению влияния концентраций данных компонентов на максимальное содержание биомассы при культивировании сообщества метаноокисляющих микроорганизмов на основе *M.capsulatus*. Культивирование вели при температуре 41-42°C и объёмном соотношении используемой газовой смеси метан : воздух = 1:3. В лабораторных условиях, близких к оптимальным, при хемотропном культивировании при атмосферном давлении достигались концентрации биомассы 9–10 г/л при скорости протока раствора минеральных компонентов 0,23–0,25 ч<sup>-1</sup>.

При уменьшении концентрации источника железа ниже значения 6,48 мг  $\text{Fe}^{2+}$ /л наблюдалось резкое снижение производительности культуры по биомассе. Значительное ингибирование роста микроорганизмов происходило при увеличении концентрации выше 26 мг  $\text{Fe}^{2+}$ /л. При изучении влияния концентрации ионов меди на рост интенсивный рост культуры фиксировался при концентрации 1,27 мг  $\text{Cu}^{2+}$ /л. Резкое уменьшение количества получаемой биомассы происходило при превышении концентрации в 5 мг  $\text{Cu}^{2+}$ /л. При снижении концентрации относительно значения 1,27 мг  $\text{Cu}^{2+}$ /л фиксировалось плавное снижение биологической активности микроорганизмов.

Также ведутся исследования влияния других компонентов питательной среды на биологическую активность сообщества метаноокисляющих микроорганизмов. Например, в ходе предварительных экспериментов установлено, что наибольшее накопление биомассы



достигалось при следующих концентрациях минеральных солей в пересчёте на соответствующие ионы и элементы: 2,17 мг  $Mn^{2+}$ /л, 0,34 мг  $Zn^{2+}$ /л, 1,09 мг В/л.

Таким образом, в работе рассмотрен один из перспективных путей использования природного газа и попутного нефтяного газа с относительно высоким содержанием метана. В частности, данный путь способствует рациональному использованию природных ресурсов и сохранению экологической безопасности в регионах.

Показано, что путём оптимизации состава питательной среды можно добиться высокой концентрации биомассы сообщества метанооксиляющих микроорганизмов на основе *Methylococcus capsulatus*. Были получены приблизительные данные об оптимальных концентрациях некоторых микроэлементов для эффективной конверсии природного газа в бактериальную биомассу.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Н.А. Суясов

**ИЛЬИН П.Н.**

Тюменский индустриальный университет

## **ЭКОЛОГО-РАДИАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ И ПРОДУКТОВ ИХ УТИЛИЗАЦИИ**

**ILYIN P.N.**

Tyumen Industrial University

## **ECOLOGICAL AND RADIATION ASSESSMENT OF THE CONDITION OF DRILLING WASTE AND THEIR DISPOSAL**

**Аннотация.** Оценка эколого-радиационного состояния отходов бурения и продуктов их утилизации на примере грунтобетона, по содержанию естественных радионуклидов и их дальнейшее использование в зависимости от результатов удельной эффективной активности естественных радионуклидов в связи с необходимостью переработки бурового шлама и получения готового сырья при утилизации отходов бурения.

**Ключевые слова.** Отходы бурения, утилизация, эколого-радиационная оценка, окружающая среда, продукты отходов бурения.

Нефтедобывающие предприятия являются основным поставщиком нефти и нефтепродуктов в данной отрасли. Процесс нефтедобычи проходит в два этапа: бурение скважин и эксплуатация скважин. Наиболее эффективным способом бурения скважин является кустовое бурение, которое в настоящее время составляет 95% от всех проводимых работ на месторождениях.

В процессе проводимых работ по добыче нефти и нефтепродуктов на кустовой площадке образуются токсичные отходы бурения из нефтяных скважин которые в дальнейшем размещают в шламовые амбары (шламохранилище).

При невозможности организовать бурение без применения шламовых амбаров для сбора и хранения, образующихся в процессе бурения производственно-технологических отходов, на территории буровой должны сооружаться земляные амбары.

В каждом амбаре складывается около 500 кубометров отходов бурения на скважину. Отходы бурения, разбавленные водой, представляют собой по вязкости сметанообразную массу, органы охраны природы относят их к IV–II классу токсичности и являются очень опасными для окружающей среды. Амбарная технология бурения предполагает временное накопление в шламовых амбарах буровых сточных вод, бурового раствора, бурового шлама (выбуренной породы) и других технологических жидкостей, а безамбарная - исключительно выбуренную породу (в соответствии с технологическими особенностями) [1].

Если почвенно-ландшафтные условия бурения скважин не позволяют сооружение накопительных котлованов указанных видов, допускается сброс буровых сточных вод, отра-

ботанного бурового раствора и бурового шлама в один амбар, который должен быть двухсекционным. Для исключения переполнения шламового амбара предусматривается откачка жидкой фазы, вывоз на ДНС с последующим сбросом в дренажную систему.

При добыче углеводородного сырья происходит загрязнение окружающей природной среды как на территории кустовых площадок, так и на территориях шламохранилищ, где отходы бурения в виде бурового шлама нуждаются в дальнейшей утилизации и переработке.

Так на месторождениях ООО «РН-Пурнефтегаз» был предложен технологический способ переработки бурового шлама и добавление его в грунтбетон для дальнейшего использования в качестве строительного материала.

В связи с этим возникла необходимость определения содержания естественных радионуклидов и параметров удельной эффективной активности для возможности дальнейшего использования исследуемых образцов в соответствии с критериями представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии для принятия решения об использовании строительных материалов

Удельная эффективная активность ( $A_{эфф}$ ), Бк/кг	Класс материала	Область применения
до 370	I	Все виды строительства
от 370 до 740	II	Дорожное строительство в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки, строительство производственных сооружений
от 740 до 1500	III	Дорожное строительство вне населенных пунктов
от 1500 до 4000	IV	Вопрос об использовании материала решается по согласованию с Госкомсанэпиднадзором

Исследования радиационной безопасности проводились в соответствии с ГОСТ 30108-94. Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов. В ходе исследований были проведены измерения проб грунтбетона на устройстве 'Гамма-спектрометр NaI' спектрометрического комплекса 'Прогресс'. Измерения проводились в геометрии 'Маринелли' в лаборатории кафедры техноферной безопасности ТИУ [2].

Результаты исследований содержания естественных радионуклидов в пробах грунтбетона на месторождениях ООО «РН-Пурнефтегаз» и параметры удельной эффективной активности на кустовых площадках месторождений Южно-Харампурское; Северо-Комсомольское; Харампурское; Фестивальное; Северо-Харампурское наглядно приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание естественных радионуклидов в пробах грунтбетона на месторождениях ООО «РН-Пурнефтегаз»

№ пробы	Наименование месторождения	Естественные радионуклиды (ЕРН), Бк/кг			Aэфф ЕРН, Бк/кг
		K-40	Th-232	Ra-226	
1	Южно-Харампурское месторождение, куст №48	337,2	15,4	13,6	56
2	Южно-Харампурское месторождение, куст №49	302,5	22,5	10,0	57
3	Северо-Комсомольское месторождение, куст №4	426,0	21,5	11,4	67
4	Харампурское месторождение, куст №55	437,0	20,3	13,0	69
5	Фестивальное месторождение, куст №5	444,6	19,4	8,5	65

№ пробы	Наименование месторождения	Естественные радионуклиды (ЕРН), Бк/кг			Аэфф ЕРН, Бк/кг
		К-40	Th-232	Ra-226	
6	Южно-Харампурское месторождение, куст №53	359,4	22,2	11,6	63
7	Южно-Харампурское месторождение, куст № 63	616,0	29,1	14,6	95
8	Фестивальное месторождение, куст №15	358,0	12,2	23,2	56
9	Северо-Харампурское месторождение, куст № 39	245,0	12,5	20,3	53
10	Северо-Харампурское месторождение, куст № 49	589,0	33,2	24,4	110

Так анализируя содержание естественных радионуклидов в пробах грунтобетона наибольшие значения были отмечены по отношению к калию-40. Максимальная концентрация по данному компоненту составила 616,0 Бк/кг в Южно-Харампурском месторождении на кустовой площадке № 63. Чуть ниже концентрация данного компонента была отмечена на Северо-Харампурском месторождении, куст № 49 и составила 589,0 Бк/кг. На остальных исследуемых участках концентрация калия-40 варьировала в диапазоне от 245,0 до 444,6 Бк/кг соответственно [3].

Активность тория-232 и радия-226 в отличии от калия-40 имели не значительные показатели. Максимальная концентрация тория-232 во всех исследуемых пробах грунтобетона не превышала 33,2 Бк/кг при минимальном показателе в 12,2 Бк/кг.

Концентрации радия-226 находились в диапазоне от 8,5 до 24,4 Бк/кг, что намного ниже активности тория-232.

Пригодность природных материалов, а также отходов промышленности для изготовления строительных материалов оценивается с помощью удельной эффективной активности естественных радионуклидов, которая определяется по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K \quad (1)$$

где  $A_{Ra}$  и  $A_{Th}$  – удельная активность радия-226 и тория-232, находящиеся в равновесии с остальными группами уранового и ториевого естественных рядов;  $A_K$  – удельная активность калия-40 (Бк/кг).

Проведя анализ содержания удельной эффективной активности естественных радионуклидов в пробах грунтобетона с добавлением бурового шлама находилась в диапазоне от 53 до 110 Бк/кг. В целом все исследуемые образцы относятся к первому классу строительных материалов, а результаты исследований не превышают нормативных значений в 370 Бк/кг до 1500 Бк/кг в зависимости от дальнейшего использования переработки и утилизации отходов бурения на месторождениях [4].

Эколого-радиационная оценка состояния отходов бурения и продуктов их утилизации представляет собой обязательный этап при проведении радиационного мониторинга дальнейших радиологических исследований [5].

#### Список литературы:

1. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю.В. Вадецкий – Москва : Издательский центр "Академия", 2003. – 352 с. – Текст : непосредственный.
2. ГОСТ 30108-94. Материалы и изделия строительные определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов : дата введ. 1995-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 9 с. – Текст : непосредственный.
3. Давиденко Н. М. Проблемы экологии нефтегазоносных и горнодобывающих регионов севера России / Н. М. Давиденко. – Новосибирск: Наука, 1997. – 225 с. – Текст : непосредственный.

4. Московченко Д. В. Нефтегазодобыча и окружающая среда. Эколого-геохимический анализ Тюменской области / Д. В. Московченко. – Новосибирск : Наука, С РАН, 1998. – 111 с. – Текст : непосредственный.

5. Формирование удельной эффективной активности естественных радионуклидов в строительных материалах и изделиях / Р. А. Назиров, Е. В. Пересыпкин, И. В. Тарасов, А. А. Романова. – Текст : непосредственный // Радиоэкология XXI века: материалы Международной научно-практической конференции, Красноярск, 14-16 мая 2012 года. – Красноярск : СФУ, 2012. – С.156-158.

**Научный руководитель:** к.б.н., доцент Е.В. Захарова

**КАШТАНОВА И.С.**

Российский государственный социальный университет

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ  
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ «КУЧИНО» МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА  
АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

**KASHTANOVA I.S.**

Russian State Social University

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF RECULTIVATION OF THE KUCHINO  
MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL IN THE MOSCOW REGION ON  
ATMOSPHERIC AIR**

В работе была изучена технология рекультивации полигона ТКО «Кучино», рассмотрено существующее состояние атмосферного воздуха в районе расположения полигона, проведён расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и расчет рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы при рекультивации полигона и в пострекультивационный период.

В настоящее время в России реализуется реформа в сфере обращения с ТКО. Рекультивируются объекты накопленного экологического ущерба, в том числе полигоны ТКО и несанкционированные свалки. Процесс рекультивации полигонов ТКО сопровождается выбросом загрязняющих веществ в атмосферу. В этой связи актуальным является оценка воздействия процесса рекультивации полигонов ТКО на атмосферный воздух. Важная роль отводится мониторингу выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в ходе рекультивации полигонов, близко расположенных к населенным пунктам, ведь одним из главных факторов воздействия на здоровье населения является состояние окружающей среды. Целью работы являлась оценка воздействия рекультивации полигона ТКО «Кучино» на атмосферный воздух.

Полигон Кучино расположен в г. Балашиха Московской области (рисунок 1). Общая площадь земельных отводов – 54,50001 га. Полигон до закрытия предуготовлялся под утилизацию отходов IV-V классов опасности.



Рисунок 1 – Расположение полигона ТКО Кучино

Технический этап рекультивации включает в себя подготовку земель для последующего использования в народном хозяйстве. Мероприятия по техническому этапу:

1. Проведение исследований свалочного тела и его воздействий на окружающую среду
2. Укрепление откосов тела полигона по периметру
3. Строительство локальных очистных сооружений для очистки поверхностного стока
4. Устройство системы сбора и отвода на ЛОС поверхностного стока
5. Проведение земляных работ по срезке, террасированию, уплотнению откосов тела полигона
6. Строительство очистных сооружений для очистки фильтрата (обратный осмос)
7. Устройство системы лучевого дренажа для сбора фильтрата с выводом на очистные сооружения фильтрата
8. Устройство противофильтрационного перекрытия из геосинтетических материалов
9. Строительство системы активной дегазации

Биологический этап рекультивации осуществляется вслед за техническим этапом, содержит совокупность агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на завершение восстановления нарушенных земель (подготовка плодородного слоя, посев многолетних трав, уход за насаждениями).

Отбор проб атмосферного воздуха с последующим определением концентраций загрязняющих веществ в рамках инженерно-экологических изысканий выявил превышение ПДК для воздуха населенных мест по сероводороду и аммиаку в юго-западной и северной частях насыпи отходов полигона. В остальных точках наблюдений превышения не зафиксировано. Превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны не зафиксировано.

На прилегающей к полигону территории зафиксировано превышение фоновых показателей по метану в мкр. Салтыковка, пересечение улиц Угловая и Крайняя.

При проведении опробования атмосферного воздуха на территории полигона и жилой застройки превышения ПДК для воздуха населенных мест по всем анализируемым компонентам не было зафиксировано.

Проведен расчет количества максимально-разовых и валовых выбросов ЗВ от всех источников поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух на этапе технической рекультивации и в пострекультивационный период.

Расчеты количества максимально-разовых и валовых выбросов загрязняющих веществ показали, что выбросы большей части загрязнителей, таких как оксид азота, диоксид серы и др. в процессе рекультивации полигона ТКО уменьшаются, но у основных загрязнителей, таких как метан, диоксид азота и сажа максимально-разовые и валовые выбросы увеличиваются. Это связано с тем, что на этапе технической рекультивации и в пострекультива-

ционный период проходят работы по переработке и утилизации отходов, а также вследствие работы автотранспорта

Для расчета уровней воздействия на окружающую среду и оценки их допустимости выбраны два варианта:

1. Технический этап рекультивации (ориентировочный срок около года), когда задействовано максимальное количество дорожно-строительной техники и автотранспорта.

2. Пострекультивационный период, когда все строительные работы будут закончены и будет осуществляться только сбор, обезвреживание биогаза, а также сбор и очистка образующихся сточных вод (фильтрата).

Расчеты проводились для летнего периода, как наиболее неблагоприятного с точки зрения рассеивания примесей в окружающей среде.

В соответствии с ситуационным планом размещения полигона для оценки приемлемости влияния на воздушную среду в доле выбросов ЗВ использовался критерий - 1 ПДК на границе населенной территории.

Анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в технический период рекультивации показал, что при осуществлении рекультивационных процессов концентрации сажи, диоксида серы, метана, бенз/а/пирена, фенола, бензина, керосина на пределах жилых территорий и других нормируемых точек не превышает величину ПДК.

Однако, в расчетной точке 2 концентрация NO<sub>2</sub> превышает величину ПДК в 1,11 раза, что связано с близким расположением расчетной точки по отношению к источникам выброса (д.Фенино расположена у самой границы промплощадки полигона) и высокими фоновыми концентрациями диоксида азота в районе расположения рассматриваемого объекта.

Превышения гигиенических нормативов качества воздуха в расчетных точках по группам суммации 6004 и 6005 обусловлены, прежде всего, высокими фоновыми концентрациями аммиака и формальдегида в районе расположения объекта.

В варианте расчета для периода рекультивации учитывали максимальное количество одновременно работающей дорожно-строительной техники и автотранспорта. Источники выбросов в период рекультивации носят временный характер.

Анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в период производства работ по рекультивации выявил, что в процессе осуществления рекультивационной деятельности концентрации сажи, диоксида серы, метана, бенз/а/пирена, фенола, бензина, керосина на границе жилых территорий и других расчетных точках не превышает 0,1 ПДК. Влияние источников выбросов загрязняющих веществ, функционирующих в период проведения рекультивационных работ, с учетом природоохранных мероприятий, будет в пределах нормы. К тому же источники выбросов в период строительства носят временный характер.

По результатам расчета рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы в пострекультивационный период установлено, что превышений гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха населенных мест в расчетных точках не ожидается.

#### **Список литературы:**

1. Бекаревич Н.Е. Рекультивация земель. Сб. науч. тр. - Днепропетров ДСХИ, 1987. - 187 с.

2. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест: СанПиН 2.1.6.1032-01: утверждены гл. гос. сан. врачом России 17 мая 2001 г. // Бюл. норм. актов федер. органов исполн. власти. - 2001. - №31. - с. 3-7.

3. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. - Введ. 13.12.83. - М.: Стандартинформ, 2008. - с. 3-5.

4. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. - Москва, 1999. - 18 с.

5. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий / Под ред. Донченко В.В., Манусаджянц Ж.Г., Самойлова Л.Г., Кунин Ю.И. и др. - Москва, 1998 г. - 16 с.

6. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники. – 2-е изд., испр. и доп. / Донченко В.В., Манусаджянц Ж.Г., Самойлова Л.Г и др. – Москва, 1998 г. – 21 с.
7. Методика расчета выбросов вредных веществ в окружающую среду от неорганизованных источников нефтегазового оборудования: РД 39.142-00 // СПб: НИИ Атмосфера, 2001. – 21 с.
8. Методика расчета выделений загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок / Миляев В.Б., Буренин Н.С. – СПб: Интеграл, 2001. – с. 7-10.
9. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86, ГОСКОМГИДРОМЕТ // Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 307 с.
10. Методика расчета параметров выбросов и валовых выбросов вредных веществ от факельных установок сжигания углеводородных смесей / Аكوпова Г.С., Стрекалова Л.В., Шарихина Л.В., Прокофьева А.М. – М.: ВНИИГаз, 1996. – 6-19 с.
11. Методические рекомендации по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от неорганизованных источников станций аэрации сточных вод / Недре А.Ю., Буренин Н.С. – СПб, 2015. – с. 6-16.
12. Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров / Мухаметшин Ф.Ф., Иофик Б.Ш., Мазель Ю.А. – Новополюцк, 1997. – с. 11-14.
13. Методические указания по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии: РД-17-89 // М.: ВНИИУС, 1990. – 6-8 с.
14. Методические указания по расчету валовых выбросов углеводородов в атмосферу: СТО Газпром 11 // Москва, 2005. – 13 с.
15. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов // НИПИОТСТРОМ – Новороссийск, 2002. – с. 17-21.
16. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух / под ред. Буренин Н.С. – СПб: НИИ Атмосфера, 2015. – с. 12-15.
17. О проведении рекультивации и консервации земель: постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 // Собр. законодательства РФ: офиц. изд. – 2018. - №29. – 4441 с.
18. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный Закон Российской Федерации от 04.05.1999 № 96-ФЗ // Собр. законодательства РФ: офиц. изд. – 1999. - №18. – 2222 с.
19. Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды: распоряжение Правительства РФ от 8 июля 2015 г. №1316-р // Собр. законодательства РФ: офиц. изд. – 2015. - №29. – 4524 с.

**Научный руководитель:** канд. биол. наук Н.Ю. Белозубова

**КИРИНА В.Д.**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ УРБАНИЗИРОВАННОЙ  
ТЕРРИТОРИИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СНЕГОВОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ Г.  
КЕМЕРОВО)**

KIRINA V.D.

National Research Tomsk Polytechnic University

**THE ASSESSMENT OF TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF AN  
URBANIZED TERRITORY BASED ON THE SNOW COVER RESEARCH (A CASE  
STUDY OF KEMEROVO)**

Актуальной проблемой в Кемеровской области является загрязнение окружающей среды, основными источниками которого являются предприятия угледобывающей, углеперерабатывающей и теплоэнергетической отрасли производства [1]. В г. Кемерово наибольшую техногенную нагрузку наносят угольная теплоэлектростанция и коксохимическое производство, что в дальнейшем влияет на человека, в особенности на состояние органов дыхательных путей. Снежный покров исследуется для оценки техногенного воздействия на компоненты окружающей среды, так как он способен накапливать и сохранять в себе загрязняющие вещества [2–4].

Цель работы – оценка техногенной трансформации территории г. Кемерово по данным изучения снегового покрова. В феврале 2016 г. и 2020 г. был произведен отбор проб снегового покрова в промышленно-селитебных, селитебных и рекреационных районах г. Кемерово. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно опыту многолетних работ в ТПУ и нормативным методикам [4]. Объект исследования – твердая фаза снега.

В лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» в ТПУ исследование проб твердой фазы снега выполнялось с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа, рентгеновской дифрактометрии и электронной сканирующей микроскопии. Проводился расчет пылевой нагрузки, коэффициент концентрации и суммарный показатель загрязнения в соответствии с рекомендациями [4].

По результатам исследования установлено, что величина пылевой нагрузки в промышленно-селитебных районах, находящихся под воздействием угольной теплоэлектростанции и коксохимического производства изменяется от низкой до средней степени загрязнения и среднее значение соответствует 199 мг/(м<sup>2</sup>·сут.), в рекреационных и селитебных районах города значения пылевой нагрузки соответствуют низкой степени загрязнения и средняя величина составляет 34 мг/(м<sup>2</sup>·сут.).

Вещественный состав представлен преимущественно сажей, углем, минералами муллита, кварца (SiO<sub>2</sub>), ортоклаза K(AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), альбита (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), а также алюмосиликатными и металлическими микросферулами на в промышленно-селитебных, рекреационных и селитебных зонах города, находящихся в наветренной стороне от предприятий теплоэнергетики и коксохимии. По результатам электронной сканирующей микроскопии, были выявлены частицы, в состав которых входит Fe, Ba, Pb, Zn, Al, Na. Изученные частицы имеют размерность от 2 до 20 мкм, что может увеличивать риск заболеваемости сердца, респираторных заболеваний и рака легких согласно работе [7].

По результатам ИСП-МС и ИНАА в зоне воздействия предприятий в пробах имеют наибольшие значения коэффициентов концентрации элементы: U, Tb, Yb, Ba, Sm, Sr, Cs, La, Rb, Al, Hf, Th, Na, Fe, Co, которые преимущественно формируют высокий уровень загрязнения. В рекреационных и селитебных зонах геохимическая специфика сохранена, отображены высокие содержания U, Tb, Yb, La, Sm, Ba, Sr. Наблюдается равномерное распределение коэффициентов концентраций с увеличением расстояния в северном (наветренном) направлении от границ угольной теплоэлектростанции и коксохимического завода (от 0,6 до 4 км), в южном (подветренном) направлении концентрация элементов уменьшается с увеличением



расстояния (от 0,8 до 2 км). Поступление изучаемого спектра элементов может быть обусловлено выбросами от сжигания угля на теплоэлектростанции, которая использует угли Кузнецкого бассейна, содержащие микроэлементы в качестве примесей [8]. Суммарный показатель загрязнения изменяется по мере отдаления в большую сторону, характеризуя в пробах твердой фазы снега перенос на дальние расстояния пылевых частиц.

Рассчитан коэффициент опасности хронических неканцерогенных эффектов химических элементов в пробах из промышленно-селитебных районов в соответствии с работами [9-11] при консультации доцента ОГ ТПУ Н.А. Осиповой. Выявлено, что значение коэффициента опасности у Ва соответствует неприемлемому уровню для населения. В зону условно приемлемого риска входят элементы: Cr, As, Co, а минимальный уровень риска соответствует Sr, As, Ag, Fe, Zn, Sb. С помощью суммарного индекса опасности, была произведена идентификация приоритетных органов и систем, в наибольшей степени поражаемых при комбинированном воздействии нескольких химических элементов. Влияние элементов Cr, Ba, Sr, As, Ag, Fe, Zn, Co, Sb на органы дыхания отмечается в двукратном превышении над допустимым, а значения элементов Cr и Ba при попадании, могут оказывать воздействие на почки в 1,2 раза больше.

Для снижения техногенной нагрузки на территорию г. Кемерово могут быть рекомендованы мероприятия по усовершенствованию газоочистных установок и своевременный контроль за оснащением дымовых труб на предприятиях, а также разработка регионального информационного банка данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу.

#### **Список литературы:**

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2020 году. [Электронный ресурс] – Кемерово, 2021. - Режим доступа: [http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2021/02/doklad\\_2020.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2021/02/doklad_2020.pdf)
2. Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Языков Е.Г. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска // Оптика атмосферы и океана – 2011. – Т. 24, № 1. С. 74-78.
3. Таловская А.В., Языков Е.Г., Шахова Т.С., Филимоненко Е.А. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327, № 10. С. 116- 130.
4. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин, Р. С. Смирнова, И. Л. Башаркевич, Т. Л. Онищенко, Л. Н. Павлова, Н. Я. Трефилова, А. И. Ачкасов, С. Ш. Саркисян. М.: Недра, 1990. 335 с.
5. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. – М.: Госкомгидромет, 1991. 693 с.
6. Pope C. A., Dockery D. W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect // Journal of the Air & Waste Management Association. – 2006, Vol. 56 (6). – P. 709–742.
7. Eia (2016) International energy outlook independent statics and analysis. US Energy Information. Report No.: DOE/EIA-0484.10
8. Арбузов С.И. Геохимия редких элементов в углях Центральной Сибири. Автореферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. - Томск, 2005. - 24 с.
9. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду
10. Osipova NA, Filimonenko KA, Talovskaya AV, & Yazikov EG. Geochemical approach to human health risk assessment of inhaled trace elements in the vicinity of industrial enterprises in Tomsk, Russia. Hum ecol risk assess. 2015; 21: 1664–1685.
11. Risk assessment guidance for Superfund: Volume 1 - Human Health Evaluation Manual. Part A. Interim Final. Office of Solid Waste and Emergency Response. – Washington, DC, USA: USEPA. – 1989. – 192 p.

**Научный руководитель:** к. г.-м. н., доцент А.В. Таловская

**КЛОКОВА Ю.В.**

Уральский государственный горный университет

## **ЗОЛОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНА**

**KLOKOVA Y.V.**

Ural State Mining University

### **GOLD MINING INDUSTRY AS A FACTOR OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC STATE OF REGION**

Концепция устойчивого развития регионов подразумевает экономическое развитие, сохранение окружающей среды и совершенствование социальной сферы. В данной работе будет рассмотрено развитие горнодобывающей промышленности, как главной отрасли экономики, в Бодайбинском районе Иркутской области и его влияние на окружающую среду и социальную сферу региона.

Одной из базовых отраслей экономики Иркутской области является горнодобывающая промышленность. Иркутская область находится на первом месте в стране по ресурсному потенциалу рудного золота. В структуре промышленной продукции области доля горнодобывающей отрасли составляет около 11%. Предприятия отрасли вносят около 12% начисленных налоговых поступлений в консолидированный бюджет [3].

Основная добыча золота в Иркутской области ведется в Бодайбинском районе более полутора веков, составляя 98 % общего объема золота, добываемого в регионе. В настоящее время пропорции добываемого в районе металла составляют около 50 % золота из россыпных месторождений и 50 % из руды, причём объемы добычи из рудных месторождений ежегодно возрастают.

Исходя из значения и доли золотодобычи в экономике региона, можно утверждать, что горнодобывающая промышленность является системообразующей отраслью для устойчивого развития Иркутской области.

Однако, добыча полезных ископаемых и предшествующая разведка приводят к масштабным изменениям геосистем в результате изъятия земель, загрязнения атмосферы, почв и природных вод. Нарушения внутренних связей вызывают значимые трансформации изучаемой территории вследствие слабой устойчивости к внешним воздействиям.

Учитывая ограниченное разнообразие биологических видов в природных системах умеренного пояса, логично предположить, что экосистемы района, особенно ее северные территории, крайне уязвимы. Антропогенное воздействие со стороны городов и поселений различного типа повторяется с нарастанием, а промежуток времени для релаксации природной среды слишком мал [2].

Рассмотрим экологическое состояние Бодайбинского района, сформированное в результате многолетней деятельности горнодобывающей промышленности.

Бодайбинский район - муниципальное образование в северо-восточной части Иркутской области России, географически расположен на Витимо-Патомском нагорье (рисунок 1). Он находится в местности, приравненной к районам Крайнего Севера. Климат резко континентальный, и температуры атмосферного воздуха зимой опускаются до минус 55 °С, летом достигают +45 °С.



Рисунок 1 – Схема Иркутской области

Основной отраслью в экономике района является золотодобыча. На предприятиях этой отрасли трудится до 64% от общей численности трудоспособного населения. Добычей россыпного золота занимаются 33 крупных и малых предприятия района.

Горнодобывающие комплексы на территории района расположены с достаточно высокой плотностью и преимущественно находятся вблизи русел небольших рек и ручьев, таких как Угахан, Сухой Лог, Хомолхо, Атыркан-Берикан, Верный и т. д.

На территории Бодайбинского района неравномерно развиты техногенные ландшафты. Они представляют собой гале-эфельные отвалы неоднородного материала, расположенные в хаотичном порядке в руслах и долинах ручьев. Такие формы рельефа способствуют меандрированию, заболачиванию и образованию множества рукавов водотоков. Кроме того, на территории золотодобычи отмечается полное уничтожение почв и растительные сообщества природных комплекс межгорных впадин, прирусловых и пойменных участков аллювиальных равнин.

На территории района активно развиваются горно-обогащительные комплексы, в состав которых входят, кроме горных выработок (карьеров и шахт) и отвалов вскрышных пород, золотоизвлекательные фабрики, системы хвосто- и шламохранилищ, объекты инфраструктуры, включая водоснабжения и водоотведения, объекты энергетики, транспорта.

В связи с появлением в пределах исследуемой территории источников техногенной нагрузки на состояние окружающей среду происходит увеличение влияния следующих факторов:

- химическая нагрузка на почвы, поверхностные воды и атмосферный воздух, создаваемая в процессе обогащения рудного сырья и эксплуатации автотранспорта;
- физическая нагрузка на ландшафты и горные породы, возникающая при проходке горных выработок, формировании отвалов вскрышных пород, прокладке автодорог и линий электропередач, а также строительстве производственных и бытовых сооружений.

Кроме того, при добыче полезного ископаемого открытым способом происходит загрязнение прилегающих территорий, возникают очаги эрозии, почвенный слой подвергается физическому, механическому и химическому воздействию [4]. За пределы горного отвода распространяются миграционные геохимические потоки, характеризующиеся повышенными концентрациями типоморфных для золоторудных месторождений веществ, зачастую обладающих токсичными и канцерогенными свойствами (As, Zn, Pb, Hg и др.), которые при фильтрации через зону аэрации попадают в подземные воды.

Загрязнение почв и грунтов в процессе эксплуатации месторождений имеет накопительный характер. Это выражается в постепенном увеличении концентрации загрязнителей, включая металлы, с течением времени.

Скопление объектов промышленности в регионе приводит к увеличению общей техногенной нагрузки, а также к их комплексному воздействию на объекты окружающей среды. В течение времени экологическое состояние неизбежно ухудшается и регион с большим ресурсным потенциалом теряет позиции по инвестициям, так как экологическая привлекательность региона ослабевает [5].

Социальная сфера Иркутской области, по сравнению с экономической ситуацией, имеет весьма скромные показатели. Так, за период 1990 — 2008 гг. численность населения области сократилась на 300 тыс. чел. (более 10% жителей). Область ежегодно покидало более 16 тыс. чел. (сопоставимо с населением г. Байкальска). Выезжали преимущественно общественно-активные и высококвалифицированные специалисты, представители «среднего класса», которые не смогли реализовать в данном регионе. Это свидетельствует о наличии глубинных проблем и социальной дискомфорта территории.

В Бодайбинском районе численность населения также имеет устойчивую тенденцию к уменьшению (таблица 1).

Таблица 1 – Статистические показатели численности населения

Бодайбинский район	2016	2017	2018	2019	2020
Численность	19985	19 438	18 391	17 717	17 605
Число родившихся	215	233	194	174	-
Число умерших	297	278	289	283	-
Естественный прирост (убыль)	-82	-45	-95	-109	-

Определяющими факторами формирования численности населения приняты естественная убыль и миграционный приток населения, обусловленный созданием новых рабочих мест. Поскольку значительную часть мигрантов обычно составляют молодые люди в трудоспособном возрасте, это позволяет смягчить негативные тенденции динамики населения и прогнозировать относительную стабилизацию его демографической структуры.

В целом уровень жизни местного населения характеризуется как низкий, чему способствует ограниченная транспортная доступность отдаленных районов области, отсутствие реального рынка труда и слабое развитие социальной инфраструктуры.

Исходя из изученных факторов концепции устойчивого развития, можно утверждать, что экологическое состояние и социальная сфера Бодайбинского района занимают отстающую позицию и нуждаются в проведении комплексных мероприятий по их совершенствованию.

#### Список литературы:

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2019 году»/ – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2020 г– 314 с.
2. Мусихина Е. А. Методология комплексной оценки природной среды Иркутской области //Проблемы региональной экологии. – 2010. – №. 3. – С. 205-212.
3. Тальгамер Б. Л. и др. Перспективы развития горнодобывающей промышленности Иркутской области //Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2003. – №. 2 (14).
4. Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П., Бурцев Л. И. Экологические проблемы освоения недр при устойчивом развитии природы и общества. – М., Издательство «Научтехлитиздат», 2003, 262с.
5. Фирсова Н. В. Влияние экологии на инвестиционную привлекательность Иркутской области //Бизнес-образование в экономике знаний. – 2020. – №. 1 (15).

**Научный руководитель:** к. г.-м. н., доцент И. Г. Петрова

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА  
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ**

KONOVALOV MY.

Russian State Hydrometeorological University

**METHODOLOGY FOR ASSESSING THE CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE IN  
THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Введение.** В последнее время актуальным является вопрос об изменении климата. Особое внимание уделяется Арктическим и Антарктическим территориям с многолетней мерзлотой. В Российской Федерации большие по площади территории занимают зоны многолетней мерзлоты и прилегающие к ним участки. За последние 10–15 лет наблюдаются последствия от изменения климата в Арктической зоне РФ в виде оттаивания мерзлых пород, что сказывается на многих сферах деятельности человека (см., например, [1]).

Тематика климатических изменений в Арктике интересует как с гидрологической точки зрения, так и геологической. Ведь многие полезные ископаемые (энергетические, благородные металлы и драгоценные камни) добываются именно в зонах многолетней мерзлоты или на территориях, прилегающих к ним. При освоении северных территорий РФ были построены несколько атомных станций, а на крупных реках и водотоках различные гидротехнические сооружения. В связи с оттаиванием многолетнемерзлотных грунтов, появилась необходимость гидрологических оценок и прогнозов для территорий, на которых находятся эти и другие гидротехнические сооружения.

Цель данного исследования заключается в оценке современного и сценарного гидрологического режима в районах крайнего севера.

**Методика оценки последствий изменения климата.** Методика основана на решении системы дифференциальных уравнений для начальных статистических моментов [2]:

$$\begin{aligned} -\bar{c}m_1 + \bar{X} &= 0, \\ -2\bar{c}m_2 + 2\bar{N}m_1 + G_{\bar{N}} &= 0, \end{aligned}$$

где  $m_1, m_2$  – первый и второй начальные моменты, характеризующие среднее значение и дисперсию величин;  $\bar{X}$  и  $G_{\bar{N}}$  – норма осадков и характеристика скорости изменения дисперсии этих осадков;  $\bar{c}$  – коэффициент обратный коэффициенту стока  $k$ , который можно связать с нормой температуры приземного воздуха  $\bar{T}$ , например, по формуле Тюрка  $k = 1 - \text{th}((300 + 25\bar{T} + 0,05\bar{T}^3) / \bar{X})$ .

Изменяя в соответствии с выбранным климатическим сценарием прогнозные (сценарные) значения норм осадков и температуры воздуха, можно получить оценку будущего гидрологического режима рассматриваемой территории (см., пример, [3]). Но самое главное то, что учет нормы температуры приведет к изменению коэффициенту стока, а значит, и к косвенному учету таяния многолетней мерзлоты.

**Исходные данные.** В качестве района для апробации методики были выбраны три района: один вблизи г. Билибино, второй район – г. Норильск и третий неподалеку от г. Архангельск. Недалеко от г. Норильска, в свое время, были открыты и сейчас разрабатываются месторождения Ni, Pd и Pt. А вблизи г. Билибино находится атомная и гидроэлектростанция. На северо-востоке от г. Архангельск месторождения алмазов. Для каждого района из двух первых было выбрано 2 реки с зональными площадями водосборов с 3 постами (см., рис. 1). Для г. Архангельск были выбраны 4 реки с площадями водосборов от 1000 до 10000 км<sup>2</sup> (см. рис. 2). Все основные гидрологические характеристики для текущего режима показаны в табл. 1.

Таблица 1 – Оценка текущего гидрологического режима

Река – пункт	Число лет наблюдений, годы	Гидрологические характеристики			Относительные ошибки, %	
		$Q_{ср.}$ , м <sup>3</sup> /с	$C_v$	$C_s$	$\epsilon_Q$	$\epsilon_{C_v}$
Малый Анной – пос. Илирней	42	60,5	0,24	0,46	3,74	11,2
Малый Анной – пос. Островное	37	175	0,25	0,55	4,08	11,9
Погынден – устье р. Инкуливеема	35	59,0	0,31	0,21	5,32	12,4
Норилка – пос. Валек	45	435	0,15	-0,96	2,32	10,5
Хантайка – исток	29	273	0,17	1,01	3,10	13,3
Хантайка – п. Снежногорск	37	583	0,18	0,04	3,04	11,8
Золотница – д. Верхняя Золотница	40	22,8	0,23	0,011	3,64	11,4
Сояна – д. Сояна	41	52,1	0,14	0,37	2,15	11,1
Кулой – д. Кулой	61	33,4	0,19	0,43	2,37	9,19
Немнюга – д. Совполье	27	24,6	0,16	0,005	3,04	13,7

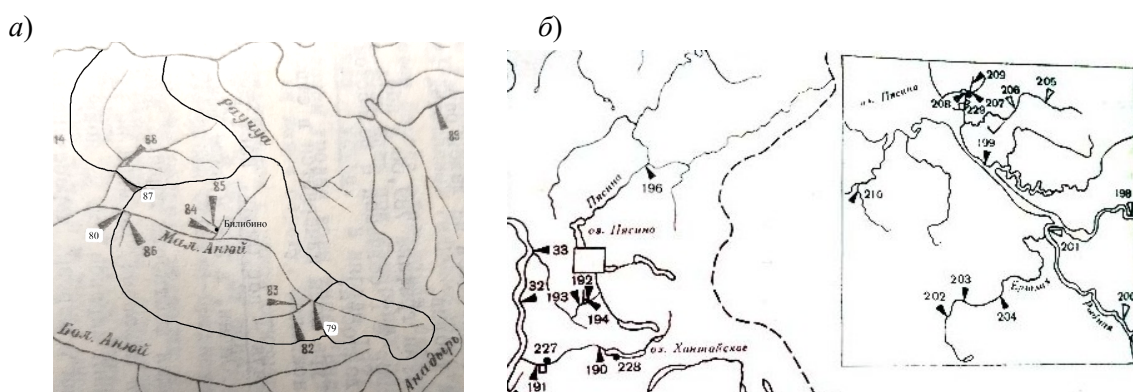


Рисунок 1 – Карта-схема гидрологических постов с границами водосборов  
 а: 79 – р. Малый Анной – пос. Илирней; 80 – р. Малый Анной – пос. Островное;  
 87 – р. Погынден – устье р. Инкуливеема; б: 199 – р. Норилка – пос. Валек,  
 190 – р. Хантайка – исток, 191 – р. Хантайка – п. Снежногорск

В обязательные расчеты входила проверка гидрологических рядов наблюдений на однородность с использованием параметрических критериев Фишера и Стьюдента. При проверке каждого ряда получены результаты, подтверждающие однородность рядов по дисперсии и по среднему значению.

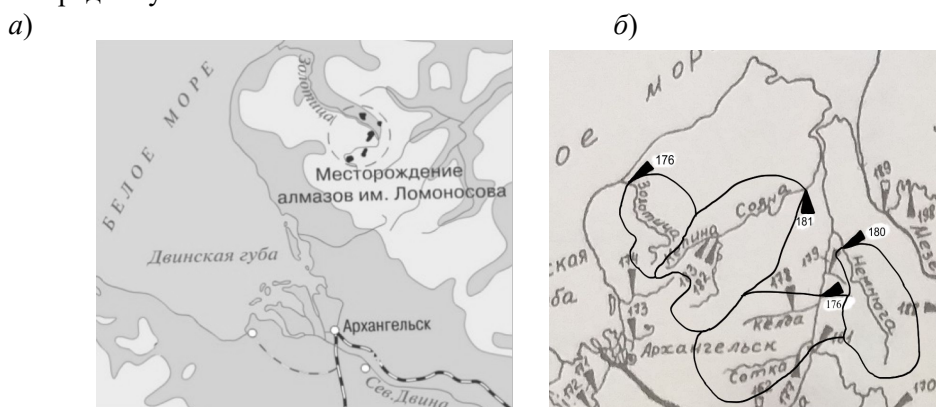


Рисунок 2 – Карта-схема месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова (а) и гидрологических постов (б) с границами водосборов:  
 176 – р. Золотница – д. Верхняя Золотница; 181 – р. Сояна – д. Сояна;  
 176 – р. Кулой – д. Кулой; 180 – р. Немнюга – д. Совполье

**Результаты исследования.** Для имитационных сценарных прогнозов были изменены значения норм температуры: норму температуры увеличили на 0,5 °С и 1,5 °С, норму осадков оставили неизменной для г. Билибино и г. Норильск. Результаты в отклонениях фактических значений от сценарных ( $\Delta = (\text{факт.} - \text{сцен.})/\text{факт.} \cdot 100\%$ ) представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Оценка сценарного гидрологического режима

Река – пункт	Температура увеличена на 0,5 °С		Температура увеличена на 1,5 °С	
	Δ нормы стока, %	Δ коэффициент вариации, %	Δ нормы стока, %	Δ коэффициент вариации, %
Малый Анной – пос. Илирней	38	-27	47	-37
Малый Анной – пос. Островное	22	-13	32	-22
Погынден – устье р. Инкуливеема	-48	18	-33	13
Норилка – пос. Валек	39	-28	46	-36
Хантайка – исток	27	-17	33	-23
Хантайка – п. Снежногорск	23	-14	29	-18

Из табл. 2 видно, что территория вблизи г. Билибино, почувствует изменение климата, если произойдет значительное увеличение температуры. Намного ощутимее произойдут изменения, если температура изменится хотя бы на 1 °С.

Район водосбора р. Хантайка реагирует меньше на изменения климата нежели район р. Норилка – пос. Валек, вблизи которого располагаются месторождения благородных и цветных металлов.

Для месторождений алмазов им. М.В. Ломоносова было выбрано 2 сценария.

В первом сценарии изменены значения норм температуры и осадков: норму температуры увеличили на 0,5 °С, а норму осадков увеличили и уменьшили на 30 %. Результаты в отклонениях фактических значений от сценарных ( $\Delta = (\text{факт.} - \text{сцен.})/\text{факт.} \cdot 100\%$ ) представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Оценка сценарного гидрологического режима

Река – пункт	Температура увеличена на 0,5 °С, осадки увеличены на 30 %		Температура увеличена на 0,5 °С, осадки уменьшены на 30 %	
	Δ нормы стока, %	Δ коэффициент вариации, %	Δ нормы стока, %	Δ коэффициент вариации, %
Золотница – д. Верхняя Золотница	22	1	80	-167
Сояна – д. Сояна	-10	16	71	-120
Кулой – д. Кулой	-25	22	60	-89
Немнюга – д. Совполье	-71	33	43	-59

Из табл. 3 видно, что территория, на которой расположено месторождение алмазов им. М. В. Ломоносова, почувствует существенное изменение климата, если произойдет увеличение температуры и уменьшение нормы осадков.

Во втором сценарии были изменены значения норм температуры и коэффициента стока: норму температуры увеличили на 0,5 °С и 1,5 °С, норму осадков оставили неизменной. Коэффициент стока увеличили на 20 % только у тех рек, где в верхнем слое водосбора почвогрунты песчаники и конгломераты, а именно река Золотница и Сояна. Реки Кулой и Немнюга на своих площадях водосбора в поверхностном слое приоритетно имеют аргиллиты и мергели. Здесь оттаивание будет происходить гораздо медленнее, поэтому коэффициент стока не увеличивали. Результаты в отклонениях фактических значений от сценарных представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Оценка сценарного гидрологического режима

Река – пункт	Температура увеличена на 0,5 °С,		Температура увеличена на 1,5 °С,	
	Δ нормы стока, %	Δ коэффициент вариации, %	Δ нормы стока, %	Δ коэффициент вариации, %
Золотница – д. Верхняя Золотница	67	-74	72	-88
Сояна – д. Сояна	51	-43	58	-54
Кулой – д. Кулой	19	-11	24	-15
Немнюга – д. Совполье	-12	6	-5	2

В табл. 4 видно, что территория, на которой расположено месторождение алмазов им. М. В. Ломоносова, почувствует изменение климата, если произойдет увеличение температуры и коэффициента стока.

**Выводы.** Сделано первое приближение к разработке методики учета таяния многолетней мерзлоты при оценке гидрологических последствий изменения климата. Получены результаты имитационной сценарной оценки для речных бассейнов, окружающих месторождения Норильска и Билибино, а также месторождение алмазов им. М. В. Ломоносова. Планируется разработка региональных формул связи коэффициента стока с климатическими характеристиками. Проанализировав результаты можно сказать, что реакция на изменения климата в двух первых регионах будет мало отличаться друг от друга. На территории водосборов реки Золотница и Сояна произойдут изменения климата куда более серьезные, нежели на территории г. Норильска и г. Билибино.

#### **Список литератур:**

1. Долгополова Е.Н. Роль многолетнемерзлых пород в формировании гидролого-морфологического режима устьев рек водосбора Северного Ледовитого океана // Арктика: экология и экономика, № 4 (32), 2018. – DOI: 10.25283/2223-4594-2018-4-70-85.
2. Методические рекомендации по оценке обеспеченных расходов проектируемых гидротехнических сооружений при неустановившемся климате / Под ред. В.В. Коваленко. – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 50 с.
3. Гайдукова Е.В. Фрактальная диагностика в моделировании гидрологических процессов. – СПб.: изд. «Астерион», 2017. – 98 с.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Е. В. Гайдукова

**ЛИСЕНКОВ С.А.**

Санкт-Петербургский государственный университет

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ НА ТУНДРОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ НА ПРИМЕРЕ ЯМБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**LISENKOV S.A.**

Saint Petersburg State University

### **THE USE OF BIOINDICATION METHODS IN ASSESSING THE IMPACT OF OIL AND GAS PRODUCTION ON TUNDRA LANDSCAPES ON THE EXAMPLE OF THE YAMBURG OIL AND GAS CONDENSATE FIELD**

В работе дана оценка экологического состояния окружающей среды при разработке нефтегазоконденсатных месторождений в Ямало-Ненецком автономном округе. Определены геохимические характеристики загрязнения почвы в зависимости от источников воздействия: сброс бурового шлама, пластовые воды и аэротехногенный перенос. Определены индикаторы изменений в экосистемах под влиянием антропогенной нагрузки. Показана роль методов биологической индикации в фиксации малозаметных изменений состояния окружающей среды.

**Введение.** За последнее десятилетие, в процессе интенсивного освоения нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ) севера Западной Сибири, естественные природно-территориальные комплексы (ПТК), подверглись многостороннему воздействию, что привело к существенному изменению свойств и связей между компонентами геосистем (Московченко, 2010; Опекунов и др., 2012; Лаверов и др., 2016).

Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) относится к активно развивающимся регионам с высокой степенью техногенного воздействия на окружающую среду. По данным на



27 января 2021 г. на территории автономного округа осуществляют производственную деятельность более 80 нефтегазовых предприятий, среди которых дочерние предприятия компаний "Газпром", НК "Роснефть", НОВАТЭК, "Газпром нефть", НК "Лукойл" и др. В 2020 году фактическая добыча углеводородного сырья составила: нефть — 36,6 млн т., добыча увеличилась на 6,7%; газ — 526,9 млрд м<sup>3</sup>, что на 13,3% меньше по сравнению с 2019 г.; конденсат — 23,3 млн т., произошло сокращение добычи на 1,3% (URL:Neftegaz.RU (дата обращения 05.02.2021 г.).

Специфические природные условия Севера обуславливают слабую устойчивость ПТК к антропогенному воздействию. Приоритетным вектором развития рационального природопользования в районах нефтегазодобычи ЯНАО в настоящее время является изучение всего спектра природных и антропогенных факторов, оказывающих влияние на ПТК. Так, например, экосистемы тундры крайне уязвимы перед процессами, связанными с добычей нефти и газа. Кроме того, уровень химического загрязнения при освоении нефтяных и газоконденсатных месторождений различается. Разработка последних и сопутствующий сброс шламовых вод приводит к малозаметным изменениям окружающей среды, которые плохо фиксируются при помощи существующих методов локального мониторинга, но оказывают локальное воздействие на функционирование компонентов геосистемы (Опекунова и др., 2020).

Одной из важнейших проблем становится своевременная оценка влияния загрязняющих веществ на состояние природной среды и контроль антропогенного воздействия. Именно на решение этой задачи нацелены методы биологической индикации (биоиндикации), т. е. использование хорошо заметных биологических объектов (индикаторов) для выявления компонентов сложнее наблюдаемых (индикатов), в качестве которых, и выступают различные загрязняющие вещества. К ряду очевидных плюсов для применения методов биоиндикационного анализа следует отнести их относительную дешевизну, удобство в использовании и информативность. Биоиндикация позволяет адекватно оценить уровень воздействия на среду, учитывая комплексный характер загрязнения. С ее помощью можно диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ и оценивать их значимость для всей системы в ближайшем и отдаленном будущем.

Целью исследования является оценка воздействия нефтегазодобычи на компоненты тундровых ПТК, с помощью методов биоиндикации на примере Ямбургского лицензионного участка НГКМ ЯНАО. Для достижения поставленной цели определены и решены следующие задачи: изучены ПТК Ямбургского лицензионного участка, проведены натурные исследования и отбор проб компонентов геосистем; выделены основные источники антропогенного воздействия и виды загрязнений при освоении ЯНГКМ ЯНАО; проанализирован химический состав почв и растений, проведен статистический анализ содержания загрязняющих веществ в компонентах ПТК на фоновых (природных) и контрольных (антропогенно-нарушенных) участках.

**Объемы и методы.** В основу проведенного исследования положены материалы, собранные коллективом научно-исследовательской группы ИНоЗ СПбГУ (руководитель М. Г. Опекунова) летом 2019 г. в ходе полевого этапа работ по производственному экологическому мониторингу (ПЭМ) и исследований по гранту РГО-РФФИ №17-05-41070 на территории НГКМ ЯНАО.

Подготовка проб, а именно сухое озоление 22 проб растений было проведено в лаборатории экологического мониторинга Института Наук о Земле СПбГУ, 65 проб *Cladonia alpestris*, *Ledum decumbens* - в аккредитованной лаборатории ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского. Дальнейший анализ осуществлен в аккредитованной лаборатории ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского. Химические элементы (ХЭ) — Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Pb, Zr, Ca, Al, Cd, Ba, Sr, Sc, Na, K, V. — определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе «ELAN-6100 DRC» с полным кислотным разложением проб по ПНД Ф 16.1:2.3:3.11—98. Анализ хлоридов, сульфатов, фосфатов и нитратов методом ионометрии (прямая потенциометрия), общий физико-химический анализ образцов, осуществлены в лаборатории геоэкологического мониторинга Института наук о Земле СПбГУ. При камераль-

ной обработке материалов использовались методы описательной статистики, парной корреляции Пирсона, факторный анализ методом главных компонент.

В работе приведены результаты изучения трех геоэкологических профилей Ямбургского месторождения: СКВ-224, СКВ-225 (нарушенные) и СКВ-228 (фоновый профиль) (рис.1). Проведен физико-химический анализ почвенных горизонтов, изучены показатели латеральной и радиальной дифференциации, рассчитаны коэффициенты концентрации ( $K_c$ ) как отношение содержания ХЭ на контрольном участке к фоновому.

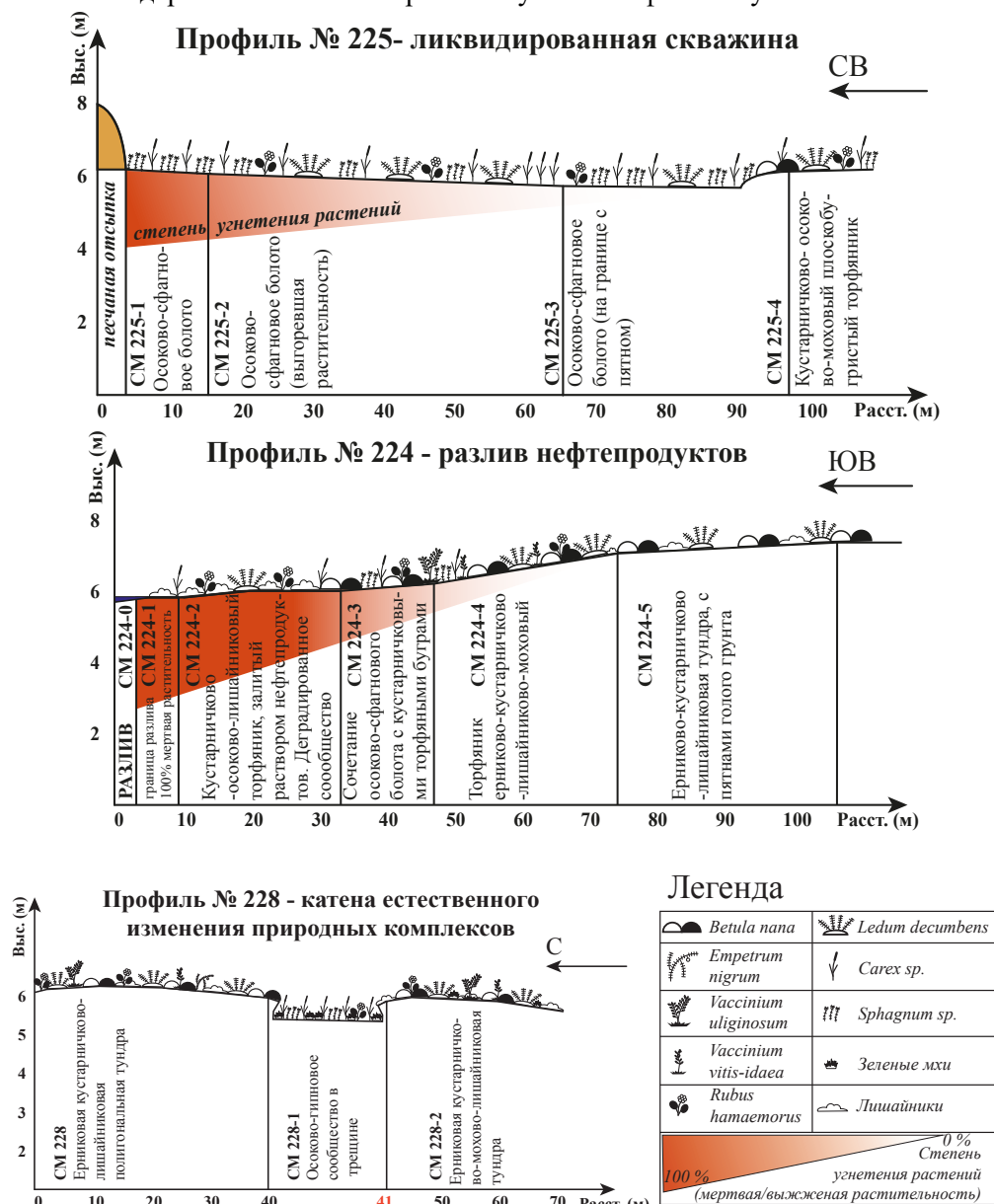


Рисунок 1 – Геоэкологические профили: вблизи скважины № 225, последствия ликвидации скважины; вблизи скважины № 224, последствия разлива шламовых вод; профиль скважины № 228, в 300 м. от отсыпки, фоновый участок (составлено автором)

**Результаты и обсуждение.** Границы тундровой зоны на территории исследования совпадают с территорией Ямальского полуострова. В основной массе растительность тундры представлена кустарничково-мохово-лишайниковыми сообществами. К основным видам, распространенным на территории, можно отнести представителей родов *Cladonia*, *Cetraria*, *Sphagnum*. В слаборазвитом травянистом покрове преобладают *Empetrum nigrum* L. – водяника, *Carex* L. – осока, *Eriophorum* L. – пушица, наиболее распространенный кустарник – *Betula nana* L. – карликовая береза.

Почвенный покров тундровой зоны отличается мозаичностью и комплексностью благодаря влиянию криогенных процессов. Основными чертами тундрового почвообразования, определяемыми всем комплексом биоклиматических условий, являются небольшая скорость разрушения и изменения почвообразующих пород; замедленное удаление продуктов выветривания и почвообразования из почвенной толщи; слабая дифференциация профиля по распределению ила и минеральных компонентов; оглеенность профиля; относительная замедленность разложения и синтеза органических веществ и, как следствие этого, образование грубогумусных горизонтов с значительным количеством легкорастворимых гумусовых соединений фульватной природы; существенная роль криогенных процессов в формировании морфологии и химических свойств почв. Тундровые почвы развиваются преимущественно на суглинистых и глинистых отложениях разного генезиса под кустарничково-моховой с ерником растительностью.

На станции мониторинга № 224 был заложен почвенный разрез прямо на границе разлива пластовых вод, содержащего раствор на углеводородной основе (РУО). Сброс пластовых вод на рельеф привел к растеплению грунта на этом участке и образованию, так называемого, пльвуна (рис. 2). Вода, находящаяся в глеевом горизонте в замороженном состоянии, перешла в жидкую фазу. Наличие мелких глинистых и коллоидных частиц при взаимодействии с водой приводит к тому, что горизонт ведет себя как тягучая жидкость. Подобное растепление грунтов в рамках обеспечения нефтегазовой отрасли негативно сказывается на экосистемах тундры. В связи с глобальным изменением климата это процесс может происходить в ускоренном режиме, нанося непоправимый ущерб среде. Ниже представлено описание разреза № 1 хемозема по тундровой торфяно-глеевой почве на суглинистых отложениях, изученного на станции мониторинга СКВ-224:

**Местонахождение:** ЯНАО, Надымский район, Ямбургский лицензионный участок, Ямбургская площадь, СМ СКВ-224, на границе разлива в 20 м. от песчаной отсыпки.

**Растительность:** Кустарничково-осоковое лишайниковое сообщество на торфянике, залитое раствором нефтепродуктов, деградированное.

Доминируют: *Ledum decumbens*, *Rubus chamaemorus*, *Cladonia alpestris*, *Sphagnum balticum* (100 % мертв.).

**Ох** 0-10 см. Имеет нефтяной запах. Органические остатки темно-бурого и черного цвета, хорошо разложившиеся. Наличие мелкозема и слабосцементированных частиц. Микросложение рыхлое, комковатое.

**Тх** 10-17 см. Черно-бурая окраска с расплывчатыми железистыми пятнами. Тяжелый суглинок. Горизонт характеризуется как бесструктурный. Видны подтеки из органического горизонта.

**Гх** 17-30 см. Сизо-серый цвет, материал не агрегирован. Микросложение компактное с единичными порами, вокруг которых формируются слабожелезненные кутаны ориентированной глины. Выражены вертикальные зоны с признаками пропитки подвижным органическим веществом. Бесструктурный.

Почва диагностирована как хемозем, загрязненный нефтепродуктами, Ва, Мп, Na, V, Sc и Pb по тундровой торфяно-глеевой почве на суглинистых отложениях.

Для сравнения физико-химических характеристик, приведено описание почвенного разреза №2 глеезема криогенно-ожелезненного, поверхностно-глеевого на суглинистых отложениях (станция мониторинга ПО 261):

**Местонахождение:** ЯНАО, Надымский район, Ямбургский лицензионный участок, Ямбургская площадь, СМ ПО 261, в 300 м. от песчаной отсыпки.

**Растительность:** Ерник мохово-лишайниковый на плоскобугристом торфянике. Доминируют: *Betula nana*, *Ledum decumbens*, *Cladonia alpestris*, *Sphagnum balticum*.

- O**      0-15 см.      Органические остатки бурого и темно-бурого цвета, разной степени измельчения и разложения. Микростроение очень рыхлое.
- Gcf**    15-17 см.      Кайма охристого цвета, характерной крупнозернистой структуры.
- GC**     17-40 см.      Голубовато-сизой окраски с расплывчатыми железистыми прожилками. Тяжелый суглинок. Бесструктурный, слабопористый, имеет компактное строение.

Почва диагностирована как глеезем криогенно-ожелезненный, поверхностно-глеевый на суглинистых отложениях (рис. 3).



Рисунок 2 – Растепление мерзлых пород грунта и образование плывуна (фото автора)



Рисунок 3 – Органогенный горизонт с растительными остатками разной степени разложения (фото автора)

Наибольшую опасность для компонентов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В их составе содержится широкий спектр веществ минеральной и органической природы, оказывающих негативное и токсическое воздействие на окружающую среду (Капелькина и др., 2013).

На этапе эксплуатации основными источниками техногенного воздействия на компоненты ландшафтов служат шламовые амбары и сброс пластовых вод на земную поверхность при технологических операциях на скважинах (рис.4). В штатном режиме функционирования бурового комплекса существенного негативного воздействия на почвы и подземные воды не наблюдается. Однако, в аварийных ситуациях (например, сброс шлама при рекультивации мест размещения отходов) или при размыве стенок амбаров в весенний период возрастает риск попадания шламовых отходов в компоненты окружающей среды. Кроме того, при возникновении нештатных ситуаций, может происходить «сброс на рельеф», при котором отходы от буровых работ вместо шламовых амбаров поступают непосредственно на земную поверхность вблизи буровой площадки.

Сброс пластовых вод без их тщательной очистки в открытые водные объекты, поступление их в окружающую среду (почвы), может привести к полному уничтожению флоры и фауны, нарушению функциональных связей между компонентами окружающей среды. Поэтому извлеченную на поверхность пластовую воду необходимо как можно лучше отделить



от нефти и закачать ее снова в пласт через нагнетательные или специально пробуренные поглощающие скважины.



Рисунок 4 – Последствия загрязнения пластовыми водами «сброс на рельеф» тундрового (а) и северотаёжного (б) сообществ (фото автора)

Как показали результаты исследований, при загрязнении отработанными буровыми растворами отмечается подщелачивание почвенных растворов, возрастание концентрации нефтяных углеводородов, фенолов, хлоридов, сульфатов и фосфатов, а также Ва, Мп, Ni, Fe и Na в компонентах ландшафтов (табл. 1). Индикаторами поступления пластовых вод в окружающую среду служат фенолы, хлориды, Na и Ва.

Таблица 1 – Величина pH и среднее валовое содержание химических элементов в горизонтах почв нарушенных (225, 224) и ненарушенного (228) профилей (мг/кг)

Показатели	pH	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Zr	Cd	Ba	Pb	Mn	K	Ca	Na	Fe	
<b>Ямбургский ЛУ</b>	<i>Органогенный горизонт (O+TO)</i>																		
фон (n=3)	4,3	3,5	23	21	2,2	5	4	11	132	31	0,031	572	8,3	176	16623	9476	8730	6673	
Контроль (n=9)	4,7	5,1	41	33	6,4	13	8	26	114	42	0,084	542	9,8	240	11843	5547	8925	20885	
<b>Ямбургский ЛУ</b>	<i>Иллювиальные (минеральные) горизонты (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>)</i>																		
фон (n=3)	4,5	3,4	33	30	3,4	8	9	26	166	55	0,107	293	27,6	121	9515	6381	6133	14933	
Контроль (n=9)	4,6	4,1	32	27	5,9	10	6	24	116	58	0,125	1215	11,7	215	12033	5261	7721	12613	
<b>Показатели</b>	<b>pH</b>	<b>Sc</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Sr</b>	<b>Zr</b>	<b>Cd</b>	<b>Ba</b>	<b>Pb</b>	<b>Mn</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	
<b>K<sub>c</sub> (орг. г-нт)</b>		1,5	1,8	1,6	2,9	2,9	2,3	2,3	0,9	1,1	2,7	0,9	1,2	1,4	0,7	0,6	1,0	3,1	
<b>K<sub>c</sub> (мин. г-нт)</b>		1,2	1,0	0,9	1,7	1,2	0,7	0,9	0,7	1,0	1,2	4,4	0,4	1,8	1,3	0,8	1,3	0,8	
<b>ОДК (ГН 2.1.7. 2511-09)</b>					–	40	66	110			1,0		65	–				–	
<b>Региональный геохимический фон (Опекунова и др. 2019)</b>	<i>Органогенный горизонт (O)</i>																		
		3,8	21	19	4	9	8	35	73	–	0,350	224	13	240					8790
	<i>Иллювиальный горизонт (B)</i>																		
		6,7	51	36	7	10	8	26	115	–	0,063	420	9	220					15600
<b>Региональный геохимический фон (Опекунова и др. 2019)</b>	<i>Торфяники</i>																		
		1,0	8	8	2	6	6	18	20	–	0,250	65	5	50					4890

Таким образом, природные комплексы изученных территорий обладают слабой способностью к самоочищению, в связи с низкими скоростями латеральной миграции.

Наиболее губительно на этих ПТК сказывается засоление почв, имеющее место при сбросе пластовых вод и аварийных разливах отработанных буровых растворов на рельеф. В тундровых сообществах это приводит к загрязнению тяжелыми металлами, биогенными веществами, хлоридами и сульфатами, в первую очередь, почвенных и грунтовых вод, а также приводит к их подщелачиванию.

В целом кислые условия среды определяют активную латеральную миграцию перечисленных поллютантов и вынос их за пределы участка загрязнения. Радиальная миграция имеет значение только для хорошо растворимых анионов и катионов. При оценке воздействия в результате производства буровых работ на территории тундры и лесотундры наибольшую значимость имеют грунтовые и особенно почвенные воды.

В целом, воздействие добычи углеводородов приводит к малозаметным изменениям окружающей среды, фиксация которых требует адекватных методов исследований при оценке влияния нефтегазодобычи на тундровые сообщества, основанных на законах миграции и аккумуляции химических веществ в окружающей среде и учете катенарной структуры ландшафтов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-29-05081.*

#### **Список литературы:**

1. Авессаломова И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
3. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов (Ландшафтно-геохимические процессы). М., 2007.
4. Добровольский В. В., Основы биогеохимии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. М., 2003.
5. Капелькина Л. П., Чугунова М. В., Бардина Т. В., Малышкина Л. А., Герасимов А. О., Оценка токсичности буровых шламов // Токсикологический вестник 6. 2013.
6. Король В.В., Позднышев Г.Н., Манырин В.Н. Утилизация отходов бурения скважин / Экология и промышленность России, №1, 2005.
7. Кукушкин С.Ю. Индикаторы антропогенной нагрузки на природно-территориальные комплексы при освоении нефтегазоконденсатных месторождений севера Западной Сибири: Автореф. дисс.к. г. н. СПб, 2016.
8. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Лисенков С.А./ Элементный состав почвенных вод севера Западной Сибири и его изменение под влиянием нефтегазодобычи/ В сборнике: ЧЕТВЕРТЫЕ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. ГИДРОЛОГИЯ ОТ ПОЗНАНИЯ К МИРОВОЗЗРЕНИЮ. сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова. Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2020.
9. Лаверов Н.П., Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Фундаментальные аспекты рационального освоения ресурсов нефти и газа Арктики и шельфа России: стратегия, перспективы и проблемы. Арктика экология и экономика № 2 (22), 2016.
10. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Кукушкин С. Ю., Ганул А. Г. Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в ЯНАО // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7: Геология, география. 2012.
11. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений: учеб.пособие. СПб: Изд-во С.-Петербург. гос. ун-та. 2016.
12. Информационное агентство «Neftegaz.ru», статья от 27.01.2021; URL: Neftegaz.RU (дата обращения 05.02.2021)
13. Самойлова Г. С., Чистякова Н. Ф. и др. ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ // Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2018); URL:<https://bigenc.ru/geography/text/4926339> (дата обращения: 20.02.2021)

**Научный руководитель:** д.г.н., профессор М.Г. Опекунова

**МАТВЕЕВА Ю.Г.**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

**ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И  
ОЦЕНКА РИСКА РАЗЛИВА КИСЛОГУДРОННЫХ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ (НА  
ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ОПНМЗ ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА)**

**MATVEEVA J.G.**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

**ISSUES OF ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY AND ASSESSING THE  
RISK OF SPILLAGE OF ACID-HADRON STORAGE PONDS (ON THE EXAMPLE OF  
THE TERRITORY OF THE D. I. MENDELEEV OPNMZ)**

В работе предлагается оценка экологической безопасности, основанная на анализе риска разлива кислородных прудов-накопителей путем определения уровня опасности аварии и уязвимости ГТС на территории ОПНМЗ им. Д. И. Менделеева.

Актуальность исследования обусловлена непрерывным увеличением прудовых кислотных гудронов, в связи с повышением роли нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей в промышленном секторе мировой экономики. На территории ОПНМЗ им. Д. И. Менделеева в г. Ярославле ориентировочный объем складированных кислотных гудронов составляет около 500 тыс. тонн [1]. Большинство сернокислых гудронов складированы в земляных котлованах, обнесенные грунтовыми плотинами, которые были спроектированы в 1930 годах и постепенно утрачивают свои конструктивные функции. Вследствие старения и износа наступает разрушение материала конструкции, что повышает риски разливов прудов-накопителей. В связи с этим, необходимо четко и своевременно прогнозировать риски возможных разливов прудов-накопителей кислотных гудронов, внедрять новейшие технологии утилизации, тем самым сохраняя экологически безопасную обстановку на производственном комплексе.

Цель исследования заключалась в расчёте возможных рисков разлива кислородных прудов-накопителей, путем оценки риска аварии на гидротехническом сооружении на территории ОПНМЗ им. Д. И. Менделеева. Исходя из поставленной цели, был определен ряд задач:

- Изучение физико-химических и токсикометрических характеристик основного экотоксиканта, входящего в состав кислотных гудронов.
- Определение территории с небольшим риском разлива кислородного отхода из прудов-накопителей.
- Охарактеризовать гидротехническое сооружение, ограждающее пруды-накопители на территории ОПНЗ Менделеева г. Ярославль
- Провести анализ возможных сценариев возникновения и развития аварий на гидротехнических сооружениях
- Вычислить интегральную оценку риска аварии на ГТС
- На основании проделанной работы предложить мероприятия по снижению риска аварий и меры по повышению качества экологической безопасности.

В ходе работы были определены два основных сценария развития аварии на ГТС. К первой группе сценариев относились случаи аварийного переполнения пруда-накопителя через гребень грунтовой плотины в паводок, вследствие экстремальных ливневых осадков и ураганного ветра, способствующего формированию волны перелива через ограждающую дамбу. Следствием перелива является размыв участка плотины, образование прорана в теле плотины, волна прорыва и затопление нижнего бьефа.

Во второй группе сценариев были рассмотрены случаи локального разрушения участка грунтовой плотины вследствие возможной потери статической устойчивости плоти-

ны или фильтрационной прочности грунтов тела. Данные нарушения могут привести к переливу в зоне локального понижения гребня на разрушенном участке плотины. Следствием перелива будет дополнительный размыв разрушенного участка плотины, образование прорана, волна прорыва и затопление нижнего бьефа.

Оценка риска аварии по заданным сценариям производилась на основании анализа уровня опасности аварии и уровня уязвимости ГТС. Расчеты проводились с учетом ГОСТ Р 22.2.09-2015 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений» [2].

Оценка риска аварии производилась на основании анализа уровня опасности аварии и уровня уязвимости ГТС. Для оценки уровня риска аварии вначале рассчитывался коэффициент риска на основе принципа пересечения этих событий, т.е.:  $r_a = \lambda * v$ , где:  $\lambda$  - коэффициент опасности для ГТС;  $v$  - коэффициент уязвимости ГТС, которые были определены исходя из предложенной методики расчета.

$$R_a = 0,725 * 0,933 = 0,676$$

Классификация уровня безопасности ГТС по значению коэффициента риска аварии  $r_a$  определялся по таблице № 1.

Таблица 1 – Классификация уровня безопасности ГТС по значению коэффициента риска аварии

Уровень безопасности ГТС	Коэффициент риска аварии, $r_a$
Нормальный уровень безопасности	не более 0,15
Пониженный уровень безопасности	свыше 0,15, но не более 0,3
Неудовлетворительный уровень	свыше 0,3, но не более 0,5
Опасный уровень безопасности	свыше 0,5

На основании расчета коэффициентов риска оценивалась вероятность возникновения аварии  $P_a$  (ГТС):

$$P_a(\text{ГТС}) = 0,5 * \operatorname{erfc}\left(\frac{\beta \ln\left(\frac{r_a}{r_k}\right)}{\ln\left(\frac{r_{\text{доп.}}}{r_k}\right)}\right)$$

Где:  $\operatorname{erfc}(x)$  -вероятностная функция, значения которой приведены в расчётной методике,  $r_k$  - катастрофическое значение коэффициента риска ( $r_k = 1$ );  $r_{\text{доп.}}$  - допустимое значение коэффициента риска, выше которого не обеспечивается нормальный уровень безопасности ГТС ( $r_{\text{доп.}} = 0,15$ );  $\beta$  - коэффициент вероятности, зависящий от класса гидротехнического сооружения

$$x = \frac{1,80 \ln\left(\frac{0,676}{1}\right)}{\ln\left(\frac{0,15}{1}\right)} = (-0,702)/(-1,897) = 0,370$$

Оценка уровня риска по вероятности возникновения аварий на ГТС проводилась с учетом таблицы № 2.

Таблица 2 – Классификация уровня риска по значению вероятности аварии ГТС

Класс сооружений	Приемлемый (допустимый) уровень риска	Условно приемлемый уровень риска	Повышенный уровень риска	Недопустимый уровень риска
	$P_a$ (ГТС), 1/год	$P_a$ (ГТС), 1/год	$P_a$ (ГТС), 1/год	$P_a$ (ГТС), 1/год
I	менее $5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5} \div 7 \times 10^{-3}$	$7 \times 10^{-3} \div 7 \times 10^{-2}$	более $7 \times 10^{-2}$
II	менее $5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-4} \div 2 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^{-2} \div 0,12$	более 0,12
III	менее $3 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-3} \div 4 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-2} \div 0,16$	более 0,16
IV	менее $4 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-3} \div 5 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2} \div 0,18$	более 0,18

В результате произведённых расчетов был найден коэффициент риска аварии ( $r_a=0,676$ ) и уровень риска аварии на грунтовой плотине IV класса разделяющей кислородные пруды накопители ( $P_a=0,3004$  1/год). Оба значения соответствуют неудовлетворительному уровню безопасности и недопустимому уровню риску на гидротехническом сооружении.

При полученных значениях дальнейшая эксплуатация сооружения в проектном режиме недопустима без проведения технических и организационных мероприятий по сниже-



нию риска аварий и восстановлению приемлемого уровня безопасности на производственном комплексе.

В качестве первоочередных мероприятий необходимо:

- По результатам оценки соответствия провести поверочные гидрологические и водобалансовые расчеты.
- При необходимости, разработать проект технических решений по пропуску дополнительных расходов и/или мероприятий по особому регулированию воды в реке Печегда в предпаводковые и паводковые периоды эксплуатации.
- По результатам оценки соответствия, при необходимости, разработать проект и произвести строительные-монтажные работы по изменению и/или усилению конструкций водосброса.
- Выполнить работы по устранению выявленных провалов, размывов и деформаций грунта в зоне примыкания к бетонным конструкциям водосброса.
- Обеспечить обучение работников в соответствии с их штатными обязанностями, в том числе на курсах повышения квалификации.
- Разработать и утвердить в установленном порядке план ликвидации аварийных ситуаций (ПЛА).

**Список литературы:**

1. Дворянинов Н.А., Зорин А.Д., Каратаев Е.Н., Занозина В.Ф. Новые технологические решения для переработки кислых гудронов и нефтешламов в товарные нефтепродукты / Рециклинг отходов.2007. № 4 (10). С. 12–15.
2. ГОСТ Р 22.2.09-2015. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. Общие положения [электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://beta.docs.cntd.ru/document/1200127764> Дата обращения: 20.10.2020

**Научный руководитель:** д.б.н., с.н.с., профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность» института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Гагарина Ю.А., О.М. Антонова

**НИКИФОРОВА З.В.**  
Астраханский Государственный архитектурно-строительный университет  
(ГАОУАОВО«АГАСУ»)  
Астраханский государственный технический университет  
(ФГБОУ ВО "АГТУ")

**ОСОБЕННОСТИ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ ВОЛГИ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА НА ГИДРОЛОГО-  
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.**

**NIKIFOROVA Z. V.**  
Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering  
(GAOUASVO"AGASU")  
Astrakhan State Technical University  
"FGBOU VO" ASTU"

**FEATURES OF THE VOLGA ESTUARY REGION AND ASSESSMENT OF THE  
IMPACT OF THE USE OF WATER RESOURCES IN THE REGION ON  
HYDROLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES**

Знаменитая русская река Волга ветвится на многочисленные реки, протоки, рукава, образуя обширную дельту. Еще в середине прошлого века точных описаний о границах дельты Волги у исследователей не имелось и многие ученые в своих трудах просто разделяли территорию на две части надводную и подводную. В надводной части в свою очередь выделяли собственно дельту и западные подступные ильмени [2]. Западные и восточные подступные ильмени обычно целиком включаются в границы дельты [1]

Изменение устьевой области р. Волга, затрагивает большую часть Астраханской области, которая расположена в засушливой юго-восточной зоне Европейской части России. Она граничит на востоке с пустынями Средней Азии, которые ослабляют смягчающее влияние Каспийского моря на климат. Несмотря на разливы обильного волжского паводка, на близость Каспийского моря и на его климатически формирующее влияние, районы дельты и ильменей относятся в климатическом отношении к полупустыням и характеризуются континентальностью.

Разнообразие физико-географических условий определяют развитие территории в пустынно степную зону.

Рассматривая в целом рельеф Нижнего Поволжья, мы видим неоднородность ландшафтов, от степного до болотного, от пустынь и до лесов. Леса и деревянистая растительность распространены по берегам рек, ериков и стариц. Образовывая узкие и густые полосы деревьев придавая берегам живописный вид. При отдалении от воздействия речной зоны (где влияние паводка незначительно или совершенно исключено, луговая растительность постепенно уступает место степным и пустынным формам.[2]

По берегам водоемов при своем разнообразии и многочисленности водные растения способствуют заилению ильменей ериков протоков определяя их дальнейшую эволюцию в сторону осушения.[3]

В западной части особенностью является наличие в Прикаспийской низменности большого бэрзовских бугров количества бугров. Большая часть, которых встречается в районе западных подступных ильменей, в восточной части их гораздо меньше и почти нет в центральной дельте. В межбугровых котловинах, в наиболее пониженной части рельефа, встречаются ильмени, соединяемые между собой ериками. Тем самым бугры создавали лабиринты ериков, ильменей протоков определяя специфический характер рельефа в начале прошлого столетия. Возможно, именно эта особенность предопределила развитие рельефа, представляя собой чередование бугров и межбугровых понижений, способствовало образованию солёных озёр, так как котловины являются удобным местом для приёма и накоплению солей. Кроме

того солевому накоплению способствует жаркий климат, интенсивное испарение, а также соленосные подстилающие породы.[5]

Большинство ериков, именных водоемов, и речек питались за счет волжской воды в период половодья. Если рассматривать уменьшение стока и, как следствие уменьшение водного питания, приводящие к обмелению и высыханию водоемов, сокращению величины площади его распространения, постепенному снижению уровня грунтовых вод. Результатом может быть увеличение солёности воды. Современный процесс развития дельты характеризуется интенсивным формированием суши.

Рассматривая антропогенное воздействие и как следствие изменение рельефа с середины XX века, необходимо учесть развитие сельского хозяйства, возможно, оно сыграло немаловажную роль в новом рельефе Прикаспийской низменности.

В районе западных подстепных ильменей имелись благоприятные условия для развития сельскохозяйственного производства. Огромные запасы плодородного ила, приносимые водами Волги, теплый климат, обилие солнечного света и воды позволяют выращивать множество различных овощей. Именно для этого была запущена программа мелиорации, специального землеразделения.

Сельское хозяйство в низовьях Волги развивалось своеобразных почвенно-климатических условиях и требовало особого подхода в мелиорации.

В первую очередь, на сельскохозяйственное производство оказывало влияние паводковые разливы Волги. Для защиты от затопления посевных площадей применялось обваловка, обнесение затопляемых участков дамбами и водоогородительными валами. Обваловка начиналась с участков от 100 до 500 гектаров. Перед возведением водоогородительного сооружения проводился анализ и выбирались лучшие и наиболее удобные массивы, учитывая требования механизации и возможности, наиболее удобные для орошения обвалованных участков.[6]

Важной проблемой при использовании обвалованных участков являлась также борьба с засолением почвы. Наиболее благоприятные условия для проявления вторичного засоления, создаются в случаях, когда обвалованию подвергаются мелкие участки. Однако в районе подстепных ильменей и крупные участки обвалованные участки также подвержены вторичному засолению, так как одним из важнейших источников засоления являются здесь соли, вымываемые из каспийских отложений бэровских бугров.

Увеличение площади обвалованной территории в районе подстепных ильменей не решило проблему засоления. Помимо обваловывания, в начале XX века было также распространена, с целью борьбы с засолением, так называемая система «водяного пара», сущность которого состояла в затоплении ильменей и других займищных участков на срок от одного года до двух лет. Но система «водяного пара» не только не приносила пользы сельскохозяйственному производству, но наоборот, оказывала вред, т.к. как при этом лучшие земельные угодья превращаются в бросовые земли в результате зарастания их тростником и другими трудно искореняемыми сорняками. «Водяной пар» оказывал отрицательное влияние и на прилегающие к нему соседние земли с плодородными почвами, способствуя усилению процесса вторичного засоления и заболачивания в силу резкого подъема к поверхности грунтовых вод. По указанным причинам «водяной пар», как средство борьбы с засолением обвалованных участком был отвергнут. Наиболее эффективным способом для предотвращения засоления были признаны систематические и правильно рассчитанные промывки. При наличии близко стоящих к поверхности засоленных грунтовых вод проводили закладку искусственного дренажа. Хорошим средством борьбы с засолением также считалось рисосеяние, сочетающие в себе получение урожая риса и промывку засоленных участков.[4]

Техника полива, внедрение временных оросителей вместо постоянных и планировка, обоснование агротехнических мероприятий, которые не учитывали своеобразие климатических условий района местности заложили основу для изменения рельефа Нижнего Поволжья.

Представленные карты 1942 и 2020 гг. на рисунках 1 и 2 наглядно показывают изменения в гидроморфологическом плане дельты Волги.

Работа по исчислению изменений только началась, но уж е можно сказать что Ильмень Каруль, Аззы- Куль, Большой, Шанбаша, Бексас, Табеч,Байрам –Али (более 50000 га),

ерик Черный, Карысы, Кара-су по предварительным подсчетам (более 50 км) были осушены и введены в сельскохозяйственный оборот. Уменьшение длины ериков Тимошкин, Жилой, Щучий привело теперь к их обмелению и высыханию. Планируется исследование их границ с учетом различных гидрологических условий.

Рельеф изменился и, что стало первоочередной причиной этого сказать сложно. Однако ясно, что именно совокупность антропогенного воздействия при регулировании стока реки Волги, и решение увеличения посевных площадей за счет земель подстепных ильменей привело к иссушению и опустыниванию большей части дельты. Как видно из научных трудов 60-х годов прошлого века именно в благих целях велось осушение и обваловка водоемов, для уменьшения засоления почв. Природные условия и климат все равно сделали свое дело.

Влияние водохозяйственной деятельности в бассейне р. Волги отразилось, прежде всего в значительном и уже необратимом изменении режима стока, а также в соответствующих изменениях режима уровня и разлива дельты. Существенно сократился объем, продолжительность и высота весенне-летнего половодья, что привело к соответствующему уменьшению обводнения дельты и сокращению системы водоемов, особенно в районах подстепных ильменей.



Рисунок 1 – Фрагмент Немецкой карты окрестностей Астрахани 1942 г.

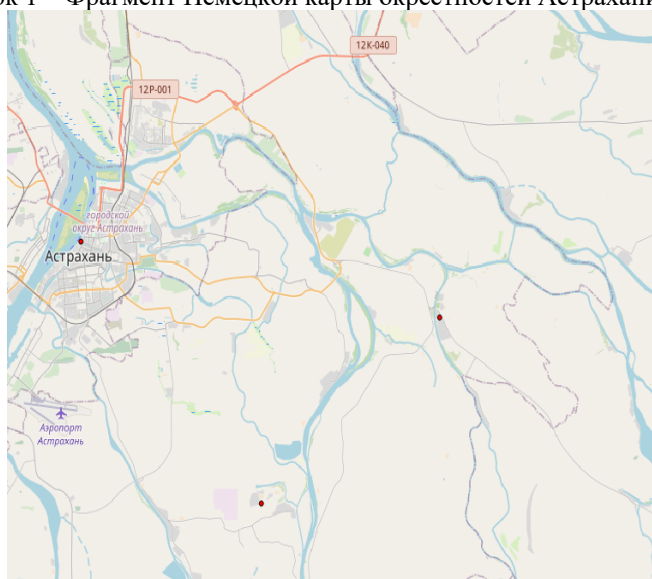


Рисунок 2 – Фрагмент карты Google 2020 года

Современная структура гидрографической сети устьевой области Волги, ее динамика и соответствующее распределение и тенденция перераспределения стока отражают преимущественно естественные закономерности развития дельты. В формировании будущей структуры гидрографической, прежде всего, русловой сети устьевой области Волги и будущего характера взаимодействия дельты и моря, решающее влияние будет оказывать буферная зона. Морфологическое строение, особенно западной ее части определяет более благоприятные условия для естественного саморазвития стоковых ложбин и искусственных каналов в крупные магистральные рукава. В восточной части отмельной зоны такой процесс мало вероятен.

#### **Список литературы**

1. Берг С. Л. Основные черты морфологии дельты Волги [Журнал]. - Ленинград : Тр. Гос. океанографического института, 1950, с. 24 г.. - 18(30).
2. Валеденский В.В. Дельта реки Волги. [Журнал]. - Тифлис : Тр. отдела торговых портов, 1930, с. 72 г.. - Т. 1.
3. Евдокимова Т.Н. Корнеева К.И. Почвы западной части р. Волги и района Придельтовых ильменей [Книга]. - Москва : Московский университет, 1958; 24-25с.. - Т. 1.
4. Кувшинов И С Развитие сельского хозяйства Волго-Ахтубинской зоны [Книга]. - Москва : [б.н.], 1952, 2-5с.
5. Краснова Н.С. Образование отложений дельты Волги [Журнал]. - Ленинград : Тр. Гос. Океанографич. ин-та, 1951, с 57 г.. - 18(30).
6. Рогов М.М. Скриптунов Н.А. Некоторые гидролого -морфологические особенности устьевой области Волги и их влияние на пути рационального использования водных ресурсов региона [Журнал]. - Москва : Гидрометеиздат, 1984, 7ст г.. - 172.

**Научный руководитель:** д.г.-м.н., профессор, доцент ВАК Н.Н. Гольчикова

**ОБЕРЕМОК И.А.**

Томский политехнический университет

### **ТРАНСПОРТ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ**

**IRINA A. OBEREMOK**

Tomsk Polytechnic University

### **TRANSPORT AND TRANSFORMATION OF ORGANIC CARBON IN THE EASTERN PART OF THE LAPTEV SEA SHELF**

Рост средней температуры в арктических и субарктических широтах провоцирует деградацию наземной и подводной мерзлоты. Дестабилизация многолетнемерзлых толщ провоцирует высвобождение и экспорт больших объемов наземного органического углерода (ОУ). Через процессы береговой эрозии и возрастающего речного стока ремобилизованный ОУ вовлекается в современный биогеохимический цикл и, как следствие, оказывает значительное влияние на климатическую систему региона [2, 4, 5]. Возрастающая роль наземного углерода в арктической экосистеме может привести не только к изменению биогеохимического и седиментационного режимов арктических морей, но также и к серьезным экологическим последствиям (смещение карбонатного равновесия, асидификация вод за счет окисления поступающего ОУ, возрастающая эмиссия парниковых газов) [1, 4, 5].

По предварительным оценкам, только в результате береговой эрозии на Восточно-Сибирский арктический шельф экспортируется порядка  $44 \pm 10$  Мт наземного ОУ [6]. Понимание источников и алгоритмов трансформации поступающего ОУ – это ключевое звено в осознании современного биогеохимического цикла углерода в Арктике.

Регион исследования – море Лаптевых – это самое мелководное шельфовое море Арктики, 53% площади которого занимают глубины менее 50 м. Лаптевоморский регион имеет уникальное тектоническое положение, находящееся на сочленении крупнейших структурных элементов: Сибирского кратона, Центрально-Таймырского аккреционного пояса, ветвей Верхояно-Чукотской покровно-складчатой системы и хребта Гаккеля. Геологического строение Лаптевского шельфа представлено рифтогенной структурой террасированных грабен и горстов, испытавших сдвиговые деформации [8].

Море Лаптевых является гетеротрофной биогеохимической провинцией с низкой первичной продуктивностью, где основным источником ОУ служит эродирующий береговой ледовый комплекс и речной сток р. Лены. В данном контексте район исследования – профиль, пересекающий западную часть моря Лаптевых от губы Буор-Хая до зоны внешнего шельфа – является репрезентативным полигоном для отслеживания судьбы поступающего наземного ОУ.

Цель исследования – характеристика органического вещества (ОВ) поверхностных донных осадков моря Лаптевых и оценка изменчивости состава и источников ОВ по профилю «прибрежная зона – внешний шельф», а также по глубине захоронения.

В работе проанализированы 28 парных образцов донных осадков (горизонт 0-2 см и 2-5 см) из 14 точек, отобранных в экспедиции на борту НИС «Академик М. Келдыш» в сентябре 2018 года (Рисунок 1). Был произведен комплекс исследований, включающий гранулометрический анализ (метод лазерной дифракции с применением анализатора SALD-710, «Shimadzu»), пиролиз в режиме «Reservoir» (Rock-Eval 6 Turbo, VINCI Technologies; температурная программа: старт нагрева образца – 180 °С, выдержка 10 мин, далее нагрев до 650 °С со скоростью 25 °С/мин) и ГХ-МС (Agilent 7890В (GC) – Agilent Q-TOF 7200 (MS)) для определения молекулярного спектра n-алканов и изопреноидов пристана и фитана.

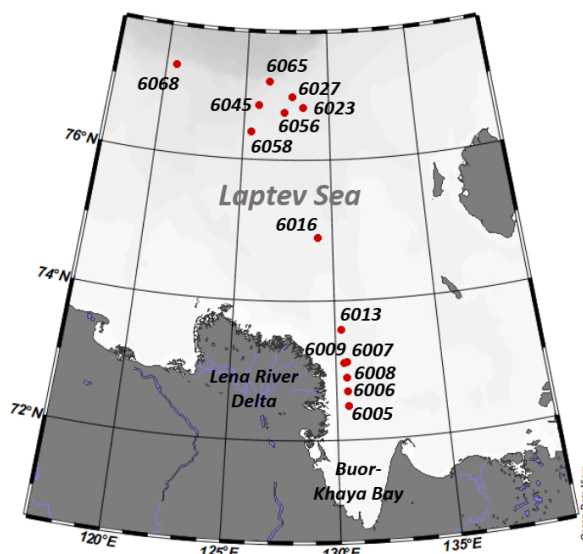


Рисунок 1 – Станции точек отбора проб донных осадков

По данным пиролиза, содержание общего органического углерода (ТОС) для горизонта 0-2 см варьируется от 0,4 до 2,71 % при генерации свободных низкомолекулярных углеводородов  $S_1$  от 0,11 до 0,73 мг/г осадка. Для горизонта 2-5 см наблюдается уменьшение на 5-15% значений ТОС (вариация от 0,51 до 2,45 %) при одновременном повышении  $S_1$  на 5 – 20% (0,16 – 0,84 мг/г осадка) в большинстве образцов. Преимущественно более высокое процентное содержание ТОС и  $S_1$  приходится на прибрежную зону для двух горизонтов.

Содержание относительно термолabileльных соединений, обогащенных водородом – биополимеров ( $S_2$ ) – лежат в пределах 0,67 – 2,92 мг/г, а керогеновой кислородосодержащей органики или геополлимеров ( $S_3$ ) – от 1,18 до 5,4 мг/г для горизонта 0-2 см [7]. Горизонт 2-5 характеризуется значениями  $S_2$ , варьирующимися от 0,49 до 3,35 мг/г и  $S_3$  от 1,07 до 4,8 мг/г. Для данных показателей не выявлено закономерных изменений с глубиной.

Отношение водородного и кислородного индексов  $HI/OI < 1$  указывают на 2 и 3 типы ОВ (в соответствии с классификацией керогена для нефтематеринских пород), что соответствует планктоногенному и наземному происхождению ОВ [3]. Для большинства образцов значения  $OI$  уменьшаются с глубиной, что говорит о более интенсивных процессах окисления в поверхностном горизонте.

По значениям  $T_{peak}$  образцы группируются на два кластера: с относительно низкими (от 372 до 401°C) и высокими значениями (от 457 до 492 °C). Пониженные значения  $T_{peak}$  (в купе с более высокими значениями  $HI$ ) соответствуют зоне внешнего шельфа, а высокие – прибрежной зоне. Данная дифференциация может быть маркером разных источников ОВ как по типу исходных продуцентов, так и по степени его диагенетической преобразованности.

Осадки преимущественно характеризуются пелитовой (<2  $\mu m$ ) и алевритовой (2-63  $\mu m$ ) составляющей, при одновременном отсутствии псаммитовой компоненты (>63  $\mu m$ ), за исключением аномалий в образцах 6014 и 6015, которые представлены 100% песчаным материалом.

Качественная интерпретация распределения *n*-алканов и подсчет геохимических индексов ( $CPI$ ,  $Ki$ ,  $OEP_{17,19}$ ,  $TAR$ ,  $Paq$ ,  $Pr/Phy$ ) указывают на доминирование наземной органики как источника ОВ, кластерный вклад гидробионтной компоненты (в зоне внешнего шельфа), низкую степень диагенетической преобразованности ОВ, субокислительную обстановку осадконакопления для горизонта 0-2 см. По индексу  $TAR$  для горизонта 0-2 см, образцы соответственно кластеризации по  $T_{peak}$ , разделились на группу с низкими ( $TAR < 20$ ) и с высокими ( $TAR > 20$ ) значениями индекса. Примечательно, что для горизонта 2-5 см индекс  $TAR$  (характеризует вклад гидробионтов как продуцентов), лежит в одинаковых диапазонах по всему профилю исследования и имеет значения 0,94 до 13,06. Данный диапазон входит в кластер зоны внешнего шельфа для горизонта 0-2 см. Такая динамика может объясняться тем, что в недавнем времени стало происходить более интенсивное поступление наземного углерода со стоком рек или эрозией берегового комплекса, что подтверждается высокими значениями маркеров наземного ОВ в вышележащем горизонте 0-2 см ( $TAR$ ,  $CPI$ ) и их дефицитом в горизонте 2-5 см.

Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что данные пиролиза Rock-Eval согласуются с выводами на базе ГХ-МС. Вклад наземного ОВ прослеживается на всем изученном профиле, несмотря на значительное расстояние от берега, что объясняется особыми биогеохимическими условиями моря Лаптевых, зафиксированной ранее для горизонта 0-2 см. Также по горизонту 0-2 см отмечаются контрастные значения для зоны внешнего шельфа и прибрежных районов. Предположительно, по мере удаления от берега в составе ОВ более активно проявляются маркеры автохтонных гидробионтов, тогда как в прибрежной зоне – наземный углерод эродирующего берегового комплекса или стока реки Лена. Значительная разница по индексу  $TAR$  между анализируемыми горизонтами может быть индикатором мощной интенсификации поступления наземного углерода в море Лаптевых в последнее время. Однако данная гипотеза требует привлечения дополнительных аналитических инструментов. В целом, наше исследование дополняет имеющиеся геохимические данные о составе и источниках ОВ моря Лаптевых, что критически важно для комплексного понимания биогеохимического цикла углерода в Арктике.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №19-77-00067.*

#### **Список литературы:**

1. Bröder, L., Tesi, T., Salvadó, J. A., Semiletov, I., Dudarev O., Gustafsson Ö. 2017. Fate of terrigenous organic matter across the Laptev Sea from the mouth of the Lena River to the deep sea of the Arctic interior. *Biogeosciences* 13: 5003–5019.
2. Gershelis, E. Characterization of organic matter in bottom sediments of Ivashkina Lagoon, Laptev Sea / E. Gershelis [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2019. – V. 98 (06006).
3. Hare A.A. Characterization of sedimentary organic matter in recent marine sediments from Hudson Bay, Canada, by Rock-Eval pyrolysis / A.A. Hare [et al.] // *Organic Geochemistry*. – 2014. – V. 68. – P. 52-60.
4. Semiletov, I., Pipko, I., Gustafsson, Ö., Anderson, L.G., Sergienko, V., Pugach, S.,

Dudarev, O., Charkin, A., Gukov, A., Bröder, L., Andersson, A., Spivak, E., Shakhova, N., 2016. Acidification of East Siberian Arctic Shelf waters through addition of freshwater and terrestrial carbon. *Nature Geoscience* 9: 361–365.

5. Shakhova, N.E., Semiletov, I. P., Sergienko, V., Lobkovsky, L., Yusupov, V., Salyuk, A., Salomatin, A., Chernykh, D., Kosmach, D., Panteleev, G., Nicolsky, D., Samarkin, V., Joye, S., Charkin, A., Dudarev, O. V., Meluzov, A., & Gustafsson, O. 2015. The East Siberian Arctic Shelf: Towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 373(2052).

6. Vonk, J. E., Sánchez-García, L., van Dongen, B. E., Alling, V., Kosmach, D., Charkin, A., Semiletov, I. P., Dudarev, O. V., Shakhova, N., Roos, P., Eglinton, T. I., Andersson, A. and Gustafsson, Ö.: Activation of old carbon by erosion of coastal and subsea permafrost in Arctic Siberia. *Nature*. 489. 137–140. 2012.

7. Меленевский В.Н. и др. Диагенез органического вещества торфа по данным пиролиза Рок Эвал // *Геохимия*. 2019, Т. 64, № 2, с. 206–211. Vonk, J. E. Activation of old carbon by erosion of coastal and subsea permafrost in Arctic Siberia / J. E. Vonk [et al.] // *Nature*. – 2012. – V. 489 (7414). – P. 137–140.

8. Скворцов М.Б., Дзюбло А.Д., Грушевская О.В., Кравченко М.Н., Уварова И.В. Качественная и количественная оценка перспектив нефтегазоносности шельфа моря Лаптевых // *Геология нефти и газа*. - 2020. - № 1 - С. 5-19. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-1-5-19.

**Научный руководитель:** к. г.-м.н, доцент Е.В. Гершелис

**ПЕНЕЗЕВА Д.В.**

Санкт-Петербургский горный университет

## **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

**PENEZEVA D.V.**

St. Petersburg Mining University

## **HISTORICAL ASPECTS OF PROTECTIVE MATERIALS USAGE IN THE DISTURBED LAND RECLAMATION**

На сегодняшний день происходит активное развитие человечества. Растущее население планеты требует удовлетворения своих потребностей, а для этого увеличиваются объемы добываемых полезных ископаемых, растут объемы сельскохозяйственной продукции, возводятся новые здания и сооружения, строятся железные и автомобильные дороги, мосты и тоннели.

Техногенное воздействие человеческой деятельности серьезно сказывается на природе. В результате чего происходит деградация растительного покрова и почв, возникают проблемы ветровой и водной эрозии. В итоге, многие земли становятся непригодными после ведения какой-либо хозяйственной деятельности без восстановительных работ. Сами работы требуют больших финансовых вложений, чем, как правило, компании пренебрегают и оставляют территории заброшенными.

Именно поэтому для предотвращения деградации почвенного покрова необходимо применение новых дешевых методов по восстановлению земельных ресурсов. Одним из методов по рекультивации территории после техногенного вмешательства человека могут стать биополотна, а именно биоматы. Согласно ГОСТ Р 55028-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения (Переиздание)», биомат – это проницаемая дискретно-упрочненная пространственная конструкция из полимерных мононитей, волокон и др. элементов, содержащая в своей структуре семена растений [1].



Первые разработки были запатентованы в 1914 году во Франции. Спустя год - в Великобритании. Технология создания и компонентный состав полотен данных патентов были утеряны, сохранились лишь упоминания о них в многочисленных источниках. Но особую «популярность» будущие биоматы получили во время и после II Мировой Войны (1939-1945 гг.). Большая часть территорий была разубожена и не подходила для выращивания сельскохозяйственных культур. Ученые начали разработку «универсальных ковров», предназначенных для быстрого проращивания овощных, травяных или иных культур. Основой для разработки стал патент американского предпринимателя и изобретателя Вернера Эдмунда Пратта (Verneur E Pratt), который 23 января 1933 года впервые показал всему миру «Seed product and process of making same» (дословный перевод: «семенной продукт и как его сделать»). Главная цель биомата прошлого столетия заключалась не только в создании условий для быстрого произрастания семян, но и для защиты их от возможных повреждений, например, поправа; в защите от природно-климатических условий: ветер и дождь. Биомат Вернера состоит из: первичного листа, на которой наносится водорастворимое удобрение. Поверх удобрения накладывается пластичные материалы (Вернер предлагал использовать кукурузный декстрин, казеин, силикат соды или любого гибкого пластикового материала, основная функция которого заключается в сохранении кислотности слоя удобрения). Поверх материала наносится связующий раствор в виде козеина, желатина или клея, на которой располагаются семена. В данном случае, важно, чтобы семена имели доступ к воздуху, иначе при хранении семена могут сгнить [2].

Последующие разработанные патенты строились по тому же принципу: первый слой, как правило, состоял из волокнистого органического материала, такого как солома или кокос, затем шли минеральные удобрения или торф для создания благоприятной среды для прорастания семян. Сверху данные слои покрывались еще одним органическим материалом. Крепление подобных биополотен происходило за счет деревянных колышков. Что серьезно ограничивало применение данной технологии в зависимости от рельефа.

Отличительной особенностью каждой из разработок заключалась в компонентном составе подложки биоматериала и в способе крепления каждого листа друг к другу: иглопробивание, склеивание, прессование и т.д., а также в способе распределения семян по биополотну [3].

После 60-ых годов прошлого века широкое распространение получили геосинтетические материалы, которые стали применяться в биополотнах наравне с материалом органического происхождения [4-6]. Чуть позже стали применяться армирующие сетки для укрепления откосов грунтовых планировочных насыпей, стабилизации сложных грунтов, внесения дополнительного плодородного слоя на песчаные территории.

Надо отметить, что использование синтетических материалов и арматурных сеток в значительной степени удешевили процесс восстановления земель с применением биополотен. Но во многих разработках не было учтено влияние применяемых материалов на компоненты окружающей среды, поэтому существует вероятность повторного загрязнения почвы. Надо отметить, что время разложения многих из предложенных материалов до конца не изучены, что также может негативно повлиять на состояние почвы. Особое же внимание следует уделить биоматам, основанным на использовании в своем составе отходов, например, целлюлозно-бумажной продукции. Данные технологии помогут сократить количество отходов, отправляемых на полигоны, что соответствует одной из целей Национального проекта «Экология».

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ Р 55028-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения (Переиздание)».
2. Verneur E Pratt. 1933. Seed product and process of making same. Patent US1971504A.
3. Carl M Tietz, Tietz Pearl. 1956. Method of producing a live grass package. Patent US2876588A.

4. Sidney G Fisher. 1965. Soluble fibrous material for controlling soil erosion. Patent US3315408A.

5. Lawrence C. Muldner. 1978. Mat for growing lawns or other vegetation. Patent US4190981A

6. MERCER F Ltd. 1972. Growing of grasses. Patent US3845584A.

**Научный руководитель:** к.т.н., доц. Ю.Д. Смирнов

**ПЕРВАК А.С.**

Ухтинский государственный технический университет

## **ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИИ НА КУМЖИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**PERVAK A.S.**

Ukhta State Technical University

### **ASSESSMENT OF TECHNOGENIC IMPACT ACCIDENTS AT THE KUMZHINSKOYE FIELD ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS**

В работе обобщаются и анализируются результаты разновременных наблюдений за состоянием компонентов окружающей среды (ОС) Кумжинского газоконденсатного месторождения.

Месторождение расположено в Ненецком автономном округе (НАО) в дельте р. Печора в 60 км к северо-востоку от города Нарьян-Мар, открыто в 1974 г. До 1980 г. на нем пробурено 28 скважин различного назначения. В ноябре 1980 г. произошли две аварии, создавшие угрозу загрязнения акватории Коровинской губы, Баренцева моря, Северного Ледовитого океана, при ликвидации которых был применен подземный ядерный взрыв. После этого работы по бурению новых скважин были приостановлены, а существующие выведены из эксплуатации и законсервированы. Вскоре после этого на территории месторождения различными организациями и в разные периоды времени стали проводиться разнонаправленные наблюдения за состоянием компонентов ОС.

В 1997 году часть Кумжи (аварийная и еще 15 законсервированных скважин) стала территорией государственного заповедника «Ненецкий».

Постоянно проводящийся мониторинг недр выявил возрастание пластового давления, то есть, если не будет разгрузки газоконденсата, может произойти еще более значительная авария, чем в 80-х годах. Поэтому, несмотря на то, что значительная часть месторождения оказалось на территории заповедника, было принято решение возобновить разработки с целью предотвращения самовозгорания и самовзрыва углеводородов.

С 2008 г. вновь началась подготовка к разработке месторождения (лицензообладатель «СН Инвест»), включая проведение оценки современного экологического состояния данного месторождения.

При организации и проведении экологического мониторинга территория месторождения условно была поделена на 2 участка: фоновый безаварийный и контрольный аварийный. Проводились наблюдения за радиационным фоном, почвами, растительностью, донными отложениями, водной средой.

Ниже представлены обобщенные результаты исследований по аварийному и безаварийному участкам.

По аварийному участку получены следующие результаты:

– при оценке радиационной безопасности ни на поверхности территории объектов, ни в растительности, ни в иле, ни в приповерхностном грунте наличия радионуклидов не выявлено (исследовалось мощность дозы гамма-излучения; плотность потока бета-излучения; содержание техногенных радионуклидов);

– в почвах содержание углеводов (УВ) находится в пределах регионального фона; заметного изменения солевого состава в минеральной части аллювиальных торфяно-глеевых почв не выявлено: содержание тяжелых металлов (ТМ) сильно варьируется (превышение ПДК по кобальту, локальные аномалии подвижных форм Zn, Cu, Ni, особенно в пределах технологических площадок скважин);

– на растительность продолжается воздействие УВ из грифонов, образовавшихся на месте скважин, что приводит к загрязнению аквальных ландшафтов и как следствие – прибрежной зоны, в связи с этим сохраняются участки берега, покрытые нефтяными пленками и лишенные растительного покрова; в целом заметны изменения в пространственной структуре фитоценозов, вызванные различиями водного режима почв (причина этих различий – перераспределение влаги из-за таких форм техногенного рельефа, как технические площадки скважин);

– воды р. Печоры, Печорской и Коровинской губ характеризуются как чрезвычайно чувствительные к загрязнению нефтью; основным локальным источником загрязнения природных вод являются затопленные устья скважин на аварийном участке; преимущественно весенний выброс нефтепродуктов в дельту реки Печоры, в том числе в Коровинскую губу, наблюдается в течение многих лет;

– донные отложения на разных участках водотоков загрязнены неодинаково, что связано с их гранулометрическим составом, перераспределением при транспортировке наносов течением реки, а также с продолжающимся поступлением газоконденсата из аварийных скважин; отмечена устойчивая тенденция снижения содержания веществ-загрязнителей как во времени, так и по мере удаления от аварийных скважин.

Таким образом, в целом в районе аварийного участка Кумжинского ГКМ происходит не только трансформация почвенно-растительного покрова, но и загрязнение поверхностных вод и донных отложений нефтепродуктами, ТМ и легкорастворимыми солями.

По безаварийному участку получены следующие результаты:

– потенциальных и реальных источников негативного воздействия на ОС, загрязнения, захламления, нарушения или деградации почвенного и растительного покровов не отмечено;

– радиационных аномалий не обнаружено, гамма-фон соответствует нормативам обеспечения радиационной безопасности.

– в поверхностных водах отмечено превышение ПДК только по химическому потреблению кислорода ХПК (в пределах 1,3-1,4 ПДК), железу (в пределах 9,9-10,8 ПДК), марганцу (в пределах 12-15 ПДК), что с большой долей вероятности можно отнести к особенностям регионального фона, характерным для заболоченных северных территорий с избыточным увлажнением.

– для донных отложений характерна нейтральная, слабокислая и кислая реакция среды ( $pH=4,83\div 7,25$ ), низкое содержание хлоридов и ТМ, повышенное содержание содержания железа, варибельность величин концентраций сульфатов (240-510 мг/кг) и нефтепродуктов (5,9-565 мг/кг); в целом концентрации нормируемых загрязняющих веществ всех опробованных водотоков не превышают нормативных и фоновых значений.

– по почвам (химический состав почв) можно сделать вывод, что содержание основных загрязнителей (УВ и ТМ) во всех отобранных пробах, существенно ниже установленных нормативных и фоновых значений, за исключением хрома, по которому в четырех пробах из пяти обнаружены небольшие превышения в пределах 1,18-2,7 ПДК (причина нуждается в изучении);

– состояние атмосферного воздуха соответствует нормативными значениями.

В целом по безаварийному участку можно с делать сделать вывод, что состояние природных сред на момент проведения исследований определяется преимущественно региональными природно-климатическими особенностями территории, обследованные участки находятся в удовлетворительном экологическом состоянии и не являются источником негативного воздействия на окружающую среду.

В заключение можно констатировать, что результаты исследований указывают на ограниченное негативное состояние ОС на территории Кумжинского месторождения. Загрязненные и продолжающиеся загрязняться участки приурочены к его аварийной части. Радиационного загрязнения экосистем месторождения не произошло.

**Научный руководитель:** д. г. н., доцент Г.Г. Осадчая

**ПЕТРЕНКО Е.Н.**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

## **ТЕХНОГЕННЫЕ ЛИНЗЫ УГЛЕВОДОРОДОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ**

**PETRENKO E.N.**

Samara State Technical University

## **PROCESS LENSES OF HYDROCARBONS AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE OIL REFINING INDUSTRY**

В работе рассмотрены проблемы обнаружения, исследования техногенных линз углеводородов под площадками действующих предприятий нефтегазового комплекса, а также особенности построения прогнозов состояния и поведения таких линз.

Техногенные линзы углеводородов представляют собой залежи углеводородного сырья и (или) продуктов, сформированные в результате инфильтрации и аккумуляции технологических потерь и аварийных проливов от производственных объектов в геологической среде. Накопленные в геологической среде нефтепродукты оказывают скрытое и постоянно увеличивающееся негативное воздействие на окружающую среду. Обнаружение техногенных линз чаще всего происходит в момент возникновения чрезвычайных ситуаций, таких как: высачивание углеводородов на дневную поверхность почв и поверхностные водные объекты, загрязнение подземных вод, используемых в качестве источника питьевого водоснабжения, или образование опасных для здоровья человека концентраций паров загрязняющих веществ в подвальных и других подземных помещениях.

Основной целью исследований является формирование комплекса мероприятий по обнаружению, исследованию и прогнозу состояния техногенных линз углеводородов, залегающих под площадками действующих предприятий нефтегазового комплекса с последующим извлечением содержимого залежи и восстановлением геологической среды. Практическая составляющая задач в рамках достижения указанной цели реализуется с использованием таких приемов как инженерные изыскания, мониторинг, трехмерное моделирование, лабораторные исследования. Теоретическая часть представлена следующими задачами:

- формирование базы данных о состоянии техногенной линзы углеводородов под действующим предприятием и окружающей среды в зоне её влияния, представленная графически в форме карт распределения мощностей нефтепродуктов в геологической среде;
- разработка подхода к техногенным линзам в рамках нормативно-правовой базы Российской Федерации;
- разработка новой или подбор существующей технологии восстановления геологической среды на основе анализа текущего состояния объекта исследования.

В настоящее время исследование техногенных линз под нефтеперерабатывающими предприятиями осуществляется известными методами инженерных изысканий. Причём в большинстве случаев подобные исследования не проводятся до момента наступления чрезвычайных ситуаций [1]. Важно отметить, что методы классических исследований могут быть неэффективны при определении существующего состояния техногенной линзы, за счёт нестационарности параметров окружающей среды в зоне её размещения. В качестве таких значительно влияющих факторов могут выступать: наличие гидрологической связанности под-

земных вод под зоной геосреды, вмещающей линзу, с близлежащими поверхностными водными объектами, наличие большого количества действующих коммуникаций, крупных водозаборных сооружений, колебания уровней подземных и поверхностных вод в паводково-меженные периоды и так далее.

Авторами настоящей работы предлагается использовать комплексный подход к исследованию техногенных линз углеводородов представляющий собой сочетание как классических методов мониторинга, так и индивидуально подобранных для объекта исследования методов. При исследовании и мониторинге техногенных залежей предпочтительно применение следующих видов работ: атмогеохимическая съемка; бурение параметрических скважин, оконтуривание площади плавающих на поверхности подземных вод «линз» нефтепродуктов [1-3], а также использование программных комплексов для моделирования и прогноза состояния техногенных линз. Ввиду отсутствия утверждённых методик по разведке, контролю состояния углеводородных линз углеводородов авторами предлагается использовать методы трехмерного моделирования в программном комплексе Petrel, после предварительной адаптации указанного программного обеспечения. Использование специализированных программ позволит учитывать значительное количество факторов окружающей и техногенной среды с целью формирования удовлетворительного прогноза состояния техногенной залежи в пространстве и времени.

Одной из важных задач, решаемых в рамках исследования техногенных залежей углеводородов является оценка нормативно-правовой базы. С одной стороны, расположенные под площадками промпредприятий техногенные линзы углеводородов могут рассматриваться предприятиями и контролирующими органами как техногенные месторождения. Важно отметить, что разработка таких месторождений в настоящее время не рассматривается как вид лицензируемой деятельности. С другой точки зрения, техногенные линзы углеводородов можно рассматривать как объект негативного воздействия на окружающую среду, а точнее объект накопленного экологического вреда. Экологический подход к техногенным линзам действующим законодательством также не регламентируется. Кроме того, отсутствуют технологии последующей очистки геосреды от остаточных количеств углеводородов после их извлечения. Для устранения противоречия, авторами предложен ресурсно-экологический подход включающий в себя как задачи по извлечению и переработке содержимого техногенной линзы (ресурсный подход), так и последующую локализацию остаточных углеводородов и восстановление геологической среды (экологический подход).

Методы добычи углеводородов различных типов достаточно исследованы, однако в рамках рассматриваемой проблемы требуют адаптации с учётом условий залегания техногенных линз в породах зоны аэрации, а именно режима поверхностных и подземных воды, залегающих в зоне размещения залежей углеводородов. Авторами предлагается исследование не только самой техногенной линзы, но и близлежащих водных объектов, как наиболее тесно взаимосвязанных частей природно-техногенной системы: водный объект-техногенная линза-геосреда.

Существует значительное количество методов восстановления почв и верхней части пород зоны аэрации геологической среды, таких как: микробиологические, низкотемпературная десорбция, стабилизация, откачка порового воздуха, химическое окисление, фиторемедиация, откачка нефтепродуктов [4]. В то же время несмотря на их количество и многообразие единый подход к извлечению остаточных углеводородов и восстановлению геосреды, содержащий техногенные залежи, до сих пор не разработан. Отметим, что существуют подходы, которые используют в технологиях повышения нефтеотдачи пластов. К ним относят различные виды ПАВ-заводнения [5-6]. Но эти методы не апробированы для техногенных линз углеводородов в реальных условиях. Авторами в рамках исследования техногенных залежей была успешно проведена апробация ряда ПАВ-реагентов для восстановления пород зоны аэрации в лабораторных условиях. Окончательный выбор и эколого-экономическое обоснование реагентного метода восстановления геологической среды от остаточных углеводородов будет сделан после проведения опытно-промышленных испытаний.

Формирование комплекса мероприятий по обнаружению, исследованию и прогнозу состояния техногенных линз углеводородов, залегающих под площадками действующих предприятий нефтегазового комплекса с последующим извлечением содержимого залежи и восстановлением геологической среды позволит обеспечить экологическую безопасность предприятий нефтеперерабатывающей отрасли с возможностью реализации не только экологической составляющей данной задачи, но и ресурсной.

**Список литературы:**

1. А.М. Сафаров, Л.Р. Акчурина, Р.А. Хурамшина, Д.Д. Мунирова, Г.М. Кузнецова, А.Х. Сафаров Процессы формирования и распространения техногенных потоков нефтяных углеводородов в природной среде // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 5 (121) • 2019, с. 158-168
2. Шатковская Р.М., Устинова Г.В. Методика оценки нефтепродуктового загрязнения геологической среды на отдельных объектах Поволжья // Разведка и охрана недр. – №10. – 2010 г. – С.70-73
3. Сафаров А.М., Галинуров И. Р. Экспресс метод определения границ техногенных месторождений углеводородного сырья и объектов накопленного экологического ущерба / А. М. Сафаров, И. Р. Галинуров и др. // Нефтегазовое дело – №1. – 2015. – С.326-344.
4. Кржиж Л., Резник Д. Технологии очистки геологической среды от загрязнений нефтепродуктами // Экология производства –№10.–2007.–С. 54-57.
5. Kwan K., Hyun C. Bo, Jang S.B., Jang H.Y. Surfactant flooding characteristics of dodecylalkylsulfate for enhanced oil recovery/ K. Kwan, C. Bo Hyun, S.B. Jang, H.Y. Jang //Journal of Industrial and Engineering Chemistry. – 2014. – Vol. 20. – p. 228-233.
6. Wang Zh., Pang R., Le X., Peng Zh., Hu Zh, Wang X. Survey on injection–production status and optimized surface process of ASP flooding in industrial pilot area / Zh. Wang, R. Pang, X. Le, Zh. Peng, Zh. Hu, X. Wang // Journal of Petroleum Science and Engineering. – Vol. 111. – 2013. – p. 178-183.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор К.Л. Чертец

**РЯБИНИНА И.Г.**

Уральский государственный горный университет

**МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ ВЫРАБОТКИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «КОРКИНСКИЙ»**

**RYABININA I.G.**

Ural State Mining University

**MONITORING AND ASSESSMENT OF TECHNOGENIC IMPACT ON THE COMPONENTS OF THE NATURAL ENVIRONMENT DURING THE ELIMINATION OF THE EXHAUSTED MINING OF THE KORKINSKY COAL PIT**

В работе предлагается обоснование проведения экологического мониторинга и оценка воздействия на окружающую среду при проведении работ по ликвидации отработанной выработки угольного разреза «Коркинский».

**Геологическая среда.** При оценке фактического состояния бортов разреза, прилегающей территории и горных выработок шахты «Коркинская» и геомеханическое заключение на проектные решения по ликвидации горных выработок установлено:

1. Коэффициент запаса устойчивости восточного борта с начала подачи на его откос закладочного материала и до завершения ликвидации разреза постепенно возрастёт с  $n = 1,15$  до  $n = 1,27-1,30$ ;

2. Коэффициенты запаса устойчивости западного борта и его закруглений в условиях заполнения западного забоя водой не снизятся;

3. Устойчивость южного борта на его восточном фланге будет обеспечиваться постепенным возрастанием сил подпора от накапливающейся здесь твёрдой составляющей закладочного материала в отсутствии воды, а коэффициенты запаса устойчивости постепенно повысятся до 1,35-2,20;

4. Устойчивость южного борта в его центральной части и на западном фланге будет обеспечиваться подпором языка оползня закладочным материалом, величины  $n$  при этом возрастут до 1,29-1,53;

5. По фактическому состоянию устойчивость северного борта характеризуется столь высокими значениями величин коэффициентов запаса устойчивости (2,30-2,85), что ни при каких условиях они не снизятся до неприемлемых значений;

6. Для наименее устойчивого восточного борта, характеризующегося по фактическому состоянию коэффициентом запаса устойчивости 1,15, наступление момента прекращения деформаций ( $n = 1,27-1,30$ ) будет определяться заполнением восточной части разреза до отметки +20 м.

**Атмосферный воздух.** Выбросы основной части газообразных загрязняющих веществ приходится на выбросы от работы двигателей внутреннего сгорания; в выбросе твердых загрязняющих веществ основную часть составляет пыль неорганическая: 70-20% SiO<sub>2</sub>, источниками выброса которой являются погрузочно-разгрузочные работы, пыление ограждающего вала, автодорог и открытых участков.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при ликвидации выработки представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Загрязняющее вещество		Суммарный выброс вещества	
код	наименование	г/с	т/год
101	диАлюминий триоксид (в пересчете на алюминий)	0,3596000	6,3365000
123	диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)	0,2715000	1,0760000
143	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,0009000	0,0087000
203	Хром (Хром шестивалентный) (в пересчете на хрома (VI) оксид)	0,0110000	0,0420000
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	5,1747500	45,6994000
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,7890500	7,0758000
328	Углерод (Сажа)	0,4107000	4,1595000
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,3600000	3,6280000
333	Дигидросульфид (Сероводород)	0,0000069	0,0002160
337	Углерод оксид	3,6744000	35,9764000
342	Фториды газообразные	0,0003000	0,0033000
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000004	0,0000020
1325	Формальдегид	0,0042000	0,0140000
2732	Керосин	1,8248000	18,9848000
2754	Углеводороды предельные C12-C19	0,0024177	0,0728430
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO <sub>2</sub>	21,5214688	297,956154
2924	Полимер 2-метилпроп-2-еновой кислоты и метил-2-метилпроп-2-еноат	0,0000102	0,0001810
2985	Полиакриламид анионный АК-618	0,0000102	0,0001810
3130	диНатрий тетраборат декагидрат (Бура, Тинкал)(в пересчете на бор	0,0000102	0,0001810
<b>Всего веществ: 19</b>		<b>34,4051244</b>	<b>421,034158</b>
в том числе твердых: 4		22,2045688	303,200354
жидких/газообразных: 15		12,2005556	117,833804

**Водная среда.** Дождевые и талые воды с прилегающей к разрезу территории системной водоотводных канав будут поступать в горную выработку по сбросным линиям. Выпусков сточных вод в водные объекты, а также на рельеф местности в процессе ликвидации отработанной выработки угольного разреза «Коркинский» не предусматривается. В связи с этим, воздействия на поверхностные воды отсутствуют.

Закладочный материал не размещается над питьевыми водоносными горизонтами и не окажет негативного влияния на питьевые водозаборы, соответственно, техногенная вода из Коркинского разреза не сможет загрязнять окружающие водоносные горизонты.

Уровень воды в техногенном водоёме Коркинского разреза после завершения его рекультивации не поднимется выше отметки +215. Через 100 лет вода поднимется до отметки +180, через 300 лет – до отметки +210, а вокруг разреза будет сохраняться депрессионная воронка. Это полностью исключает поступление воды из техногенного водоёма Коркинского разреза в водоносные горизонты.

**Почвенный покров.** Механические нарушения существующих техногенных грунтов в период выполнения работ по ликвидации разреза будут связаны с созданием ограждающего устройства и рва по периметру отработанной выработки.

Основные виды воздействия на почвы за пределами земельного отвода на этапе ликвидации могут быть связаны с загрязнением почв при неправильном обращении с отходами в условиях нормальной эксплуатации предприятия и с загрязнением почв в результате развития чрезвычайных ситуаций и аварий.

Основная масса загрязняющих веществ, образующихся при работе двигателей внутреннего сгорания техники и оборудования и выпадающих с техногенными аэрозолями, способна концентрироваться в приповерхностном горизонте почв.

**Растительный и животный мир.** В пределах земельного отвода полностью сведена растительность, существующие естественные местообитания и зоокомплексы исчезли, то есть «зона прямого воздействия» отсутствует.

Факторами косвенного воздействия от реализации проекта на растительный покров территории, прилегающей к землеотводу, является загрязнение поверхности растений пылью при работе техники и загрязнение воздуха выхлопными газами от автотранспорта.

Основными факторами косвенного воздействия объекта на диких животных вблизи границ землеотвода являются:

- изменение интенсивности воздействия фактора беспокойства за счет прекращения взрывных работ, смены технологического оборудования, изменения вибраций;
- пылевое и химическое загрязнение открытых биотопов.

**Экологический мониторинг.** Программой экологического мониторинга предусматривается регулярная оценка техногенного воздействия на природные среды (таблица 2).

Периодически проводимый экологический мониторинг позволит предотвращать и устранять последствия возможных неблагоприятных воздействий.

Таблица 2 – План-график проведения экологического контроля

Вид мониторинга	Пункты наблюдений	Параметры наблюдений	Частота, временной режим, длительность наблюдений
Мониторинг движения горной массы	Борта карьерной выемки	Наличие смещений, неустойчивых бортов	Инструментальный. 1 раз в полгода/по необходимости
Мониторинг подземных вод	Наблюдательные скважины	Определение расхода воды и замеры уровней воды. Мутность, цветность, запах, pH и др.	Количественный химический анализ (КХА). 1 раз в квартал по сезонам года
Контроль техники	–	Отработанные газы ДВС	При ТО (ежегодно) инструментальным методом. 1 раз в квартал
Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха	КТ на границе СЗЗ и жилой зоны	Азота диоксид, азота оксид, диоксид серы, пыль неорганическая: 70-20% SiO <sub>2</sub> и др.	Подфакельные наблюдения. 1 раз в год
	КТ на границе СЗЗ и жилой зоны	Уровень шума	Инструментальный. 4 раза в год днем и ночью
Мониторинг поверхностных вод	Два контрольных створа на р. Чумляк	Мутность, цветность, запах, pH, хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, карбонаты и др.	Количественный химический анализ (КХА). 1 раз в квартал
Мониторинг почв	Ключевые площадки (т. 1-5)	Содержание в почве Cu, Pb, Zn, Al, Fe, Mn, нефтепродуктов,	Количественный химический анализ (КХА). Не реже



<b>Вид мониторинга</b>	<b>Пункты наблюдений</b>	<b>Параметры наблюдений</b>	<b>Частота, временной режим, длительность наблюдений</b>
		нитратов, рН водной вытяжки, БГКП (коли-индекс) и др.	1 раза в год
Растительные сообщества на прилегающей территории	Ключевые площадки (т. 1)	Видовой состав, проективное покрытие и продуктивность растительного покрова	Визуальный. 1 раз в три года в период сенокосения

**Научный руководитель:** к. т. н., доцент А. В. Горбунов

**СИДЯКИНА А.А.**

Уральский государственный горный университет

**ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ МИНЕРАЛЬНО-  
СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА**

**SIDYAKINA A.A.**

Ural State Mining University

**ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE  
OPERATION OF PRODUCTION FACILITIES OF THE MINERAL RESOURCE  
COMPLEX**

Экологическое благополучие планеты, государства, региона – один из важнейших показателей жизнеобеспечения цивилизации в целом и ее территориальных групп.

Для решения проблем экологической безопасности нужна система. Контроль, статистика – чтобы информация была доступна, наглядна, а различные факторы можно было измерять друг с другом. И главное – управление, опирающееся на саморегуляцию. Необходимы механизмы, которые бы согласовывали интересы подсистем и направляли движение в русло, где соблюдается разумный баланс между экономикой и экологией.

Система управления экологической безопасностью, как и любой механизм, направленный на обеспечение реализации целей государственной политики, базируется на нормативно-правовой базе, отражающей основные государственные принципы в области охраны окружающей среды и природопользования и регламентирующей эту сферу деятельности.

В статье 42 Конституции РФ закреплено право человека на благоприятную окружающую среду, получение достоверной информации о ее состоянии и возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Здесь необходимо понимать, что данная статья не только определяет одно из основополагающих прав человека, но и обязывает всех проживающих на территории Российской Федерации сохранять окружающую среду.

Механизм взаимодействия общества и окружающей среды, направленного на реализацию положений, прописанных в Конституции РФ, регулирует Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (далее — Закон 7-ФЗ). Данный закон определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов.

В статье 3 Закона 7-ФЗ прописаны основные принципы охраны окружающей среды, среди которых:

- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности (т. е. любая намечаемая деятельность считается представляющей угрозу для окружающей среды до тех пор, пока не доказано обратное);
- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;
- приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;
- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов;
- сохранение биологического разнообразия и др.

Глава 4 Закона 7-ФЗ посвящена экономическому регулированию в области охраны окружающей среды, гл. 5 — нормированию. Для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду установлены, в частности нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов.

Взяв за основу анализа деятельность предприятия - X, можно проследить связь между и без того деградирующей (нестабильной) экологической обстановкой района разработки месторождения данного предприятия и влиянием его деятельности на данный район.

В соответствии с проектной документацией X поверхностные воды района расположения северных медно-цинковых месторождений изначально имели повышенный уровень химического загрязнения, обусловленный рудной минерализацией пород и геохимическими свойствами месторождений.

Однако деятельность предприятия X по размещению (хранению) отходов вскрышных пород, а также складированию слабоминерализованных пород привела к экстремально высокому уровню загрязнения всех водных объектов в районе месторождения, угнетению растительности в местах водотоков.

До начала отработки месторождений в поверхностных водах наблюдались повышенные концентрации алюминия, железа, марганца, меди, свинца, цинка от 1,1 до 4,8 ПДК<sub>рх</sub>. В настоящее время, по указанным показателям загрязнение составляет до 540 ПДК<sub>рх</sub>.

После начала отработки месторождений в водных объектах наблюдается увеличение концентраций загрязняющих веществ по следующим показателям, в частности в ручье Безымянном:

Железо	увеличение	с	0,192	мг/ дм <sup>3</sup>	(4,8 ПДК <sub>рх</sub> )	до	5,09	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(438 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Марганец	увеличение	с	0,011	мг/ дм <sup>3</sup>	(1,1 ПДК <sub>рх</sub> )	до	0,105	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(232 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Медь	увеличение	с	0,004	мг/ дм <sup>3</sup>	(4 ПДК <sub>рх</sub> )	до	2,043	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(540 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Цинк	увеличение	с	0,006	мг/ дм <sup>3</sup>	(<ПДК <sub>рх</sub> )	до	0,05	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(317 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Сульфаты	увеличение	с	13,004	мг/ дм <sup>3</sup>	(< ПДК <sub>рх</sub> )	до	7,8	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(8,9 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Кальций	увеличение	с	1,6	мг/ дм <sup>3</sup>	(<ПДК <sub>рх</sub> )	до	49	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(4,7 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Ионы аммония	увеличение	с	<0,039	мг/ дм <sup>3</sup>	(<ПДК <sub>рх</sub> )	до	3,81	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(5,3 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Нитрит-ион	увеличение	с	<0,02	мг/ дм <sup>3</sup>	(< ПДК <sub>рх</sub> )	до	7,8	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(6,8 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Нефтепродукты	увеличение	с	<0,05	мг/ дм <sup>3</sup>	(<ПДК <sub>рх</sub> )	до	3,81	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(1,5 ПДК<sub>рх</sub>)</b>
Сухой остаток	увеличение	с	65,20	мг/ дм <sup>3</sup>	(<ПДК <sub>рх</sub> )	до	49	мг/ дм <sup>3</sup>	<b>(1,5 ПДК<sub>рх</sub>)</b>

Оценка уровня загрязнения поверхностных вод проводилась относительно нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения (Приказ Минсельхоза

России от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДКр.х.)

В результате сравнения концентрации загрязняющих веществ в ручей Безымянный до разработки месторождения предприятия Х с концентрацией после осуществления деятельности, наблюдается увеличение содержания по следующим компонентам: **железо, марганец, медь, цинк, кальций, сульфаты, ион аммония, нефтепродукты** вследствие загрязнения ручья Безымянный подотвальной водой отвала вскрышных пород медно-цинкового колчеданного месторождения.

Таким образом, предприятием Х не соблюдены требования экологической безопасности при эксплуатации объектов негативного воздействия на территории месторождения в части принятия достаточных мер по предотвращению загрязнения окружающей среды, в т. ч. загрязнения поверхностных водных объектов, протекающих по территориям, примыкающим к карьеру и отвалам медно-цинкового колчеданного месторождения.

Согласно установленным нормативов допустимого сброса (лимитов) предприятие выходит за рамки установленного разрешенного норматива допустимого сброса (далее – НДС) /установленного лимита (далее - лимит) по показателям, приведенным в таблице.

Таблица 1 – Концентрация загрязняющих веществ в водном объекте

<b>Выпуск предприятия в ручей Безымянный</b>				
Наименование загрязняющего вещества	Допустимая концентрация загрязняющего вещества на выпуске сточных и (или) дренажных вод, мг/дм <sup>3</sup>		Концентрация загрязняющего вещества, на выпуске предприятия Х после очистных сооружений в руч. Безымянный, мг/дм <sup>3</sup>	
	утвержденный НДС	лимит	мг/дм <sup>3</sup>	кратность превышения
Взвешенные вещества	3	8,183	3,4	1,13
Сульфаты	100	201,953	>5000	>50
Хлориды	300		<10	
Нитрат – ион	40		26,8	
Нитрит – ион	0,08		0,204	<b>2,55</b>
Аммоний-ион (по азоту)	0,4		<0,05	
Кальций	79	92,989	1110,0	<b>11,94</b>
Магний	26	34,093	192,0	<b>5,63</b>
Мышьяк	0,01		< 0,005	
Цинк	0,01	0,057	0,102	<b>1,79</b>
Медь	0,001	0,029	0,079	<b>2,72</b>
Железо	0,1	0,191	0,202	<b>1,06</b>
Нефтепродукты	0,05		0,243	<b>4,86</b>
Марганец	0,01	0,028	1,17	<b>41,79</b>
Фторид-анион	0,75		0,231	
Сухой остаток	1000		7010	<b>7</b>
ХПК	15		531	<b>35,4</b>
рН			8,1	

Данное предприятие нарушает установленные законодательством РФ экологические требования - осуществляет сброс загрязняющих веществ со сточными водами выпуска в водный объект – ручей Безымянный с превышением установленных нормативов (лимитов) сбросов загрязняющих веществ, в результате чего происходит загрязнение ручья Безымянный.

Анализ ситуации показал, как деятельность предприятия может повлиять на существующую угнетенную экологическую обстановку района в зоне его эксплуатации, что неизбежно приведет к экологической катастрофе данного района.

**Научный руководитель:** к. т. н., доцент А. В. Горбунов

**СОЛДАТОВА В.В.**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

**ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕКСАХЛОРБЕНЗОЛА НА  
ЭКОСИСТЕМУ ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ Г. КАЛУШ, УКРАИНА**

**SOLDATOVA V.V.**

Yuri Gagarin state technical university of Saratov

**ASSESSMENT OF THE HEXACHLOROBENZENE EFFECTS ON THE CITY  
ECOSYSTEM FROM THE EXAMPLE OF KALUSH, UKRAINE**

Интенсивная деятельность человечества на современном этапе развития науки, технологии и техники привела к появлению в объектах окружающей среды огромного количества химических веществ, которые одновременно обладают биологической активностью и вызывают множество экологических изменений. Особенную опасность для окружающей среды составляет самый большой в Европе полигон токсических отходов в г. Калуш Ивано-Франковской области, производились химические вещества с высоким содержанием токсиканта гексахлорбензола. В связи с этим, исследование концентраций ГХБ в окружающей среде и влияние их на человека очень актуально.

Цель исследования: определить влияние экотоксиканта гексахлорбензола на экосистему города Калуш Ивано-Франковской области Украины.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать случай антропогенного загрязнения окружающей среды ГХБ в г. Калуш
2. Дать определение экотоксиканту
3. Рассмотреть физические, токсикологические, токсикокинетические характеристики ГХБ
4. Найти санитарно-гигиенические нормативы для данного соединения
5. Проследить пути миграции, трансформации, накопления вредного вещества в окружающей среде
6. Выявить последствия для человека и других живых организмов
7. Сделать выводы по проделанной работе

В ходе исследования были рассмотрены основные характеристики гексахлорбензола, пути поступления и трансформации в окружающей среде, его воздействие на различных живых организмов и человека.

В результате введения в эксплуатацию в 1973 г. на территории бывшего Калушского химико-металлургического комбината технологической линии по производству четыреххлористого углерода и перхлорэтилена с производственной мощностью 30 тыс. т в год, до 1998 г. образовались твердые отходы (смолы), которые отнесены к I классу опасности. Их количество составляло 540 т/год, с содержанием гексахлорбензола свыше 90 %, а выбросы в атмосферу доходили до 0,12 т/год [1].

В 2014 г. территориальное управление Госгорпромнадзора в Ивано-Франковской обл. сообщило об исключении полигона твердых токсических отходов в г. Калуш с Государственного реестра объектов повышенной опасности на основании выполненных работ с вывоза захоронений гексахлорбензола на утилизацию. Однако на сегодняшний день не существует научного подтверждения гарантий безопасности полигона для жизнедеятельности. Если антропогенно индуцированные изменения, возникающие на уровне экосистем, отдельных биоценозов, связанные с исчезновением или сокращением представителей естественной фауны и флоры, проявляются сразу и могут эффективно регистрироваться с помощью контактных или дистанционных методов, то изменения, вызванные повреждением генетических структур и возникающие на клеточном и молекулярном уровнях, могут проявляться значительно позже, иногда в следующих поколениях. Это ставит вопрос о целесообразности проведения мониторинговых исследований территорий полигона токсических отходов, что поз-

волит дать адекватную оценку генетических рисков для живых организмов, в том числе, и человека [2].

В заключительной части работы представлены варианты негативного воздействия на компоненты экосистемы города Калуш, учитывая метеорологические условия местности и физико-химические особенности рассматриваемого стойкого органического загрязнителя. Ими являются:

1. Заражение почвы, что привело к мутациям растений и заражению пищевой продукции, которая впоследствии могла стать угрозой здоровью населения (Согласно статистике, смертность от рака в Калушском районе выше, чем в других регионах Украины.). Потребляя аккумуляировавшие ГХБ растения травоядные животные, возможно, приобретали репродуктивные дисфункции, снижалась численность популяций из-за сокращения срока жизни и болезней.

2. Попадание токсиканта в грунтовые воды, аккумуляция в живых организмах водотоков и водоемов благодаря липофильности, как итог – попадание по пищевой цепи к человеку в максимальной концентрации

3. Под действием повышенной летней температуры усиленное испарение с поверхности почвы и воды, распространение на значительные расстояния (выход за пределы города, области, возможно, даже страны) преобразование под действием ультрафиолета, оказание негативного воздействия при ингаляционном попадании в организм живых организмов.

Этапы исследования способствовали осознанию серьезности катастрофы в г. Калуш и важности своевременного принятия мер по ликвидации последствий утечки, а также качественного планирования захоронения либо обезвреживания опасных отходов и мониторинга состояния захоронений.

#### **Список литературы:**

1. Интернет-ресурс <https://zn.ua/business/gryaznyy-god-iz-ukrainy-prekratilsya-vyvoz-na-utilizaciyu-opasnyh-toksichnyh-othodov-.html> (режим доступа 20.09.2020)

2. Мамедова А.О. Биоиндикация качества окружающей среды на основе мутационной и модификационной изменчивости растений / А.О. Мамедова // Цитология и генетика. – 2009. – Т. 43, № 2. – С. 61–64.

**Научный руководитель:** д.б.н., с.н.с., профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность» института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Гагарина Ю.А., О.М. Антонова

**СТРЕЛИНА М.А.**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

### **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (НА ПРИМЕРЕ СОЕДИНЕНИЙ РТУТИ)**

**STRELINA M.A.**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

### **NEW APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL HEALTH RISKS IN THE CONTEXT OF ADVERSE EFFECTS OF HEAVY METAL COMPOUNDS (FOR EXAMPLE, MERCURY COMPOUNDS)**

В работе предлагается обоснование нового подхода к оценке токсикологических характеристик тяжелых металлов (на примере соединений ртути), применительно к человеку, для анализа экологических рисков здоровья населения, проживающего в зонах действия

опасных промышленных производств или объектов накопленного негативного воздействия на окружающую среду.

Токсичность ряда тяжелых металлов, их участие в биогеохимических процессах и значительное техногенное поступление в атмосферу обусловили ведущее место среди загрязняющих веществ, подлежащих наблюдению и контролю.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью совершенствования методологии оценки параметров, отражающих риски здоровья населения в условиях неблагоприятного воздействия факторов, для принятия адекватных и эффективных мер предупреждения заболеваний. Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые наиболее широко и в значительных объемах используются в производственной деятельности, и оказывают на население негативное воздействие. К ним относятся: ртуть, свинец, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, сурьма, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк. Нами рассматривается воздействие токсичных соединений ртути на окружающую среду и здоровье человека на примере аварии на бывшем химкомбинате в Усолье-Сибирском по существующим методикам.

В основе данной работы лежит оценка экологических рисков здоровья населения в условиях неблагоприятного воздействия соединений ртути. Ртуть относится к суперэкоксикантам 1 класса опасности, она токсична для всех форм жизни в любом состоянии. Ртуть принадлежит к числу тиоловых ядов, нарушающих белковый обмен и ферментативную деятельность организма. Высокая токсичность органических соединений ртути, даже при поступлении в организм малых количеств в течение длительного периода времени, обусловлена их липидорастворимостью, что позволяет им легче проникать в головной и спинной мозг, в периферические нервы, а также пересекать плацентарный барьер и накапливаться в организме, поступать в грудное молоко, накапливаясь до опасных уровней в крови детей. Органические соединения ртути полностью разрушают нервные клетки центральной нервной системы. Соединения ртути в организм поступают в основном через органы дыхания и пищу, а также через слизистые оболочки и кожу. Из вышесказанного следует необходимость разработки способов прогноза и оценки риска здоровья населения, учитывающие пути поступления токсиканта, особенности всасывания, элиминации и экскреции вещества из организма.

Проблема оценки здоровья населения, проживающего на территориях, загрязненных ртутьсодержащими отходами, встала перед жителями Усолья-Сибирского. На территории Иркутской области произошла утечка веществ из канализационных очистных сооружений, расположенных на территории бывшего химического предприятия "Усолье-Химпром". Из-за прорыва дамбы иловые осадки попали в Ангару, после чего были зафиксированы повышенные концентрации органических веществ [1]. "Усолье-Химпром" было крупнейшим за Уралом предприятием химической промышленности. Пустующая около 15 лет промплощадка стала очагом экологического бедствия и многочисленных проблем для города. По статистическим данным допустимая концентрация ртути в воздухе на территории "Усолье-Химпрома" превышена в 367 раз, а в сточных водах — в 33 тыс. раз [1].

В связи с этим, оценка экологического риска здоровья населения в условиях неблагоприятного воздействия ртутного загрязнения в Усолье-Сибирском на сегодняшний день актуальна. Однако, современные подходы к оценке экологических рисков складываются лишь на распознавании опасности, оценки «дозы-эффекта» и клинических показателях (тошнота, рвота, головокружение), что не позволяет достоверно описать влияние токсиканта на здоровье людей, проживающих вблизи ртутного загрязнения.

Кроме того, существующий экспресс-метод прогнозирования последствий аварий был разработан лишь для использования на химически опасных объектах военного назначения [2]. Методика по оценке риска здоровья населения, основана на косвенных и обобщенных данных. Критерием оценки служит соотношение значений глубины и площади зон поражения людей на опасном объекте, с учетом гипотетического количества пораженных в зависимости от степени тяжести (по эффекту). Причем, плотность населения и персонала на химически опасном объекте, принималась равномерной, а количественная характеристика токсодозы вещества рассчитывалась по формуле ( $D=ct$ , гс/м<sup>3</sup>), с использованием обобщен-

ных поправочных коэффициентов, учитывающих процессы детоксикации вещества в организме и возраст пораженного (взрослый, ребенок).

В настоящей работе представлен сравнительный анализ существующих способов оценки рисков, а также даны направления по возможному созданию нового подхода к оценке таких рисков, т.к. важно правильно оценивать не только существующее состояние экосистемы, но и состояние в процессе реабилитации территории в районе ООО «Усолъе-Химпром».

Для оценки опасности токсикантов по их влиянию на здоровье населения при поступлении с атмосферным воздухом используются токсиколого-гигиенические показатели, а также данные реальных случаев при авариях на производстве для понимания точности используемых математических зависимостей. В данной работе предложена оценка прогноза токсикологических характеристик соединений ртути, которые могут появиться в воздухе в результате аварии на производстве, суммарного воздействия при работе с соединениями ртути, а также результате загрязнения объектов окружающей среды. Зная, токсикологические характеристики токсиканта в случае экологической аварии, возможно заранее обосновать меры по минимизации воздействия и устранению загрязнения.

Совершенствование способов по оценке экологических рисков востребованы в практике для обеспечения экологической безопасности опасных промышленных производств и на объектах накопленного негативного воздействия на окружающую среду.

#### **Список литературы:**

1. Кушниренко А. Экологические проблемы в Усолъе-Сибирском. // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/9146523>
2. Божко Ю.В., Воронцов И.В. Методические указания № 2000/218 Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации / Всероссийский центр медицины катастроф "Защита", 2001. – 43с.

**Научный руководитель:** д.б.н., с.н.с., профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность» института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Гагарина Ю.А., О.М. Антонова

**СУЧКОВ Д.В.**

Санкт-Петербургский горный университет

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОГИПСА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО МАТЕРИАЛЬНОГО РЕСУРСА**

**SUCHKOV D.V.**

St. Petersburg Mining University

### **FEATURES OF INDUSTRIAL PROCESSING OF PHOSPHOGYPSUM FOR ITS USE AS A SECONDARY MATERIAL RESOURCE**

Для организации объектов размещения техногенных отходов приходится отчуждать все новые площади земель, причем эти территории нередко превышают размеры промплощадок самих предприятий. Размещенные отходы являются комплексным источником загрязнения окружающей среды, а эксплуатация объектов размещения сопряжена с выводом земель из хозяйственного оборота. Примером может служить производство фосфорной кислоты и различных фосфорсодержащих удобрений. При экстракции фосфора из сырья образуется многотоннажный отход фосфогипса (ФГ), содержащего более 80%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Мировой выход ФГ составляет более 150 млн т/год, а в России – до 14 млн т/год. При этом в отвалах на территории страны накопилось уже более 300 млн т. По данным ООН, в мире перерабатывается до 4% ФГ, но в России уровень полезного использования отхода не превышает 2 %.

На Северо-Западе РФ действуют несколько крупных промышленных предприятий, являющихся источниками образования фосфогипса: Волховский филиал АО «Апатит» (г. Волхов, Ленинградская обл.), АО «Апатит» (г. Череповец, Вологодская обл.), ООО «ПГ «Фосфорит» (г. Кингисепп, Ленинградская обл.). На территории СЗФО находятся 3 накопителя ФГ. Масса размещенного отхода достигает 150 млн т, а прирост – 4 млн т/год. В условиях влажного климата региона полная изоляция отвалов от окружающей среды невозможна. Вопрос утилизации отходов в совокупности с необходимостью мониторинга объектов размещения один из наиболее актуальных для СЗФО и России в целом. Исследование нацелено на решение проблемы утилизации многотоннажных отходов минерально-сырьевого комплекса. Целью исследования является разработка технологического решения для эффективного использования фосфогипса в качестве вторичного материального ресурса.

Для разработки промышленных рекомендаций в первую очередь необходимо установить закономерности, лежащие в основе предлагаемого решения. Основные задачи, которые выполняются в рамках исследования:

- изучение химического состава и свойств производственных газов и ФГ;
- экспериментальное исследование кинетики образования и кристаллизации  $\text{CaCO}_3$ .

**Научная новизна:**

1. Установление физико-химических закономерностей, лежащих в основе процессов переработки ФГ. Отдельное внимание уделяется задаче получения продукции с заданными свойствами, а именно – регулирование крупности частиц пульпы мелкодисперсного фосфомела ( $\text{CaCO}_3$ );

2. Использование процесса промышленной карбонизации фосфогипса для снижения углеродного следа предприятия.

**Практическая значимость** исследования заключается в разработке товарной продукции на основе ФГ, перспективной для применения в различных отраслях промышленности и хозяйства, а также в совместной утилизации ФГ и промышленных дымовых газов, содержащих  $\text{CO}_2$ .

Известен способ получения сульфата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , фосфомела ( $\text{CaCO}_3$ ) и концентрата редкоземельных металлов из ФГ в растворе карбоната аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  при дополнительной подаче  $\text{CO}_2$ . В результате процесса переосаждения образуется мелкодисперсный фосфомел  $\text{CaCO}_3$ . Являясь продуктом гидрохимического синтеза, он обладает повышенной химической активностью и может напрямую использоваться вместо известняка для получения глинозема, химвеществ, цемента и в других отраслях промышленности.  $\text{CaCO}_3$  очень востребован в металлургии, он используется в качестве флюса для перевода тугоплавких природных силикатов в более легкоплавкие шлаки. В рамках анализа потенциального рынка сбыта в условиях СЗФО установлено, что фосфомел может быть востребован Череповецким металлургическим комбинатом. При организации переработки ФГ на АО «Апатит» (также в г. Череповец) логистические издержки сводятся к минимуму, что повышает конкурентоспособность продукции.

Современная промышленность заинтересована в продукте, подобном фосфомелу, который в отличие от природного мела представляется более ценным. Крупность известняка даже при самых совершенных схемах помола, составляет порядка 5000 мкм, в то время как крупность фосфомела отвечает в среднем зерну 2-6 мкм. Его использование позволяет сократить количество ступеней подготовки сырья. Однако по этим же причинам применимость фосфомела в настоящее время ограничена. Главным недостатком существующих технологических решений по переработке ФГ на фосфомел является мелкодисперсность получаемых кристаллов  $\text{CaCO}_3$ . Это приводит к значительному снижению фильтрующих свойств. Затрудняется отделение продукта от раствора, повышается износ оборудования, требующего более частого обслуживания.

В рамках данного исследования предлагается производство фосфомела путем насыщения углекислотой суспензии ФГ в растворе  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Предложенный способ в условиях производственного цикла также может сопровождаться утилизацией промышленных газов, образующихся при производстве минеральных удобрений и содержащих  $\text{CO}_2$ . Это будет спо-



способствовать уменьшению углеродного следа технологических процессов. Отдельное внимание уделяется задаче получения продукции с заданными свойствами, а именно – регулирование крупности частиц пульпы мелкодисперсного фосфомела.

Работа выполняется с использованием комплекса методов исследований, включающего системный анализ проблемы на основе исследований российских и зарубежных ученых, патентно-информационный анализ, лабораторные методы изучения состава и свойств отходов.

Результатами исследования, посвященного комплексной утилизации ФГ, являются:

1. Разработка научно-методологических основ проведения оценки состава и свойств техногенного сырья для выбора направления его использования в качестве вторичного ресурса и вовлечения в хозяйственный оборот;

2. Результаты оценки состава и свойств отходов минерально-сырьевого комплекса (на примере фосфогипса) с последующим установлением класса опасности отхода, полученные с использованием уникального оборудования аккредитованной лаборатории Центра коллективного пользования Санкт-Петербургского горного университета;

3. Разработка новых технологических решений для производства продукции с заданными свойствами на основе низкосортного сырья техногенного происхождения с обоснованием экономических и экологических перспектив их полезного использования в условиях Северо-Западного региона.

В основе исследования лежит разработка технологии эффективной комплексной переработки техногенного сырья. Таким образом, разработка и внедрение данных технологических решений приведут к более рациональному использованию минерально-сырьевой базы страны и повышению эффективности ее воспроизводства, а также снижению уровня загрязнения окружающей среды.

**Научный руководитель:** д.т.н., доцент Т.Е. Литвинова

**ТОПТЫГИНА М.Н.**

Тюменский государственный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ СУРГУТСКОГО ПОЛЕСЬЯ ДЛЯ  
ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

**TOPTYGINA M.N.**

Tyumen State University

**RESEARCH OF METHODS OF PROCESSING STATISTICAL INFORMATION  
OF SNOW COVER IN THE TERRITORY OF SURGUT POLESIE FOR THE  
ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION**

В работе предлагается исследование методов обработки информации содержания загрязняющих веществ в снежном покрове на территории Сургутского полесья для оценки загрязненности атмосферного воздуха. Изучено содержание тяжелых металлов в снежном покрове в контрольных, подфакельных и фоновых точках за многолетний период времени.

Сургутское полесье – это заболоченная территория, расположенная в центральной части Ханты-Мансийского автономного округа Югры, где ведется активная разработка углеводородных месторождений.

В настоящее время наблюдается активный процесс загрязнения снежного покрова территорий не только естественным, но и антропогенным фактором. Снег, благодаря высокой сорбционной способности, в течение всего зимнего периода накапливает практически все вещества, поступающие в атмосферу. Снежный покров способен аккумулировать в себе

загрязняющие вещества и может явиться основой для оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха.

Основными источниками загрязнения территории нефтяными углеводородами, фенолами, хлоридами, тяжелыми металлами (ТМ) являются геологоразведочные работы, обустройство промысла, шламовые амбары и сброс пластовых вод при технологических операциях на скважинах. Большая часть ТМ, присутствующих в выбросах, относится к первому и второму классам опасности. Они оказывают отрицательное воздействие на физиологические функции организмов, состояние жизнеобеспечивающих природных сред. Также ТМ обладают высокой аккумулятивной способностью, трудно выводимы из организма и окружающей среды [2].

Целью работы является исследование снежного покрова на территории Сургутского полесья для оценки загрязненности атмосферного воздуха за многолетний период времени, а также исследование методов обработки статистической информации.

Для решения поставленной задачи были использованы данные локального экологического мониторинга по содержанию тяжелых металлов (железо, марганец, никель, свинец, хром VI, цинк) в контрольных, подфакельных и фоновых точках на период с 2006 по 2012, 2015 и 2016 г. Всего было проанализировано около 19350 проб, из них 3615 проб относятся к Fe, Mn – 3113 пробы, Ni – 3151 пробы, Pb – 3135 пробы, Cr – 3104 пробы, Zn – 3233 пробы.

В ходе работы был проведен анализ не собственно снежного покрова, а талой воды. Поскольку для оценки снежного покрова нет установленных нормативов, поэтому были использованы нормативы, установленные для водных объектов рыбохозяйственного назначения (ПДК р.х), так как во время снеготаяния талые воды напрямую попадают в водные объекты. Также проведена первичная статистическая обработка данных, где были рассчитаны такие показатели, как максимальные, минимальные и средние значения. Рассмотрены и произведены методы расчета статистического анализа, характеристика которых более подробно указана в таблице 1.

Таблица 1 – Использованные методы статистического анализа [1]

Метод расчета	Суть метода	Характеризующий экологический фактор
Мода	Значение во множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто. В дискретном распределении модой является вариант признака, имеющий наибольшую частоту.	Наиболее часто встречаемое значение в показателях, коррелирующее в массиве.
Медиана	Значение признака у единицы совокупности, делящей ранжированный ряд пополам (или стоящей в середине ранжированного ряда).	Наиболее устойчивое значение к аномальным отклонениям (выбросам).
Среднее квадратичное отклонение	Показывает, насколько в среднем отклоняются конкретные варианты признака от их среднего значения. Вычисляется путем извлечения квадратного корня из дисперсии.	Показывает насколько сильно отклоняются от среднего значения в массиве данные значений отобранных проб. Чем меньше среднее квадратичное отклонение, тем лучше среднее значение характеризует всю совокупность.
Коэффициент вариации	Дает возможность сравнивать, оценивать колеблемость величин различных признаков.	Значение, показывающие насколько однородны или нет имеющиеся с разным масштабом данные.

По результатам проведенного исследования сделаны следующие выводы:

1. С 2006 по 2012, 2015 и 2016 гг. превышения значений в контрольных, фоновых и подфакельных точках по максимальным показателям наблюдаются почти у всех тяжелых металлов, кроме хрома. По минимальным показателям превышений не наблюдается. По средним показателям превышение цинка (0,02-0,04) наблюдается на протяжении всех лет. Незначительные превышения железа, никеля и свинца присутствуют с 2006 по 2008 год, в последующих годах превышений не обнаружено.

2. Показатели моды и медианы не превышают норм ПДК у железа, марганца, хрома и никеля. У свинца превышения наблюдаются с 2006 по 2008 гг., у цинка в 2011 и 2012 гг.

3. Максимальное среднее квадратичное отклонение в основном у показателей железа (2008, 2012, 2015 гг.), у никеля (2007 г.), у цинка (2008 г.). Это можно объяснить тем, что в данных точках наблюдаются максимальные значения по превышению ПДК. На протяжении времени отклонение от среднего улучшается к 2016 году.

4. Коэффициент вариации во всех точках составляет более 33%, что свидетельствует о неоднородности значений. Также большая часть данных имеет значения более 100%, что говорит о наличии показателей, сильно отличающихся от средней величины. Такой результат может означать, что в исследуемой совокупности сильна вариация признаков по отношению к средней величине.

#### **Список литературы:**

1. Горшков М.В. Экологический мониторинг: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.

2. Пинский Д.Л. Тяжелые металлы и окружающая среда / Д.Л.Пинский. - М.: Дрофа, 1997.-116 с.

**Научный руководитель:** к.г.н., доцент Н.Н. Москвина

**ХЕЦУРИАНИ ТЕ.**

Донской государственный технический университет, г. Ростов на Дону  
Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону

### **ЧИСТАЯ ВОДА ОСНОВА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ**

**KNETSURIANI T.E.**

Don state technical University, Rostov-on-Don  
Rostov state medical University. Rostov-on-don

### **CLEAN WATER IS THE BASIS OF POPULATION HEALTH**

В работе предлагается обоснование актуальности темы экологической безопасности населения и решения важнейших задач в сфере создания санитарно эпидемиологического благополучия населения, путём обеспечения его доброкачественной питьевой водой. В тезисах перечислены заболевания взаимосвязанные с употреблением загрязненной воды.

Ранее отмечалось, что наша планета Земля располагает достаточно обширными водными ресурсами. Однако большая часть природных водных ресурсов относится к категории солоноватых и соленых по содержанию в воде растворенных солей. Высокое содержание в воде различных солей, более 1 г/дм<sup>3</sup>, препятствует широкому использованию её в народном хозяйстве. Долговременное потребление человеком воды с повышенным содержанием солей приводит к ряду урологических и желудочно-кишечных хронических заболеваний [1-5], Запасы же пресной воды (при содержании в ней растворенных солей менее 1 г/дм<sup>3</sup>) сравнительно малы. Они с учетом части подземных (маломинерализованных, пресных) вод составляют около 32200 тыс. км<sup>3</sup>, или всего лишь немногим более 2 % объема всей гидросферы. При этом большая часть пресных вод (около 97 %) находится в ледниках Антарктиды, Гренландии, на полярных островах и на вершинах гор, т.е. в труднодоступных местах. Таким образом, для широкого использования мы располагаем сравнительно небольшими запасами водных ресурсов. В то же время качественный состав воды в природных водоисточниках (особенно поверхностных) на протяжении последних 40- 50 лет непрерывно ухудшается за счет интенсивного антропогенного воздействия на них.

Одной из важнейших задач в сфере создания санитарно эпидемиологического благополучия населения является обеспечение его доброкачественной питьевой водой, безопасной в

эпидемиологическом отношении как фактора, существенно влияющего не только на инфекционную, но и общую заболеваемость населения.

Вода – основа жизни на Земле. Она является самым распространенным веществом в биосфере; без нее не проходит ни один процесс в человеческом организме. Используя воду, готовят пищу, поддерживают комфорт, чистоту в доме, удовлетворяют физиологические, гигиенические, рекреационные, эстетические и иные потребности человека.

Вода – идеальное место для жизни и развития разных микроорганизмов, в том числе и болезнетворных. Поэтому часто из-за них и загрязненности вредными и опасными примесями она становится источником разных заболеваний; статистика ВОЗ указывает на ее «причастность» почти к 80% инфекционных заболеваний, которыми болеют люди на всей Земле. Сегодня в большинстве стран, особенно в регионах с плотным размещением промышленных предприятий, наблюдается дефицит пресной чистой воды. Причина этого – в постоянном ее загрязнении вредными и опасными веществами, имеющими техногенное происхождение. Причем поступают они в водоемы, в почву, обычно минуя очистные сооружения, которых или нет, или недостаточно, или на которых используются устаревшие технологии очистки.

Употребление для питья, приготовления пищи некачественной воды – основная причина ухудшения или расстройства здоровья человека. Об этом говорил еще в глубокой древности основоположник медицины Геродот, предупреждая сограждан в своих трудах о вредности жестких, солоноватых вод, о зависимости их качества от местоположения источников жидкости.

Масштабы распространения заболеваний, причиной которых является загрязненная вода, не прошедшая надлежащую очистку в очистных сооружениях, очень значительны и оцениваются в мировом масштабе 2 млрд. человек. Болезни, связанные с этой причиной, разделяются на инфекционные и неинфекционные.

Первые связаны с переносом водой их возбудителей и способны оказывать негативное влияние на здоровье отдельных людей, могут приводить к возникновению серьезных эпидемий. Среди переносчиков заболеваний инфекционной природы особенно опасны возбудители кишечных болезней: дизентерии, паратифов, брюшного тифа, холеры

Заболевания неинфекционной природы связаны с изменением химического состава воды. Это примеси в виде тяжелых металлов, поступающие с производств в составе сливов из-за некачественной обработки на локальных очистных сооружениях промпредприятий; недостаток или переизбыток в воде определенных веществ, которые, находясь в жидкости в определенных количествах, наоборот способствуют нормальному развитию организма человека.

Переизбыток или нахождение в воде определенных химических веществ оказывает на организм человека общетоксическое действие. В итоге понижается его сопротивляемость к разным болезням, что влечет рост эндокринных, неинфекционных кишечных, сердечнососудистых и иных заболеваний у населения.

Специалистами-медиками различают патологические состояния здоровья, которые вызываются химическими веществами, поступающими в воду техногенным путем и химическими элементами, присутствующими в ней изначально в природе. Последнее связывают с общим солевым составом (минерализацией) жидкости, низкие или высокие показатели которой также являются факторами, приводящими к психическим расстройствам, болезням органов слуха, нервной системы у человека.

К примеру, в опубликованных специалистами данных по влиянию на человека воды повышенной жесткости (с содержанием выше нормы хлоридов магния и кальция, сульфатов, бикарбонатов) приводится статистика роста целого ряда серьезных заболеваний, связанных с системой кровообращения, органов пищеварения. Кроме того, наблюдается увеличение случаев появления новообразований желудка, пищевода. Встречаются чаще у людей болезни эндокринной системы, нарушение обменных процессов, расстройство питания. Многие из врачей считают такое состояние жидкости одной из главных причин уролитиаза (мочекаменной болезни) у населения.

Вода, в которой растворено повышенное количество хлоридов, способствует болезням систем кровообращения, появлению новообразований в органах, относящихся у челове-

ка к мочеполовых. Избыточное содержание сульфатов и хлоридов наносит серьезный вред всей пищеварительной системе.

Интересны исследования, которые провели специалисты с группами граждан, потребляющими сырую жесткую воду, в которой присутствовал сухой остаток, и очищенную на специальном оборудовании очистных сооружений. Оказалось, что процент хронических заболеваний значительно выше у первой группы, чем у второй. А их жалобы на болезни относятся к органам пищеварения, дыхания, системам кровообращения (ишемическая, гипертоническая болезнь). В числе более распространенных заболеваний у школьников, входящих в эту группу, оказались вегетососудистые дистонии и другие болезни нервной системы.

Относительно школьников имеются и другие интересные исследования. Оказывается 50% из них, потребляя воду из-под крана, уже к середине дня чувствуют общую усталость, у них понижается работоспособность. При этом у тех, кто пил воду, предварительно очищенную на очистных сооружениях, этот показатель 23%. Последние, помимо прочего, почти в 5 раз реже болеют (12% к 60%).

Токсическое воздействие химических элементов, попадающих в воду и не выводимых на очистных сооружениях, характеризуется сведениями, представленными в таблице.

Наименование химических элементов	Болезни, к которым приводят химические элементы
Мышьяк, трихлорэтилен, бор, фтор, цианиды, медь	Анемия
Фтор	Бронхиальная астма
Бензол, хлорированные фенолы	Лейкемия
Мышьяк, пестициды, бериллий, бор, динитрофенолы, хлороформ, ртуть, цинк	Заболевания, связанные с пищеварительным трактом (повреждения, желудочные боли, функциональные расстройства)
Бор, цинк, динитрофенолы, тетрахлорэтилен, фтор, цианиды, медь, свинец, хлороформ, ртуть, бензол, трихлорэтилен (ТМ), тригалометаны, галлоформы, альдрин (инсектицид)	Болезни сердца (тахикардия, нарушения функционирования, брадикардия, повреждение мышцы, сердечнососудистые изменения)
Мышьяк, бериллий, альдрин (инсектицид), бор, хлорированные фенолы, хлорнафталины, хром, TRI, хлор, динитрофенолы, нефтяные масла, детергенты, фтор, кобальт, никель, пластмассы, ароматические циклические углеводороды, ртуть	Дерматозы, экземы
Хлор, тетрахлорид углерода, магний, хлороформ, тяжелые металлы, бензол	Цирроз печени
Нитраты, азиды, хлораты, нитриты, перхлораты, динитрофенолы, фенол, тетрахлорид углерода	Метгемоглобинемия

В природных, не загрязненных техногенными примесями, водах как норма присутствуют микроколичества фтора, йода, молибдена, селена и иных веществ. Все они являются жизненно необходимыми для нормального развития организмы человека. Если их в жидкости слишком много или недостает, это может быть причиной патологических изменений или физиологических сдвигов.

Источники загрязнения воды в природе. Вода в природных условиях может загрязняться двумя путями: естественным и из-за сбросов в окружающую среду сливов, возникающих в процессе жизнедеятельности человека и не проходящих очистные сооружения или при несовершенстве последних.

В числе природных путей загрязнения протекание вод через природные залежи сланцев, селитровых, асбестосодержащих или полиметаллических руд. К числу жидкостей, имеющие избыточные примеси естественного происхождения, относятся минеральные и геотермальные воды.

Антропогенные источники загрязнений вод опасными примесями: сливы от промпредприятий, жилых домов; талые и ливневые воды с селитренных и промышленных территорий; нефтехранилища, свалки; захоронения животных, отходов; отвалы пепла и шлаков; места хранения минудобрений; стоки и пыль с автодорог; животноводческие комплексы и пр.

**Вывод.** В результате проведенного обзора можно сделать вывод. Глобальные экологические проблемы современности создали неизбежность перехода человечества к разумному контролю и регулированию антропогенного воздействия на природную среду. В частности, причина глобальной проблемы современности нехватки качественной питьевой воды не в природных процессах, а заложена в не экологическом водопользовании. Решить эту проблему можно только бережным использованием воды и бережливым отношением к водным ресурсам планеты с использованием экологически безопасных систем водоснабжения. Чистая вода – залог здоровая человечества.

**Список литературы:**

1. Хецуриани, Е.Д., Колмакова Т.С., Акименко М.А., Хецуриани Т.Е. / Экологическая безопасность водной среды - залог здорового будущего // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2018. - № 3 (23). - С. 86-96.
2. Хецуриани, Е.Д., Хецуриани Т.Е. / Результаты исследований водоприемника для создания системы, обеспечивающей экологическую безопасность питьевого водоснабжения городского хозяйства // Изв. вузов. Строительство. - 2018. - № 10. - С. 50-59.
3. Хецуриани, Е.Д., Хецуриани Т.Е., Чаплыгина Е.В., Жукова Т.В. / Значение органолептических показателей питьевой воды Ростовской области как факторов эпидемической безопасности здоровья населения // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2019. - № 2 (26). - С. 24-34.
4. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Блясов А.И. / Научно-методологические основы экологической безопасности на водозаборных технологических комплексах систем многоцелевого водоснабжения: [Текст]: монография // Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова и др. ; под общей редакцией Л. Н. Фесенко. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2020. - 324 с.
5. Дубинин Н.П., Алтухов Ю.П. Окружающая среда и генетический груз в популяции человека // Успехи в современной генетике. - 1992. - Выпуск 10. - С.3-26.
6. Захарченко М.П., Маймулов В.Г., Шабров А.В. Диагностика в профилактической медицине. - СПб.: МФИН. - 1997. - 516 с.
7. Иванов А.В., Семенов В.В. и соавт. Методические рекомендации по биоиндикации мутагенного фона внешней среды на высших растениях // №05-485. - 23.02.93. - Казань. - 23 с.
8. Турусов В.С., Ракитский В.Н., Ревазова Ю.А. Еще раз о проблеме порога в химическом канцерогенезе // Вопросы онкологии. - 1998. - том 44. - №4. - С.468-475.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Е.Д. Хецуриани

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПНГ НА РАННИХ  
ЭТАПАХ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ X

KHLOPOTOVA E.A.  
Tyumen State University

SEARCH FOR THE OPTIMAL OPTION FOR APG USE IN THE EARLY STAGES OF  
DEVELOPMENT X

ПНГ – попутный нефтяной газ – смесь углеводородов, растворенных в нефти. ПНГ состоит в основном из метана и этана, но также содержит в себе пропан, бутан и другие ценные продукты алканового ряда. Попутный нефтяной газ считается побочным продуктом добычи углеводородного сырья, поэтому чаще всего весь объем ПНГ сжигается на факельных установках. Однако при сжигании ПНГ в атмосферу попадает большой объем парниковых газов (углекислый газ, метан), сажа, оксиды азота и другие вредные и опасные для окружающей среды вещества.

Ввиду того, что ПНГ считался побочным продуктом добычи, его не использовали в целях монетизации производства, а сжигали на факельных установках. Однако тенденция сменилась после принятия важных соглашений, которые стали мировыми регуляторами количества выбросов парниковых газов в атмосферу: Киотское и Парижское, которые направлены на стабилизацию и урегулирование уровня выбросов, а также уменьшение пагубного влияния промышленности на экологию. Наша страны и отдельные нефтегазовые компании, следуя экологическому тенду, разворачивают глобальные стратегии, направленные на уменьшение вреда окружающей среде: «Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», согласно которой, одной из самых серьезных проблем является загрязнение воздуха.

Выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу в нефтегазодобывающей отрасли в большинстве связаны со сжиганием побочных продуктов добычи на факельных установках (ФУ) на ранних этапе опытно-промышленной разработки (ОПР). На основании этого был проведен анализ объемов газа, сжигаемого на факелах на 6 случайно выбранных месторождениях. В ходе анализа были рассмотрены объемы добычи газа за период 2020 года и объемы газа, который сжигается на ФУ. В итоге получилось, что утилизируется только 25 % от всей добычи, что идет в разрез с целевым уровнем утилизации порядка 95%.

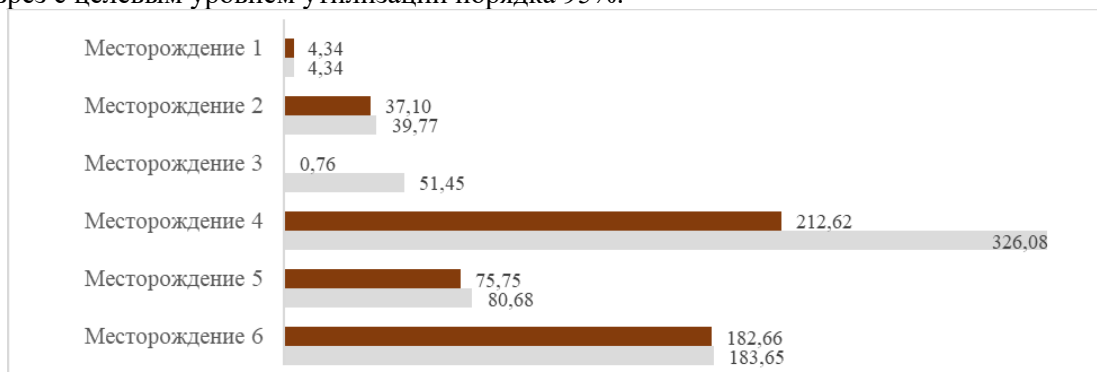
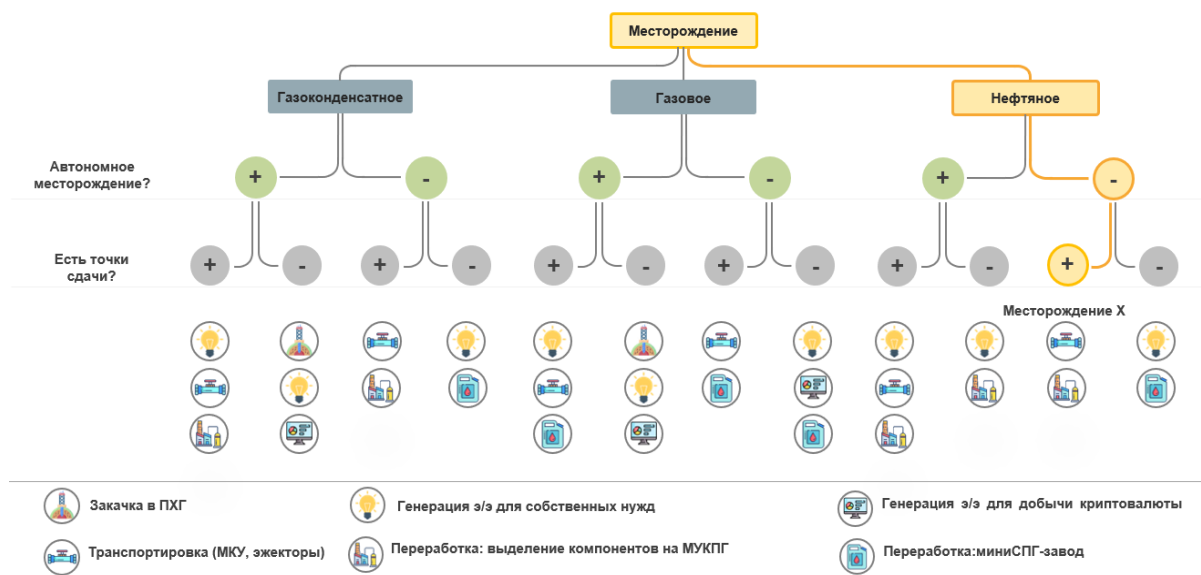


Рисунок 1 – Объемы добываемого и сжигаемого газа по 6 месторождениям

Сжигание ПНГ на ФУ обусловлено минимальными инвестициями (около 0,1 руб./м<sup>3</sup>) и малыми временными затратами (менее года для монтажа ФУ), в сравнении с высокими капитальными и временными затратами для более сложных способов использования ПНГ. Однако в долгосрочной перспективе использование ФУ приводит к упущенной выгоде, так как ПНГ является ценным продуктом, содержащим в себе первые компоненты алканового ряда, которые хорошо монетизируются. В случае месторождения X потерянная выручка составля-

ет около 700 млн рублей за этап ОПР. Таким образом, цель данной работы – поиск эффективного решения для монетизации ПНГ на раннем этапе разработки месторождения X.

На сегодняшний день в нефтегазодобывающих компаниях нет единой методологии по решению данной проблемы, то есть не существует алгоритма, по которому можно определить, какие варианты подойдут для того или иного проекта. На основании этого я разработала дерево решений для месторождений с различными технологическими параметрами, с помощью которого, можно определить оптимальные решения исходя из его особенностей, а также приоритетов компании. Наиболее перспективными решениями для месторождения X станут методы трубопроводного транспорта и неглубокая переработка ПНГ.

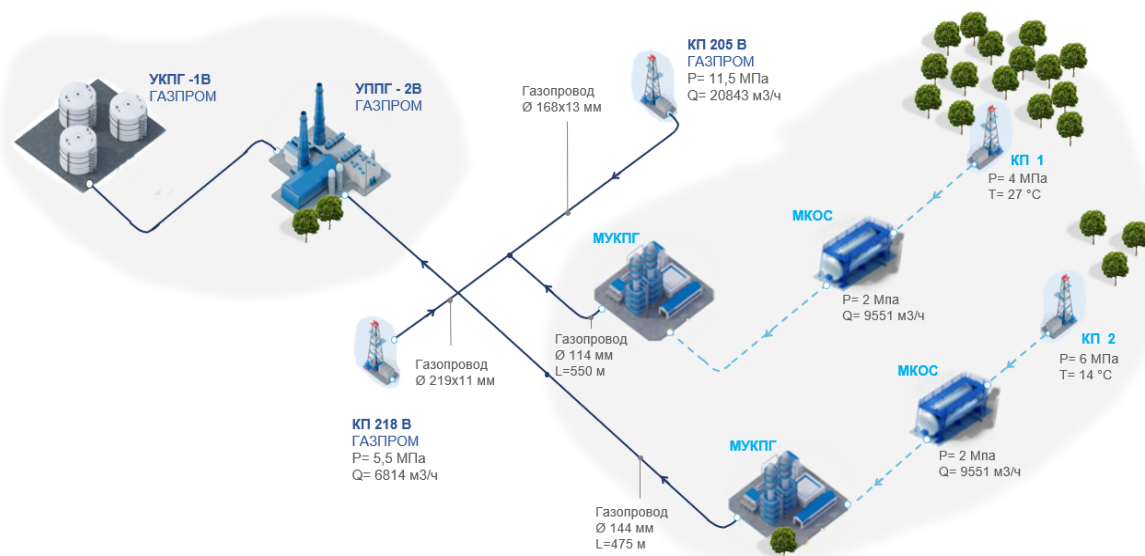


Был проведен обзор существующих методов использования ПНГ и выявлено, что наиболее перспективными решениями для проекта станут методы трубопроводного транспорта и неглубокая переработка ПНГ, так как поиск решения ограничивается следующими факторами: месторождение X находится на этапе ОПР; в работе находятся две кустовые площадки профиль добычи ПНГ которых не очень высокий; на текущий момент нет собственной инфраструктуры для подготовки; однако в непосредственной близости находится кусты и трубопровод Газпрома. Для решения проблемы рассматриваются три технологии: мобильная блочно-модульная установка по подготовке газа (МУКПГ), мобильная компрессорная установка (МКУ) и решения трубопроводного транспорта.

В рамках выполнения данной работы были собраны исходные данные для расчетов установок: давления и температуры ПНГ после ступеней сепарации, компонентный состав ПНГ, профили добычи газа на кустовых площадках, давления и температуры в точках подключения, наличие точек сдачи подготовленных продуктов и оценка загрузки точек сдачи. По данным параметрам был произведен технический расчет МУКПГ и МКУ и получены технико-коммерческие предложения, на основании которых был произведен расчет экономической эффективности применения установок для месторождения X.

Так как в радиусе пятисот метров от рассматриваемых кустовых площадок проходит трубопровод Газпром, существует возможность сдачи в него ПНГ, однако нужна дополнительная подготовка, так как существует серьезная разница в их РТ-параметрах. Первый рассматриваемый вариант был использование МУКПГ, так как по мимо необходимой подготовки с помощью данной установки можно получить дополнительную монетизацию от реализации ПНГ за счет выделения стабильного конденсата.





Проведенный расчет экономической эффективности для мобильной блочно-модульной установки по подготовке газа показал, что для текущих условий (профиль добычи, объемы получаемых продуктов – сухой отбензиненный газ и стабильный конденсат, стоимости сдачи газа, а также капитальные затраты на строительство установки и операционные затраты на ее обслуживание) использование такой установки на месторождении X не рентабельно. Согласно расчету основные показатели эффективности: чистый дисконтированный доход (NPV), индекс прибыльности инвестиций, внутренняя норма доходности показывают отрицательную эффективность применения данной технологии. Таким образом, нецелесообразно извлекать при таком объеме стабильный конденсат, так как его содержание в объеме ПНГ не очень велико, для перекрытия высоких капитальных и операционных затрат, несмотря на высокую цену сдачи конденсата.

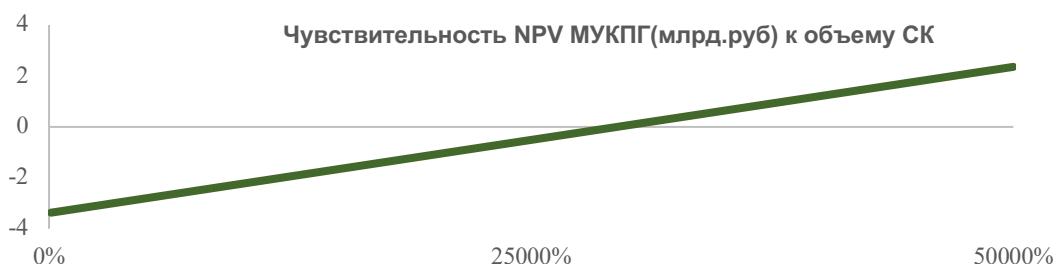
CAPEX, млн. руб	OPEX, млн. руб	NPV, млн. руб	PI, ед.	FCF, млн. руб	DCF, млн. руб
1801	5106	-3369	-3,39	-6437	-3368

В ходе работы был рассмотрен вариант арендной схемы МУКПГ, на основании технико-коммерческого предложения от компании Y. Основными условиями арендного договора стали цена аренды – 1.3 млн. рублей в сутки и минимальный срок эксплуатации 2 года. А также вывоз всех продуктов переработки, все затраты связанные с обеспечением установки электроэнергией и строительно-монтажные работы, включающие в себя подготовку и отсыпку площадки, остаются в зоне ответственности месторождения X.

Аналогично был проведен расчет экономической эффективности арендного решения. В сравнении с вариантом покупки установок эффективность проекта понизилась, по причине сильного увеличения операционных затрат. Таким образом, вариант аренды подходит проектам с более коротким сроком ОПР, в случае применения на месторождении X арендная схема МУКПГ не имеет смысла.

CAPEX, млн. руб	OPEX, млн. руб	NPV, млн. руб	PI, ед.	FCF, млн. руб	DCF, млн. руб
426	9202	-4603	-7,61	-9483	-4603

Из проведенных ранее результатов расчетов стало очевидно, что выделение стабильного конденсата из потока ПНГ не приносит ожидаемого эффекта.



В связи с этим был проведён расчет мобильной компрессорной установки, которая позволяет подготовить ПНГ до нужных параметров, необходимых для его сдачи без выделения стабильного конденсата. В сравнении с использованием МУКПГ было получено небольшое снижение выручки из-за отсутствия стабильного конденсата, однако произошло снижение капитальных затрат за счет снижения стоимости установок в сравнении с МУКПГ, уменьшение операционные затраты за счет упрощения технологического процесса. Основные показатели эффективности, такие как чистый дисконтированный доход и уровень индекса прибыльности инвестиций хоть и увеличились, однако не перешел черту рентабельности для данного месторождения X.

CAPEX, млн. руб	OPEX, млн. руб	NPV, млн. руб	PI, ед.	FCF, млн. руб	DCF, млн. руб
1456	4495	-3134	-1,54	-5932	-3134

Ввиду того, что рассмотренные варианты не показали предполагаемого эффекта, был совершен расчет целевых ориентиров согласно которому, для достижения минимального положительного значения NPV и при сохранении уровня цены сдачи газа и профиля добычи необходимо снизить показатели операционных затрат минимум в 14 раз, а показатели капитальных затрат минимум в 7 раз.

NPV, млн. руб	Netback, рублей за 1000м3	Добыча ПНГ на этапе ОНР, млн. м3	Capex, млн. руб	Orex, млн. руб
1,53	4378	147	325	128

В связи с этим был расширен радиусу поиска решений в территориальном и технологическом смысле, и появился новый вариант - сдача ПНГ прямым путем в газопровод Газпрома. Дело в том, что рассмотренные ранее решения предполагали необходимость покупки дополнительного оборудования для подготовки ПНГ месторождения X до параметров газа Газпрома из-за высокой разницы в параметрах. В данном варианте существует возможность подключения к кустам Газпрома, где параметры газа близки к параметрам ПНГ. Таким образом, был рассчитан газопровод, необходимый для транспортировки ПНГ до кустовых площадок Газпрома его суммарная длина получилась около 8,5 км.

Рассчитав экономику для этих газопроводов, получилось, что чистый дисконтированный доход значительно увеличился и перешел черту рентабельности для данного месторождения, а уровень индекса прибыльности инвестиций стал больше 1,15 (целевой показатель эффективности проектов в Компании), так как капитальные и операционные затраты значительно снизились и советуют целевым ориентирам, определенным ранее. Это означает, что применение данного решения на раннем этапе разработки месторождения X является экономически выгодной перспективной для проекта.

CAPEX, млн. руб	OPEX, млн. руб	NPV, млн. руб	PI, ед.	FCF, млн. руб	DCF, млн. руб
341	173	40	1,17	345	40

Кроме того, применение данного варианта несет в себе дополнительную ценность в виде возможности утилизации ПНГ на этапе эксплуатации и отсутствия штрафов за сверхсжигание. Дальнейшее использование решения может принести ценность для месторождения X в виде монетизации ПНГ от рассматриваемых кустовых площадок от его реализации компании Газпром. Расчет экономика на длительную эксплуатацию показал, что это решение

может принести хороший экономический эффект в сравнении с вариантом сжигания ПНГ на факельной установке.

Таким образом в ходе выполнения работы был произведен анализ применяемых методов решения проблемы, определены и рассчитаны наиболее перспективные варианты, и произведена оценка их экономической эффективности. Исходя из сравнения вариантов был выбран наиболее эффективный. А также при работе с выбранным решением была выявлена дополнительная ценность для проекта в долгосрочной перспективе.

**Научные руководители:** директор Политехнической школы ТюмГУ, М.О. Писарев;  
Начальник управления перспективного развития, ОАО "Газпромнефть-Заполярье",  
Д.И. Пономарев

**ЧЕКАЛОВ АЮ.**

Российский государственный геологоразведочный университет  
им. Серго Орджоникидзе (МГРИ)

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭМУЛЬСИОННОГО ЗАТОПЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФЕНА ДЛЯ ВЫТЕСНЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ НЕФТИ ИЗ ПЛАСТА**

**CHEKALOV A.Y.**

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting

## **THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF ENHANCED OIL RECOVERY THROUGH THE MICROEMULSION FLOODING ADDING GRAPHENE FOR THE DISPLACEMENT OF RESIDUAL OIL**

Одна из наиболее насущных проблем современной нефтегазодобывающей отрасли заключается в разработке месторождений, находящихся на стадии истощения. Современные способы интенсификации дебита углеводородов, например, гидравлический разрыв пласта (ГРП), волновое и тепловое воздействие на ПЗП либо экономически нерентабельны, либо чрезвычайно вредны для окружающей среды.

В последнее десятилетие в мировом сообществе наметился тренд на устойчивое развитие, что подтверждается установленными ООН в 2015 году Целями в области устойчивого развития, принципами международной ассоциации IPIECA и рядом экологических соглашений между нефтегазовыми корпорациями.

Такая тенденция приводит к острой необходимости в доработке существующих методов интенсификации дебита и разработке принципиально новых технологий добычи углеводородов на месторождениях, находящихся на 3-ей и 4-ой стадиях разработки.

В 2013 году учёные из лабораторий МГУ (РФ) и университета Райса (США) обнаружили способность графена, двумерной аллотропной модификации углерода, нейтрализовать радионуклиды различного происхождения, за счёт связывания их отдельных ионов в твердые тела. Начиная с этого момента значительно возрос интерес отрасли к использованию графена в различных направлениях нефтегазовой отрасли. Было установлено, что преимущества использования графена не ограничиваются на способности нейтрализовать радионуклиды.

В настоящее время особое внимание уделяется исследованиям применимости графена в составе суспензии при проведении микроэмульсионного затопления для вытеснения остаточной нефти из пласта. Этот интерес обуславливается способностью наночастиц графена в пластовых условиях проявлять свойства вытесняющей жидкости. Для этого была использована водная суспензия на основе плоских наночастиц графена.

Проведенные исследования показали, что при использовании графена на границе раздела «вода-нефть» удаётся сформировать зону с очень низким поверхностным натяжением, имеющим низкую чувствительность к температуре и жесткости отложений. Низкое по-

верхностное натяжение обуславливается способностью наночастиц графена образовывать препятствия из жидкокристаллических слоев макромолекул.

Подобный эффект позволит решить одну из ключевых сложностей, связанных с использованием метода микроэмульсионного затопления: микроэмульсии за счёт своей тяжести и вязкости эффективно вытесняют флюиды в лабораторных условиях, но являются крайне чувствительными к агрессивным реальным условиям: высокой пластовой температуре и давлению. Вследствие этого происходит значительная потеря их вытесняющих свойств. В случае с графеном подобной сложности не возникает, поскольку получаемая суспензия не является микроэмульсией.

В результате синтеза плоских углеродных наноструктур образуется суспензия с размером частиц 200-400 нм и поверхностным натяжением  $\sigma = 43$  мН/м, что значительно ниже, чем у обыкновенных микроэмульсий. Микроскопическое исследование этого углеродного материала показало наличие идеальных кристаллов графита различной толщины.

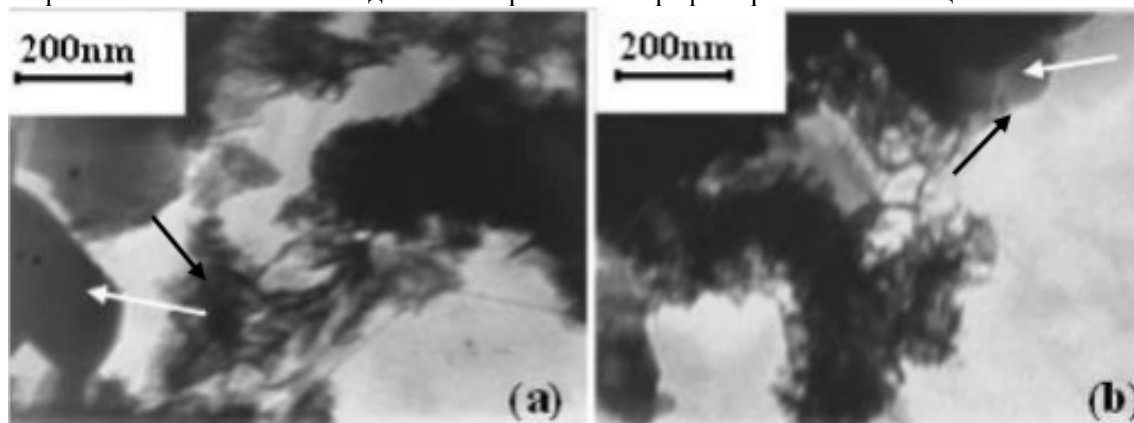


Рисунок 1 – Образование кристаллов графита в полученной суспензии

Образование кристаллов графита обуславливает характеристики получаемой суспензии, её вытесняющие условия не изменяются в зависимости от условий среды, давление, высокая температура и жесткость отложений

Проведенные исследования показали, что добавление суспензии к масляной фазе уменьшило начальную вязкость на 0,7%, что привело к увеличению стабильности суспензии.

Экономические расчеты показали целесообразность использования представленного метода микроэмульсионного затопления с использованием графена для вытеснения остаточной нефти из пласта. Проведенное сравнение с другими технологиями интенсификации притока продемонстрировало, что технология микроэмульсионного затопления с использованием графена представляется на 11% более финансово выгодной относительно тепловых и механических способов. Кроме того, в настоящий момент в России ведётся активная работа в направлении оптимизации процессов производства графена, что в будущем приведёт к ещё более существенному удешевлению технологии.

Также использование данного способа позволит снизить частоту использования операций гидравлического разрыва пласта в практике интенсификации дебита, что благоприятно скажется на состоянии окружающей среды вблизи разрабатываемых месторождений.

**Научный руководитель:** преподаватель кафедры современных технологий бурения скважин К.О. Щербакова

## **Секция 16. УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ, ОЧИСТКА ВОДЫ, ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

**АДУШЕВА Д.Ю.**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

### **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

**ADUSHEVA. D.Yu.**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

### **THE ANALYSIS OF MODERN DISPOSAL METHODS MERCURY-CONTAINING WASTE**

В работе анализируется эффективность основных методов утилизации и переработки ртутьсодержащих отходов. Рассмотрен в сравнительном аспекте принцип действия установок по утилизации ртутных ламп, люминесцентных, энергосберегающих ламп, ДРЛ – УРЛ 2М и Экотроп- 2 российского производства.

В настоящее время в связи с формированием новой отрасли промышленности по переработке и утилизации опасных отходов, и прежде всего, отходов 1 и 2 класса опасности, актуальным является обоснование и выбор наилучших доступных технологий для организуемых предприятий. Особо остро стоит вопрос переработки и утилизации ртутьсодержащих отходов (PCO), относящихся к 1 классу опасности. Спектр таких отходов достаточно широк, к ним относятся и ртутные лампы бытового и промышленного назначений, люминесцентные, энергосберегающие лампы и ДРЛ. В нашей работе сделан анализ современных методов утилизации PCO и установок для переработки ртутьсодержащих ламп.

При переработке PCO используют следующие методы: амальгамирования, высокотемпературный обжиг, термические и химико-металлургические [1]. Правильная утилизация PCO – необходимая мера защиты здоровья людей и окружающей среды от токсичных испарений, поступающих из разных источников: вышедших из строя ламп, импульсных реле, термометров, манометров и прочих приборов. Эта процедура строго регламентирована ГОСТ Р 52105-2003. Для ее проведения могут использоваться различные методы, отличающиеся особенностями технологии и используемым оборудованием:

**Высокотемпературный обжиг.** Эта технология заключается в обжиге загрязненных ртутью отходов при температуре 450-550°C. Процесс может происходить в вакуумной среде или под высоким давлением. На пике нагрева в установке образуется газ, который перенаправляется в отдельную камеру и очищается от ртутных паров [2].

**Амальгамирование.** Данный метод подразумевает использование меди, никеля, серебра, цинка, серы и других неорганических материалов. По завершению процесса образуются полутвердые амальгамы, позволяющие снизить количество выделяемых в окружающий воздух токсичных паров [3].

**Термическая демеркуризация.** Самая эффективная и безопасная технология, которая предполагает прогревание или прокачивание PCO. В данном случае необходимо использовать оборудование для переработки отходов, способное обеспечивать испарение ртути с последующей конденсацией ее паров или прямую дистилляцию.

**Химико-металлургическая обработка.** Данный метод может использоваться для отходов с низким уровнем токсичного загрязнения, а также для очистки ртути от примесей перед последующей термической демеркуризацией или обжигом. Он основан на применении хлористого железа, сульфата натрия, мыльных растворов или других концентрированных щелочей и органических растворителей.

Для утилизации ртутьсодержащих ламп существует несколько методов:

Метод «сухой» химической демеркуризации, в результате процесса получается тонкоизмельченная смесь стеклобоя, люминофора, серы и сульфида ртути.

Метод «мокрой» химической демеркуризации, сущность которого заключается в переводе ртути в трудно растворимые соединения, как правило, сульфид ртути.

Метод термической демеркуризации, который основан на дистилляции ртути из смеси стеклянного и металлического лома при температуре выше температуры кипения ртути (357°C) при атмосферном давлении с последующей конденсацией ее паров в охлаждаемой ловушке [4].

Метод термовакуумно-криогенной демеркуризации заключается в нагревании измельченных люминесцентных ламп в условиях глубокого вакуума с последующим вымораживанием испарившейся ртути в криогенной ловушке, охлаждаемой жидким азотом. Метод реализован в установках типа УРЛ-2М (производитель – венчурная фирма «ФИД- Д» г. Дубна Московская область) [5].

Метод вибропневматического разделения ртутных ламп на главные составляющие реализован на установках для переработки РСО «ЭКОТРОП-2» (производитель ООО «НПП ЭКОТРОП» г. Москва) [6].

Установка «УРЛ-2М» предназначена для термической демеркуризации люминесцентных ламп всех типов, а также горелок ртутных ламп высокого давления типа ДРЛ и энергосберегающих ламп. Принцип действия установки «УРЛ-2М» основан на сильной зависимости давления насыщенного пара ртути от температуры. Обрабатываемые лампы разрушаются в камере установки, нагреваются до температуры быстрого испарения ртути, а пары ртути откачиваются вакуумной системой установки через низкотемпературную ловушку (НТЛ), на поверхности которой происходит конденсация ртути, стекающей в сборник в виде жидкого металла после размораживания ловушки [7].

Переработка ртутных ламп на установке «ЭКОТРОП-2» проводится следующим образом: ртутные лампы подаются в узел загрузки, где за счет высокого разряжения в пневмовибрационном сепараторе они одна за другой непрерывно подаются в ускорительную трубу, попадают в дробилку и измельчаются. Цоколи отделяются от стекла на вибрирующей решетке и удаляются в сборник – технологический контейнер. Заполненный цоколями технологический контейнер направляется в демеркуризационно-отжиговую электрическую печь, газовые выбросы из которой поступают в систему очистки. В результате термической обработки цоколи полностью очищаются от остаточных загрязнений ртутью. Доочистка цоколей от ртути может быть осуществлена также на установке «УРЛ-2М».

Из анализа характеристик установок демеркуризации следует, что наилучшими показателями по производительности, затратам электроэнергии обладают установки «Экотром-2». В то же время, как уже было сказано выше, данная установка не обеспечивает полного цикла обезвреживания, и требует дополнительной операции по демеркуризации люминофора с целью выделения ртути.

#### **Список литературы:**

1. Дымникова О.В. Проблемы обращения с ртутьсодержащими отходами / О.В. Дымникова, Ю.Р. Зарипова, Т.С. Воскобойник // Охрана окружающей среды. Экология человека // Вестник ДГТУ. 2012. №5 (66). С. 10-11.
2. Российская Федерация. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010г. № 681 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде».
3. Российская Федерация. Приказ МПР РФ от 02.12.2002г. № 786 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (ред. от 30.07.2003 г.)
4. Российская Федерация. Правительство. Приказ МПР РФ от 15.06.2001г. № 511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды»

5. Утилизация отходов. – Москва, 2018 - URL: <http://www.contr.ru/ustanovka-dlyaudalenyartutidemerkurizatsiirtutsoderjashihothodovvsevidyurl2m.htm> – 9.11.2019.
6. <http://www.ecotrom.ru/produkcija/ustanovka-ehkotrom-2>
7. <https://www.google.ru/amp/s/fid-dubna.com/equipment/url-2m/amp/>
8. <https://www.waste.ru/modules/equipment/item.php?itemid=353>

**Научный руководитель:** д.б.н., зав. кафедрой «Экология и техносферная безопасность» института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Ю.А. Гагарина Е.И. Тихомирова

**АТАНГУЛОВА Э.Х.**

Уфимский государственный нефтяной технический университет

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПЕРЕРАБОТКИ СТОКА ПРОИЗВОДСТВА ЦЕОЛИТОВ,  
РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ И ЕЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

**ATANGULOVA E. H.**

Ufa State Petroleum Technical University

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PROCESSING THE EFFLUENT OF ZEOLITE  
PRODUCTION, DEVELOPMENT OF THE PLANT AND ITS CONTROL SYSTEM**

В производстве алюмосиликатных катализаторов, на стадии промывки осадка цеолитов, образуется сток, содержащий примеси в основном в виде силиката и сульфата натрия. В связи с возросшим загрязнением окружающей среды во всех технологических схемах предусматривается рециркуляция или очистка сточных вод с утилизацией солей. Так как некоторые химические предприятия не имеют свою систему утилизации, они вынуждены передавать свои отходы на платной основе для переработки другому предприятию, что связано с достаточно большими экономическими затратами. Поэтому возникает необходимость создать такую установку по переработке стока, которая может решить как экологические, так и экономические вопросы.

Для изучения процесса переработки стока, содержащего сульфат натрия, в мембранном электролизаторе с целью получения гидроксида натрия и сульфата аммония была разработана и создана лабораторная установка, схематично показанная на рисунке 1.

Установка состоит из:

1. Регулируемого выпрямителя;
2. Мембранного электролизера;
3. Емкостей;
4. Насосов.

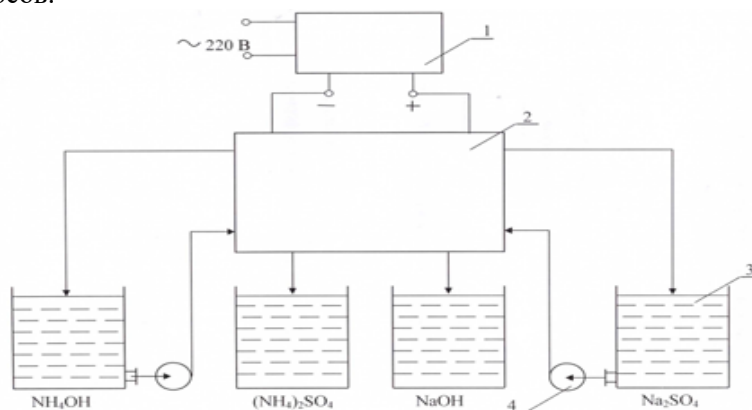


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

При подаче напряжения на электроды электролизера, на ионы в растворах начинают действовать электростатические силы, что приводит к возникновению потока катионов по направлению к катоду, а анионов – по направлению к аноду. Катионы могут свободно мигрировать через катионообменные, а анионы – через анионообменные мембраны. Миграция катионов через анионообменные и анионов через катионообменные мембраны невозможна. На катоде происходит разложение воды с образованием газообразного водорода и ионов гидроксида, а на аноде – разложение вода с образованием газообразного кислорода и ионов водорода. Таким образом, работа электролизера будет приводить к извлечению сульфата натрия из стока и получению растворов гидроксида натрия и сульфата аммония.

Для реализации работы данной установки предложена система управления, включающая в себя контрольно-измерительную аппаратуру и средства автоматизации, которые дают возможность безаварийной работы, позволяют добиться оптимальных показателей процесса при минимальных затратах ручного труда, что ведет к снижению себестоимости целевого продукта, а также поддерживают параметры процесса (рисунок 2).

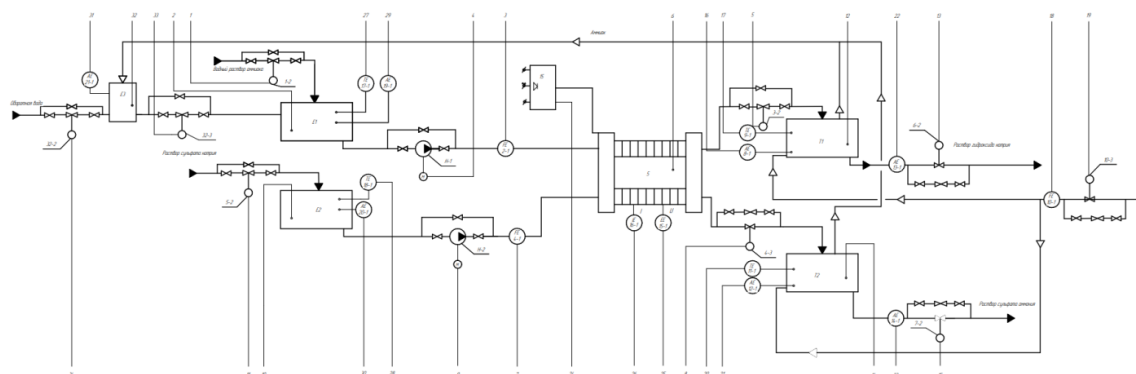


Рисунок 2 – Функциональная схема автоматизации установки по переработке стока

В емкостях с исходными растворами предусмотрен контроль температуры сырья, уровня, а также концентрации аммиака и натрия. При достижении значения уровня выше 70% предусмотрена блокировка, закрываются запорно-регулирующие клапаны, установленные на трубопроводе подачи исходного сырья. При минимальном значении уровня предусмотрена сигнализация. Она необходима для предотвращения сухого хода насосов, которые перекачивают сырье в электродиализатор. Расходы жидкости в электродиализатор регулируются регулирующими клапанами.

Токовая нагрузка регулируется напряжением выпрямителя. Также предусмотрена блокировка при достижении максимального значения напряжения. Контроль за напряжением и током в электродиализаторе обеспечивают вольтметр и амперметр.

Сырье, полученное в процессе электролиза с помощью регулирующих клапанов поступает в теплообменники, где с помощью пара подогревается, с целью испарения избыточного аммиака. Пары аммиака возвращаются в емкость, куда поступает водный раствор аммиака.

Для правильной работы теплообменников предусмотрен контроль за температурой, корректировка которой возможна при помощи регулирования расхода пара, поступающего на подогрев в теплообменники. А также установлены датчики для контроля концентрации аммиака и натрия.

#### Список литературы:

1. Быковский, Н.А. Электродиализная обработка раствора аминоклоргидрата в трехкамерном электродиализаторе с ионообменными мембранами / Н.А. Быковский, В.М. Федоров // Актуальные проблемы химической технологии и подготовки кадров. Всероссийская научно-практическая конференция. 2006. С. 128-129.
2. Пряничникова, В.В. Особенности электрохимической очистки различных типов почв от нефтепродуктов / В.В. Пряничникова, Н.С. Шулаев, Н.А. Быковский, Р.Р. Кадыров // Бутлеровские сообщения. 2018. Т. 53. № 3. С. 124-129.



3. Пряничникова, В.В. Электрокинетическая очистка почв/ В.В. Пряничникова, Н.С. Шулаев, Н.А. Быковский, Р.Р. Кадыров // В сборнике: Образование и наука в современных условиях. Сборник материалов Внутривузовской научно-практической конференции. 2016. С. 98-101.

4. Пряничникова, В.В. Расчет электрических параметров при электрохимической очистке нефтезагрязненных грунтов/ В.В. Пряничникова, Н.С. Шулаев, Н.А. Быковский, Р.Р. Кадыров // Фундаментальные исследования. 2018. № 12-2. С. 208-21

5. Фанакова, Н.Н. Извлечение солей из сточных вод установок водоподготовки / Н.Н. Фанакова, Н.А. Быковский, Е.А. Кантор, Г.Ф. Исламгулова // В сборнике: Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук. Материалы Международной научно-технической конференции. Уфа, 2009. С. 215-217.

6. Пряничникова, В.В. Влияние попутно-добываемых вод на всхожесть рогоза широколистного/ В.В. Пряничникова, Н.С. Шулаев, Р.Р. Кадыров, Н.А. Быковский // В сборнике: Автоматизация, энерго- и ресурсосбережение в промышленном производстве. сборник материалов II Международной научно-технической конференции. 2017. С. 74-76.

7. Быковский, Н.А. Оценка токсичности травильных растворов, содержащих  $TiF_3$ , HF и HCl до и после нейтрализации с использованием метода фитотестирования / Н.А. Быковский, Т.З. Забирова, И.В. Овсянникова, Л.Н. Пучкова, Н.Н. Фанакова // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6. № 2 (19). С. 24-27.

8. Мифтахова, Г.М. Влияние электрообработки нефтепромысловых сточных вод на уровень pH / Г.М. Мифтахова, Н.А. Быковский // В сборнике: Наука и технология углеводородных дисперсных систем. Симпозиум проводится в рамках выполнения Федеральной целевой программы "Государственная поддержка интеграции высшей школы и фундаментальных исследований" (государственный контракт № Н0020). Министерство образования Российской Федерации Государственный комитет Республики Башкортостан по науке, высшему и среднему профессиональному образованию Академия наук Республики Башкортостан ФГБОУ ВПО "Уфимский государственный нефтяной технический университет" Волго-Камское отделение РАЕН. 2000. С. 221-222.

9. Быковский, Н.А. Способ регенерации отработанных кислых травильных растворов, образующихся при обработке изделий из титана / Н.А. Быковский, В.А. Низов, Н.Н. Фанакова // Патент на изобретение RU 2596564 C1, 10.09.2016. Заявка № 2015113659/02 от 13.04.2015.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Н.А. Быковский

**БАБИКОВ О.Е.**

Казанский государственный энергетический университет

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УСТАНОВОК ВОДОПОДГОТОВКИ НА КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1**

**BAVIKOV O.E.**

Kazan state power engineering university

## **RESEARCH OF BIOFOULING PROBLEMS OF THE WATER TREATMENT SYSTEM AT KAZAN CHPP-1**

На установках водоподготовки ТЭС исходная вода в зависимости от принятой схемы водоподготовки проходит следующие стадии очистки: осветление, механическую очистку, катионо- и анионообменные фильтры, фильтры смешанного действия (ФСД). Также активно внедряются баромембранные и электромембранные технологии.

Трубопроводы, резервуары, различные фильтры, в том числе мембраны и ионообменные смолы имеют большую площадь поверхности, которая является активной средой для

образования биологических загрязнений. Поэтому биологическому контролю на водоподготовительных установках (ВПУ) должно уделяться особое внимание.

Несмотря на проводимые режимные мероприятия, микробное загрязнение систем водоподготовки является основной причиной производственных проблем и аварийных ситуаций. Микробное биообрастание и биокоррозия приводят к сокращению срока службы, эффективности и надежности работы энергетического оборудования.

ВПУ на Казанской ТЭЦ-1 организована по «традиционной» схеме: предварительная очистка с последующей технологией ионного обмена. В 2018 г. на Казанской ТЭЦ-1 по программе «ДПМ» была введена в эксплуатацию современная парогазовая установка мощностью 230 МВт (ПГУ-230).

С целью повышения качества питательной воды в химическом цехе КТЭЦ-1 была произведена модернизация ВПУ и дополнительно был установлен ионообменный ФСД. Новая схема ВПУ КТЭЦ-1 представлена на рис 1. В 2020 г. сотрудниками ФГБОУ ВО «КГЭУ» был проведен анализ биологического загрязнения на контрольных участках технологической схемы водоподготовки на КТЭЦ-1.

Анализ биологической активности воды проводился с помощью сертифицированной методики с применением биодетекторов Barttests. Применялись биодетекторы с различной питательной средой: слизеобразующие (SlimeBart), сульфатредуцирующие (SRB-Bart), анализ гетеротрофных бактерий (HAB-Bart) и анализ на общее количество бактерий аэробного и анаэробного типа, а также грибков и дрожжей (дип слайд).

Было выявлено повышенное загрязнение пробы воды, взятой на выходе из фильтра смешанного действия. Уже на первые сутки наблюдалась реакция в виде обесцвечивания в верхней и нижней части тестового сосуда, что свидетельствует о наличии аэробных и анаэробных бактерий.

В программном комплексе «BARTSOFT V.6» были произведены следующие измерения по рискам, которые могут возникать при данном уровне биозагрязнения. В результате было выявлено, что коррозионный риск для оборудования составляет 4 балла из 10 возможных, что свидетельствует о среднем уровне риска. Риск для здоровья персонала составил 2 балла из 10 (низкий уровень риска). Самые большие проблемы на данном участке схемы связаны с биологическим засорением оборудования, и риск данного события составил 7 баллов.

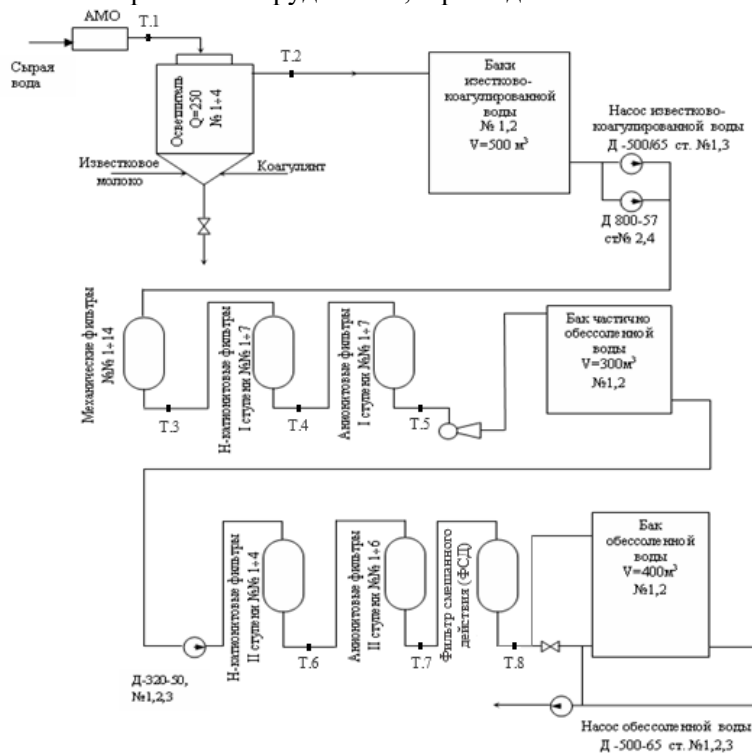


Рисунок 1 – Технологическая схема ВПУ КТЭЦ-1

По результатам исследования можно отметить, что регенерация ионитных ФСД-фильтров на КТЭЦ- 1 не обеспечивает полной очистки ионообменных смол от бактерий, и биоцидной обработке именно этого блока стоит уделить особое внимание. Бактерии проникают и размножаются в трещинах ионообменных смол и могут быть вынесены в котел утилизатор ПГУ, вызывая негативное влияние на работу всей станции: перерасход топлива, зашламливание экранных поверхностей котла, аварийные ситуации по прожогу экранных труб. Снижается эффективность выработки тепловой и электрической энергии, что в целом для современных блоков ПГУ недопустимо.

**Научный руководитель:** проф., д.х.н. Н.Д.Чичирова

**БУГРОВ Р.Ю.**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**BUGROV R.Yu.**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

## **PURIFICATION OF WASTE AND SURFACE WATER FROM OIL AND PETROLEUM PRODUCTS**

Загрязнение водных объектов нефтью и нефтепродуктами (НП) происходит в результате сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, а также при добыче и транспортировке нефтепродуктов. Этому способствуют высокий уровень износа оборудования перекачки, переработки нефти и нефтепродуктов, а также аварии на транспорте. Очистка водных объектов от нефти и продуктов ее переработки имеет ряд особенностей, так как по своей природе эти органические вещества, обладают присущими им свойствами (вязкость, плотность, летучесть, горючесть и другие). Чаще всего для очистки используются сорбционные методы. В последние годы в качестве сорбентов применяют материалы, изготовленные на основе отходов различных отраслей промышленности, которые являются вторичными материальными ресурсами (ВМР). При выборе материалов следует учитывать их экологичность, а также доступность в регионе.

В данной работе предлагается использование новых сорбционных материалов (СМ), полученных на основе отходов промышленности для очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, а также для ликвидации разливов нефти на водной поверхности. Предложено использовать в качестве сорбционных материалов для извлечения нефтепродуктов:

- Сорбент МПС, полученный методом экструзии из смеси отходов полиэтилентерефталата (ПЭТФ) с 15 масс.% (масс.) окисленного графита (ОГ) ( $T_{расш}=200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) при температуре 240-270  $^{\circ}\text{C}$ . В процессе изготовления сорбционных материалов, окисленный графит расширялся непосредственно в полимерной матрице, формируя пористую структуру с высокой удельной поверхностью. Полученный материал механически измельчали до размера зерен  $\sim 2$  мм.

- Магнитный композиционный сорбционный материал, состоящий из ферритизированного гальваношлама и специального материала, полученного и отходов полиэтилентерефталата в соотношении 1:2 (масс.).

Установлено, что полученные материалы являются гидрофобными, плавучесть составила в интервале времени 48 ч– 100 %.

Показано, что первые минуты контакта сорбента МПС с нефтепродуктами сорбционная емкость достигает максимальных значений, после чего СМ способны удерживать нефтепродукты, что связано как с хорошей гидрофобностью и олеофильностью сорбентов, полу-

ченных из термопластов, так и с их структурой. Проведенный анализ распределения пор по размерам показал, что в структуре МПС преобладают мезопоры, в которые могут послойно проникать адсорбируемые молекулы органических соединений, суммарный объем пор составил  $0,032 \text{ см}^3/\text{г}$ , удельная поверхность  $35 \text{ м}^2/\text{г}$ .

На нефтеперерабатывающих предприятиях при работе различных технологических установок образуются конденсаты, содержащие в своем составе нефтепродукты. Проводили оценку сорбционных свойств МПС в динамических условиях сорбции, рис. 1, динамическая сорбционная емкость составила  $3950 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . МПС отличается способностью к многократной регенерации без потери механической прочности (истираемость за цикл  $0,07 \%$ ) и сорбционной емкости, и позволяет использовать отходы в качестве вторсырья, что позволяет сохранить природные ресурсы.

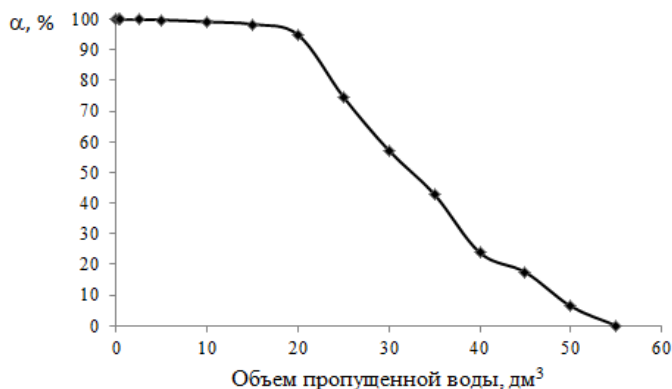


Рисунок 1 – Изменение степени очистки воды ( $\alpha$ ) в динамических условиях сорбции

Для ликвидации разлива нефти на водных акваториях возможно применение данных сорбентов при наполнении ими рукавов, матов, подушек.

Использование магнитных сорбционных материалов возможно как в статических условиях, так и для очистки поверхности воды от НП. Установлено, что КСМ является непористым материалом, удельная поверхность КСМ составляет  $1181 \text{ см}^2/\text{см}^3$ . Адсорбция протекает на неровностях (пики, возвышения, щели, углубления и др.), имеющихся на поверхности КСМ. Анализ показал, что сорбционное равновесие при поглощении нефтепродуктов наступает за 15-20 мин для КСМ.

Таблица 1 – Степень очистки от нефти и нефтепродуктов разработанным КСМ в статических условиях сорбции

Сорбент	Вещество	$C_n, \text{ мг}/\text{дм}^3$	$C_k, \text{ мг}/\text{дм}^3$	$\alpha, \%$
КСМ	Индустриальное масло И-20А	$217,2 \pm 17,4$	$18,9 \pm 1,5$	91,0
	Нефть	$92,7 \pm 7,4$	$6,0 \pm 0,48$	93,0
	Керосин	$67,2 \pm 5,4$	$6,0 \pm 0,48$	91,0

Наиболее перспективным направлением в использовании магнитных КСМ является сорбция разлитых НП с поверхности воды и последующее извлечение насыщенных нефтью КСМ путем магнитной сепарации. При контакте твердых олеофильных частиц КСМ с пленкой нефти вокруг них образуются мицеллы, которые взаимодействуют между собой с образованием специфической сетчатой структуры, что приводит к образованию агрегатов КСМ–НП. Определено, что максимальная сорбционная емкость КСМ достигается при толщине пленки  $\approx 3 \text{ мм}$  и составляет для КСМ, г/г: 0,5 (керосин), 1,1 (нефть) и 1,2 (масло И–20А), которые легко удаляются с помощью магнита. Поверхность воды после удаления насыщенного КСМ была чистой, без нефтяной пленки.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Е.А. Татаринцева

**БЫЦКО А.А.**

Тюменский индустриальный университет

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ  
ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ОТХОДАХ**

**BYTSKO A. A.**

Tyumen Industrial University

**EFFICIENCY OF THE USE OF SORBENTS TO REDUCE THE REMAINING CONTENT  
OF OIL PRODUCTS IN INDUSTRIAL WASTE**

Бурение скважин сопряжено с образованием бурового шлама, представленного выбуренной породой с отработанным буровым раствором, содержащим в своем составе нефтепродукты. На сегодняшний день широко применяемые методы, такие как термические, физические и биологические нельзя рассматривать в качестве комплексного подхода к решению проблемы обращения с нефтеотходами. В связи с малой изученностью влияния буровых шламов на углеводородной основе на компоненты природной среды, необходимо определить нормы внесения торфа и природных минеральных сорбентов, которые позволят снизить содержание нефтепродуктов в отходах, а также степень негативного воздействия на окружающую природную среду.

В ходе научных исследований было произведено механическое перемещение бурового шлама и природных минеральных сорбентов (мелко- и крупнодисперсного агрегатного состояния), торфа, а также определено остаточное содержание нефтепродуктов в процессе утилизации изучаемого отхода. В качестве сорбентов применялись следующие материалы: торф, глауконит и цеолит.

Научные исследования проводились на базе лаборатории кафедры техносферной безопасности университета, определение нефтепродуктов осуществлялось с помощью флуориметрического метода, основанного на возбуждении электронных спектров испускания молекул определяемого вещества при внешнем УФ-облучении и измерении интенсивности их фотолюминесценции.

С целью снижения концентрации нефтепродуктов в буровой шлам вносились природные минеральные сорбенты и торф в количестве 3%, 5%, 7%, 10%, 15%, 20%, 25% от объема изучаемого отхода. При изучении фитотоксичности, основными параметрами биотестирования является всхожесть семян. Всхожесть – показатель, который характеризуется количеством семян, нормально проросших за определенный период времени при определенных оптимальных условиях проращивания (за исключением изучаемого фактора) по отношению к общему количеству взятых на проращивание семян, и выражается в процентах. В качестве фитокультуры использовали – коострец безостый (норма высева 100 шт./сосуд).

Буровые отходы характеризуются щелочной реакцией среды, в связи с тем, что в состав бурового раствора входит хлорид кальция (7-15%). При определении водородного показателя в буровом шламе, значение его составило 7,31 ед. рН, соответственно, относится к нейтральной среде. Содержание нефтепродуктов в буровом шламе составило 1800 мг/кг.

Результаты исследований внесения природного минерального сорбента глауконита в буровой шлам представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения остаточного содержания нефтепродуктов при внесении глауконита

Количество вносимого глауконита в процентном соотношении от бурового шлама	Остаточное содержание нефтепродуктов, мг/кг			
	на 7 день	на 14 день	на 21 день	на 28 день
3%	79,33	67,00	66,50	66,00
5%	71,50	53,00	53,00	52,50
7%	<b>61,17</b>	54,50	55,00	54,50
10%	69,17	52,00	51,00	51,00
15%	69,00	51,00	50,50	50,00
20%	77,33	48,45	48,30	47,95
25%	65,67	<b>47,20</b>	<b>47,30</b>	<b>47,30</b>

При внесении природного минерального сорбента глауконита в виде крупы (размер частиц  $d \leq 2$  мм), наименьшее содержание нефтепродуктов наблюдалось на 28 день в разных процентных соотношениях от количества бурового шлама. Выявлено, что снижение концентрации нефтепродуктов происходило на седьмой день, значения варьировали от 61,17 до 79,33 мг/кг. По данным исследований содержание нефтепродуктов в пробах после внесения сорбента уменьшилось в 29 раз, что указывает на высокие абсорбционные свойства глауконита.

Результаты исследований внесения торфа в буровой шлам представлены в таблице 2. Таблица 2 – Результаты определения остаточного содержания нефтепродуктов при внесении торфа

Количество вносимого торфа в процентном соотношении от бурового шлама на РУО	Остаточное содержание нефтепродуктов, мг/кг			
	На 7 день	На 14 день	На 21 день	На 28 день
3%	73,67	53,00	52,50	52,00
5%	69,33	53,50	54,00	53,50
7%	68,67	49,25	49,60	49,85
10%	59,00	<b>45,40</b>	45,90	<b>45,55</b>
15%	<b>54,33</b>	46,20	<b>45,35</b>	45,65
20%	63,17	53,50	53,50	53,00
25%	61,67	52,50	53,00	54,00

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что во всех рассматриваемых вариантах за время проведения опыта процессы сорбции происходили с различной интенсивностью. При внесении торфа от 10 до 15 % в буровой шлам наблюдались наименьшие значения нефтепродуктов, и варьировались от 45,35 мг/кг до 54,33 мг/кг. При внесении 10% сорбента максимальное снижение концентрации этого элемента были на 14-й и 28-й день исследования. Адсорбирующие свойства торфа обусловлены присутствием в его составе гуминовых кислот и лигнина.

Результаты исследований внесения цеолита в буровой шлам представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты определения остаточного содержания нефтепродуктов при внесении цеолита

Количество вносимого цеолита в процентном соотношении от бурового шлама	Остаточное содержание нефтепродуктов, мг/кг			
	на 7 день	на 14 день	на 21 день	на 28 день
3%	81,17	54,00	55,00	54,00
5%	67,83	50,50	49,70	49,80
7%	75,17	48,15	46,80	47,15
10%	56,33	51,00	51,00	50,00
15%	57,17	49,30	49,10	49,25
20%	<b>55,83</b>	48,80	49,05	49,00
25%	63,33	<b>40,80</b>	<b>40,70</b>	<b>40,10</b>

Эффективность цеолитов оценивалась степенью деструкции нефтяных углеводов. Как показывают результаты исследований, концентрация нефтепродуктов снизилась на

28 %. Установлено, что наиболее лучшие показатели были на 14, 21, 28-й день исследования при внесении 25% цеолита.

Внесение в буровой шлам на углеводородной основе, добавки в виде природного минерального сорбента или торфа в качестве основной, обеспечивает комплексную нормализацию водородного показателя среды. Благодаря высокой сорбционной емкости сорбентов и торфа, применение их в буровом шлам на углеводородной основе позволяет снизить содержание нефтепродуктов. Разработанная схема внесения наиболее эффективных сорбентов и торфа может минимизировать риски техногенной нагрузки на природные экосистемы.

Наличие загрязняющих веществ и токсинов подавляет рост и развитие высших растений. При оценке фитотоксичности преобразованного бурового шлама в качестве биотестов использовали семена костреца безостого. Известно, что устойчивость растения к неблагоприятным факторам среды зависит от его возраста, а точнее от фазы индивидуального развития.

Результаты исследований внесения природных минеральных сорбентов и торфа в буровой шлам на растения фитомелиоранты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты исследований внесения природных минеральных сорбентов и торфа в буровой шлам на растения фитомелиоранты

Варианты	Наименование культуры-фитомелиоранта (кострец безостый)			
	Буровой шлам (контроль)	Глауконит в виде крупы (в объеме 15% от бурового шлама)	Торф (в объеме 15% от бурового шлама)	Цеолит (в объеме 15% от бурового шлама)
1	2	3	4	5
Количество особей, 100 шт.	15	100	100	100
Жизненное состояние растений	Ослабленные	Жизнеспособные	Жизнеспособные	Жизнеспособные
Высота надземных побегов, см	4,3	9,5	12,8	10,7
Масса вегетативных надземных побегов, г/проба (сырая масса)	3,2	10,4	11,5	8,9

контрольном образце (буровой шлам) всхожесть семян составила 15% с высотой надземных побегов 4,3 см и фитомассой 3,2 г/пробу (сырая масса), что свидетельствует о токсичности, прямом негативном воздействии на растения. При внесении в буровой шлам природных минеральных сорбентов и торфа с нормой 15% и более, указывает на 100% всхожесть костреца безостого с высотой надземных побегов от 9,5 до 13,0 см и высокими значениями фитомассы вегетативных надземных побегов 8,9-11,9 г/пробу (сырая масса).

При внесении природных минеральных сорбентов и торфа в разных соотношениях в буровой шлам на углеводородной основе выявлено, что максимальное снижение концентрации нефтепродуктов было на 7-й день проведения исследований.

При внесении глауконита отмечено, наиболее лучшие показатели остаточного содержания нефтепродуктов были обнаружены на 28-й день и составили от 47 до 66 мг/кг при разных нормах внесения.

Внесение природных минеральных сорбентов и торфа в буровой шлам благоприятно сказывается на развитии растений, при этом происходит формирование жизнеспособного фитоценоза с высокими значениями фитомассы вегетативных надземных побегов.

**Научный руководитель:** к.б.н., доцент Е.В. Гаевая

**ВАЛИУЛЛИНА В.И.**

Башкирский государственный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛООВОГО НАГРЕВА НА ПРОЦЕСС  
РАЗРУШЕНИЯ НЕФТЕШЛАМОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ  
ВОЗДЕЙСТВИИ**

**VALIULLINA V. I.**

Bashkir State University

**INVESTIGATION OF THE THERMAL EFFECT ON THE OIL-SLUDGE  
EMULSIONS DESTRUCTION PROCESS UNDER ELECTROMAGNETIC INFLUENCE**

Проблемы утилизации нефтяных отходов обостряются с увеличением добычи нефти и объемов её переработки и транспортировки. Среди всех нефтяных отходов, оказывающих пагубное влияние на компоненты природной среды, наиболее опасными являются нефтяные шламы. Нефтяной шлам представляет собой сложную смесь, содержащую различные количества нефтепродуктов, механических примесей, сточных вод, песка и минеральных веществ, образующихся при очистке воды, при подготовке нефти, чистке оборудования, во время ремонта и аварий [1]. Исследования по утилизации нефтесодержащих шламов очень актуальны в настоящее время в связи появлением большого количества полигонов, которые являются наиболее распространенным способом захоронения отходов, что приводит к масштабным и долгосрочным рискам загрязнения почв.

Маслянистый шлам в целом можно рассматривать как стабильную эмульсию водных капель с твердыми частицами, диспергированными в маслянистой жидкости с высокой вязкостью. Существует множество методов разделения эмульсий на отдельные фазы, например, гравитационное расслоение, центрифугирование, химическая обработка, мембранное разделение и т. д. Однако каждый из этих традиционных методов имеет некоторые недостатки. Гравитационное осаждение занимает много времени, если капли обладают очень малым размером, химическая обработка влияет на качество отделенной воды. Самым распространенным среди перечисленных методов является гравитационное расслоение. Суть его состоит в том, что нефть отправляют в резервуары, в которых она выдерживается около 48 часов. При этом крупные капли воды оседают на дно под действием силы гравитации, но этот метод малоэффективен при работе с холодной нефтью. Использование электростатической энергии считается одним из наиболее эффективных методов разделения фаз. Немаловажным преимуществом данного метода является низкое энергопотребление и отсутствие необходимости дальнейшей очистки разделенных фаз. Взаимодействие электромагнитного поля со средами нефтяной технологии показали, что его главным отличием от других тепловых методов является появление, кроме чисто теплового воздействия, разрушающих «нетепловых» сил, которые проявляются на микро- и наноуровне, то есть происходит механическое воздействие на шламовые эмульсии, разрушение структурно механического барьера. Применение электрического поля индуцирует разделение свободных зарядов в проводящей капле воды, приводящее к диполью, и последующее диполь-дипольное взаимодействие между соседними каплями в эмульсии увеличивает скорость коалесценции. В дополнении к дипольному притяжению приложенное электрическое поле может индуцировать макроскопические токи потока из-за движения капель или из-за тангенциальных напряжений в негерметичных диэлектрических системах, которые увеличивают вероятность межкапельного контакта [2]. В работе [3] представлены результаты экспериментальных и численных исследований высокочастотного и сверхвысокочастотного влияния электромагнитных полей на водонефтяные эмульсии и исследованы зависимости диэлектрических свойств эмульсий от частоты для установления области частот наиболее эффективного электромагнитного воздействия. Показано, что при электромагнитном и тепловом воздействиях на нефтяные шламы происходит их нагрев и уменьшение вязкости, после чего процесс коагуляции эмульсионных капель становится более интенсивным, капли быстрее оседают вниз. Тем не менее, при возникновении



теплового воздействия в нефтешламовых эмульсиях могут появиться термоконвективные потоки, способные существенно усугубить процесс расслоения [4].

В настоящей работе для исследования влияния теплового воздействия на процесс разрушения стабильных нефтешламовых эмульсий были проведены лабораторные исследования. Разработана уникальная экспериментальная установка, основной частью которой является ячейка, с возможностью подогрева граней. Размеры внутренней полости, в которой происходит конвекция, составляют 50x50x12 мм. Нагрев и охлаждение эмульсионной системы осуществлялось с помощью алюминиевых трубок прямоугольного сечения 12x12 мм, установленные в ячейку снизу и сверху. Вода прокачивается по трубкам с помощью двух термостатов (LAUDA Alpha A6 и LOIP LT-117b), температура которых может изменяться в диапазоне 0 ÷ 70 °С. Экспериментальная область ячейки фиксировалась на камеру Canon EOS 1100D с макрообъективом Tamron SP 90 мм. Частота кадров составляла 1 кадр каждые 30 с. Подсветка ячейки осуществлялась с помощью источника света Sumita LS-M250.

Для контроля физико-химических параметров и анализа результатов исследования проводились на упрощенных модельных системах. В качестве дисперсной фазы было использовано медицинское вазелиновое масло ( $\rho = 0,845 \text{ г/см}^3$ ,  $\mu = 71,5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$  при температуре 23 °С). Дисперсионной средой являлась дистиллированная вода (Milli-Q). Для получения стойкой эмульсии было использовано неионогенное поверхностно-активное вещество Span 80. Процедура изготовления была следующая: в вазелиновое масло добавляли 0,5 вес.% Span 80 и перемешивали 5 мин при частоте вращения 300 об/мин с помощью верхнеприводной мешалки (ES 8300D, Экрос), после этого добавляли дистиллированную воду во время перемешивания, процесс перемешивания воды с маслом продолжался 5 мин.

Были проведены три серии экспериментов. В первой серии верхняя и нижняя грани конвективной ячейки имели одинаковую температуру  $T_0$ , то есть реализовывался изотермический случай. Во второй серии экспериментов верхняя грань ячейки нагревалась до температуры  $T_0 + \Delta T$  а нижняя поддерживалась при температуре  $T_0$ . В этом случае в ячейке формировалось неоднородное температурное поле, но конвективных течений не наблюдалось. В третьей серии экспериментов нижняя грань подогревалась до температуры  $T_0 + \Delta T$ , а верхняя грань имела температуру  $T_0$ , и в ячейке происходила тепловая конвекция. При изотермическом гравитационном осаждении было замечено, что скорость разделения мелкодисперсной эмульсии меньше, чем крупнодисперсной. Нагрев верхней грани ячейки для обеих эмульсий незначительно увеличивает объем отделившейся воды, что связано с уменьшением вязкости несущей фазы при нагревании. При наличии конвективных потоков в ячейке результат зависит от размера эмульсионных капель. Для мелкодисперсной эмульсии нагрев ячейки снизу приводит к замедлению процесса разделения эмульсии, поскольку конвективные потоки в этом случае препятствуют осаждению капель эмульсии, а происходящие процессы коагуляции капель не приводят к образованию больших агломератов. Расслоение крупнодисперсной эмульсии при нагреве ячейки снизу происходит более интенсивно, так как конвекция приводит к образованию крупных агломератов капель, которые затем быстро оседают, не вовлекаясь в конвективное течение.

Таким образом, наличие термоконвективных течений может привести как к увеличению, так и к уменьшению скорости и степени разделения нефтешламовых эмульсий. Для эмульсий с заданными физико-химическими свойствами и известным средним размером капель дисперсной фазы можно определить пороговое значение температурного градиента, выше которого процесс разделения эмульсии замедляется, по сравнению со случаем изотермического гравитационного осаждения. Это важный вывод с практической точки зрения, так как наиболее распространенным способом разделения эмульсии до сих пор остается ее термогравитационный отстой, и превышение температуры выше порогового значения может привести либо к замедлению этого процесса, либо к значительному снижению его эффективности из-за возникающих интенсивных конвективных течений.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №19-11-00298).*

### Список литературы:

1. Кудеева А. Р. Проблема переработки и утилизации нефтяных шламов // Система управления экологической безопасностью.—Екатеринбург, 2015. – 2015. – С. 126-134.
2. Mhatre S. et al. Electrostatic phase separation: A review // Chemical engineering research and design. – 2015. – Т. 96. – С. 177-195
3. Ковалева Л. А. и др. Применение ВЧ и СВЧ электромагнитных полей при подготовке нефти и переработке нефтяных шламов // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2012. – №. 1 (5).
4. Tukhbatova E. R. et al. Experimental and numerical study of the natural convection in dispersed systems in a heated rectangular cell // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1359. – №. 1. – С. 012112.

**Научный руководитель:** к. ф.-м.н., доцент А.А. Мусин

**ГАРИФУЛЛИНА Ч.А.**

Альметьевский государственный нефтяной институт

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С ПОЛУЧЕНИЕМ ВОДОРОДА И УГЛЕВОДОРОДОВ**

**GARIFULLINA CH.A.**

Almetevsk State Oil Institute

### **STUDY OF CARBON DIOXIDE UTILIZATION PROCESS WITH HYDROGEN AND HYDROCARBONS GENERATION**

На сегодняшний день продолжающееся потребление топлива во всем мире, которое привело к увеличению концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере и глобальным изменениям климата, вызванными парниковыми газами, стало одной из основных проблем. Одним из направлений декарбонизации является гетерогенно-каталитическое гидрирование углекислого газа с целью получения ценных углеродсодержащих продуктов и материалов. В мире накоплен достаточно большой опыт исследования процессов гидрирования  $\text{CO}_2$  в различные углеводороды, такие как метан, низшие олефины, высшие углеводороды, муравьиная кислота, метанол и высшие спирты, которые получаются при каталитических реакциях, протекающих по различным механизмам. До сих пор есть значительные проблемы, связанные с потребностью во внешнем источнике водорода, высокими температурами процессов, а также разработкой активных, селективных и стабильных катализаторов, которые подходили бы для крупномасштабного производства.

Утилизация  $\text{CO}_2$  с получением водорода и углеводородов – перспективный способ превращения отходов в источник энергии, который позволяет решать экологические и энергетические проблемы. Исследуемые в данной работе процессы утилизации  $\text{CO}_2$  с одновременной генерацией водорода эффективно протекают уже при комнатной температуре.

Лабораторные исследования, выполненные ранее в ИПНГ РАН, показали, что при взаимодействии воды с растворенным в ней углекислым газом с поверхностью каталитически активного наполнителя (железной стружки, чугуновой дроби, дробленого сланца) уже при комнатной температуре и давлении в несколько атмосфер наблюдается интенсивное выделение газовой фазы, о чем свидетельствуют повышение давления в системе. Результаты хроматографии демонстрируют существенное содержание в газовой фазе водорода и наличие углеводородов.

Данное направление исследований продолжено в совместных работах АГНИ и ИПНГ РАН. Эксперименты проводятся с использованием специально разработанной каталитической установки «САТАСОН НР 000178», схема которой приведена на рисунке 1, и хроматографического комплекса «Хроматек-Кристалл 5000». Установка включает сатураторы, три

реактора различного размера с возможностью нагрева и контроля давления, а также сепаратор, выход которого подключен к хроматографу. Эксперименты заключались в насыщении воды углекислым газом в сатураторах, дальнейшем переводе полученной карбонизированной воды в реактор, который предварительно заполнен металлическим наполнителем.

В одном из экспериментов в реактор каталитической установки загрузили 2 кг стальной дробы и 532 мл карбонизированной воды с давлением насыщения около 11 атм. Количество CO<sub>2</sub>, попавшего в реактор вместе с насыщенной водой составило 4,74 л. Качественный и количественный состав полученной газовой смеси для данного эксперимента приведен в таблице 1. Степень утилизации CO<sub>2</sub> для данного эксперимента составила около 86,6%, при этом получены углеводороды от метана до гептана в газовой фазе и значительное количество водорода.

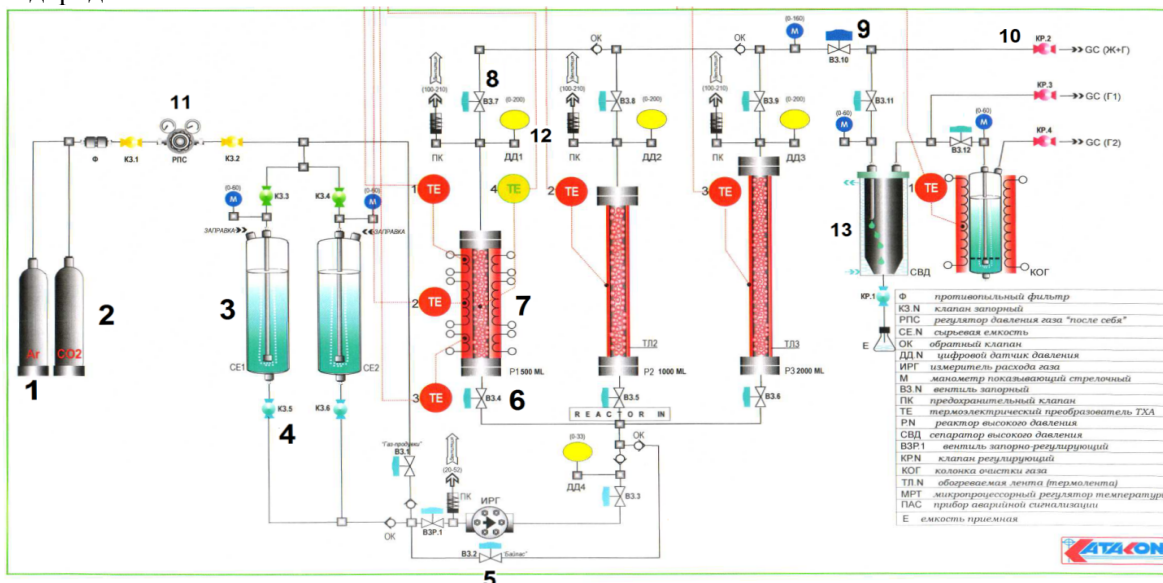


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки «CATACON HP 000178»

1 – баллон с аргоном, 2 – баллон с CO<sub>2</sub>, 3 – сатуратор, 4-6 – запорные краны, 7 – реакторы, 8 – верхний запорный кран реактора, 9 – выпускной запорный вентиль, 10 – выпускной запорный клапан, 11 – регулятор давления, 12 – цифровой датчик давления, 13 – сепаратор

Таблица 1 – Состав газовой смеси

Комп.	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	Σ*
л	4,36	0,78	0,05	0,02	0,01	0,004	0,0003	0,0003	0,0001	5,27
% об.	82,70	14,83	1,02	0,33	0,16	0,06	<0,01	0,01	<0,01	100

\* - указан суммарный объем с учетом кислорода, азота и воды в составе смеси (значения в таблице не приведены)

Таким образом, проведенные эксперименты подтверждают результаты, полученные ранее в ИПНГ РАН. Как видно по таблице 1, в составе газовой фазы присутствует значительное количество водорода, а также углеводороды от метана до гептана.

Параллельные эксперименты, проведенные в реакторах разного размера и/или с разными наполнителями, позволили сделать важные выводы о зависимости степени утилизации CO<sub>2</sub>, динамики роста давления в реакторе и выхода продуктов (водород, углеводороды) от давления насыщения карбонизированной воды на входе в реактор, материала (сталь, цинк, алюминий и др.) и структуры (дробь, стружка) наполнителя, а также степени заполнения реактора и изменений температуры в процессе эксперимента:

1. Рост давления в реакторе связан не только с образованием водорода и углеводородов в процессе химической реакции, но также и с растворимостью газов: при увеличении температуры в помещении давление в реакторе растет интенсивней, так как происходит выделение растворенного газа из воды, и, наоборот, при снижении температуры давление растет менее интенсивно за счет дополнительного растворения газов в воде. Кроме того, при

росте температуры увеличивается скорость реакций, что также влияет на выход продуктов, а значит и на рост давления.

2. Наибольший выход водорода и углеводородов наблюдается в экспериментах с наполнителями из стали. Причем, если сравнивать выход продуктов в экспериментах со стальной дробью и стальной стружкой, выход водорода выше в экспериментах со стружкой, а выход углеводородов – в экспериментах с дробью.

Анализы изменения рН карбонизированной и прореагировавшей воды указывают на то, что в реакционной системе снижается не только количество растворенного в газовом виде  $\text{CO}_2$ , но и количество углекислого газа, диссоциированного в воде. Качественные анализы воды для экспериментов со стальными наполнителями указывают на то, что в качестве продуктов реакций в воде присутствуют ионы железа (II)  $\text{Fe}^{2+}$ , ионы железа (III)  $\text{Fe}^{3+}$ , а также же карбонат-ионы  $\text{CO}_3^{2-}$ . На основе полученных данных теоретически изучены возможные реакции, протекающие в системе, оценен их мольный энергетический баланс и потенциал использования как основы для создания технологии утилизации  $\text{CO}_2$  с экологически чистой генерацией водорода и углеводородов.

Таким образом, в работе доказана возможность получения водорода и углеводородов от метана до гептана в газовой фазе при комнатной температуре при взаимодействии металлического наполнителя и карбонизированной воды. В отличие от известных методов химической утилизации  $\text{CO}_2$  рассмотренный метод позволяет обходиться без внешнего источника водорода для получения углеводородов, а также параллельно получать водород - безуглеродный источник энергии.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор И.М. Индрупский

**ГЛУБОКАЯ А.С.**

Саратовский государственный технический  
университет имени Гагарина Ю.А.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ВОДООЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОКОВ СЛОЖНОГО СОСТАВА**

**GLUBOKAYA A.S.**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

## **INNOVATIVE METHODS FOR PURIFICATION OF INDUSTRIAL WASTEWATER OF COMPLEX COMPOSITION**

В настоящее время многие природные водоемы России испытывают значительную антропогенную нагрузку со стороны промышленных предприятий.

Проблема экологической и химической безопасности водных сред в настоящее время является одной из самых актуальных в области промышленной экологии. Повышение качества водоочистки многокомпонентных стоков на примере предприятий химического производства, являющихся источником загрязнения природных водоемов соединениями ионов тяжелых металлов, соединений производных бензола и др., требует поиска новых материалов и методов водоочистки. Это связано с тем, что вместе с недостаточно очищенными сточными водами предприятий данной индустрии в природные водоемы часто поступают ионы железа (II) и меди (II) в количествах, значительно превышающих допустимые нормативы.

Современные очистные сооружения, обеспечивающие очистку производственных и хозяйственно-бытовых стоков, включают целый комплекс систем и оборудования для обеспечения механической, физико-химической и биологической очистки сточных вод. Однако реализовать полноценный комплекс очистки сточных вод сложного состава может далеко не каждое производственное предприятие ввиду значительных финансовых затрат на материалы и оборудование. Поэтому, при выборе схемы очистных сооружений в каждом конкретном

случае необходимо обосновывать не только состав узлов сооружений, но и применять наиболее эффективные технологии.

Остановливаясь более подробно на физико-химических методах очистки сточных вод, следует отметить, что в последнее время особую популярность завоевали адсорбционные методы водоочистки. Особой популярностью среди существующих сорбционных материалов пользуются бентониты, которые являются дешевыми и доступными материалами. Для повышения адсорбционной способности бентонитов их подвергают разным способам обработки (модификации). Опыт показал [2], что одной из наиболее продуктивных модификаций природного бентонита является модификация его с использованием углеродных нанотрубок и последующем обжиге при температуре 550 °С.

**Объектом исследования** в работе являются модельные водные растворы соединений  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , которые содержат ионы  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  в заданных концентрациях от 10 мг/дм<sup>3</sup> до 800 мг/дм<sup>3</sup>.

Еще один объект исследования – сорбционный материал, полученный на основе модифицирования бентонита Саригюхского месторождения (Армения) углеродными нанотрубками и последующей термической обработки при температуре 550°С.

К исследованиям были приняты три размера бентонита, модифицированного углеродными нанотрубками: мелкая фракция (М) – 0,001–0,099 мм; средняя фракция (С) – 0,10–0,99 мм; крупная фракция (К) – 1,0–3,5 мм.

Проведенный лабораторный эксперимент позволил установить адсорбционные характеристики изучаемого адсорбционного материала (см. таблица).

Таблица 1 – Характеристики эффективности адсорбции  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  на бентоните, модифицированном углеродными нанотрубками

Адсорбированный ион	Фракция сорбционного материала	COE, мг-экв/г	$K_d$ , дм <sup>3</sup> /г	S, %
Fe(II)	М	0,495 ± 0,016	0,1320 ± 0,0041	86,9 ± 4,3
	С	0,502 ± 0,012	0,1400 ± 0,0130	90,1 ± 4,5
	К	0,495 ± 0,007	0,1307 ± 0,0230	86,7 ± 4,2
Cu(II)	М	0,354 ± 0,011	0,1290 ± 0,0190	86,6 ± 5,3
	С	0,360 ± 0,021	0,1311 ± 0,0020	87,0 ± 5,1
	К	0,353 ± 0,046	0,1270 ± 0,0140	86,4 ± 7,2

Установленные параметры эффективности взаимодействия катионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  с изученной модификацией бентонита в статических условиях: COE,  $K_d$ , S показали, что статическая обменная емкость исследованной модификации бентонита по отношению к ионам  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  снижается в ряду:  $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ . Это объясняется возрастанием стерических и энергетических факторов активности адсорбционных центров бентонита, модифицированного углеродными нанотрубками, по отношению к ионам  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  в данном ряду. Так же установлено, что средняя фракция модифицированного бентонита обладает наилучшими характеристиками эффективности адсорбции по сравнению с мелкой и средней фракциями.

Опираясь на полученные результаты исследований характеристик предлагаемого эффективного адсорбента, был предложен технологический комплекс, который позволит обеспечить высококачественную очистку производственных сточных вод сложного состава за счет использования инновационной технологии их адсорбционной очистки, применения наноструктурированных сорбционных материалов на основе модифицированных бентонитов, а так же новых конструкций адсорбционных фильтров.

Предлагаемая адсорбционная установка является энергосберегающей и способствует экономии электроэнергии при осуществлении процесса адсорбции, а так же ресурсосберегающей в виду возможности многократного использования сорбционных материалов. Предлагаемая технология водоочистки является водосберегающей, благодаря многократному использованию воды, проходящей по замкнутому циклу. Габаритные размеры конструкции технологического комплекса определяются исходя из требуемых объемов очищаемой воды. Технологический комплекс является стационарным и может быть смонтирован на конкретном предприятии из отдельных установок.

Разрабатываемый технологический комплекс включает несколько этапов (механический, физико-химический и др.) очистки сточных вод. Конструкции узлов технологического комплекса будут менее габаритными и менее металлоемкими в сравнении с существующими аналогами локальных станций очистки воды. Новые конструкции адсорбционных фильтров ввиду высокой эффективности (95-99%) требуют меньшее количество сорбционного материала для очистки заданного объема сточной воды. Сорбционные материалы на основе бентонита являются достаточно дешевыми и доступными материалами. Технологическая схема комплексной очистки производственных сточных вод разрабатывается путем усовершенствования схемы локальной станции очистки сточных вод ЛИССКОН-301. В составе предлагаемого технологического комплекса очистки сточных вод инновационными являются: технология очистки сточных вод сложного состава, способ получения наноструктурированного сорбционного материала на основе бентонита, конструкция адсорбционного многокомпонентного фильтра.

#### **Список литературы:**

1. Atamanova O.V., Tikhomirova E.I., Kassymbekov Z.K., Podoksenov A.A. Improving the sorption ability of modified bentonite during wastewater treatment by means of its activation // *Water and Ecology*. 2020. Vol. 25. Issue 1. P. 3-12.
2. Tikhomirova E.I., Plotnikova O.A., Atamanova O.V., Koshelev A.V., Podolsky A.L. The use of multicomponent adsorption filters in water purification systems and luminescent control of ecotoxicant content // *Theoretical and Applied Ecology*. 2019. Issue 1. P. 73-81.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор О.В. Атаманова

**ГОРБУНОВ А.А.**

Уральский государственный горный университет

### **СПОСОБ УСКОРЕННОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ФИТОМЕЛИОРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ И НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**GORBUNOV A.A.**

Ural State Mining University

### **METHOD FOR ACCELERATED RECULTIVATION AND PHYTOMELIORATION OF CONTAMINATED AND DISTURBED AREAS**

Экологическая ситуация в нашей стране является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. В результате интенсивного развития промышленности и сельского хозяйства, несовершенства промышленных технологий, отсутствия должного внимания к проблеме охраны окружающей среды большие площади почв и земель в Российской Федерации оказались сильно загрязнены: тяжелыми металлами, нефте- и маслопродуктами, полициклическими ароматическими соединениями, хлорорганическими веществами, другими органическими и неорганическими загрязнителями. В районах промышленных центров загрязнены поверхностные и подземные воды.

Большие площади земель заняты под многочисленные санкционированные и несанкционированные, промышленные и коммунальные полигоны, шламохранилища, отвалы, свалки и пр. также неблагоприятно влияющие на экологическую обстановку. Много плодородных почв находятся в деградированном состоянии. На ряде территорий нарушен или полностью отсутствует естественный почвенный покров, т. е. произошло опустынивание земель. В сложившихся экономических условиях неблагоприятная экологическая обстановка продолжает сохраняться.

Важнейшим элементом решения существующих проблем является разработка, освоение и широкое применение эффективных и экономически приемлемых природоохранных

технологий, в том числе технологий детоксикации почв и земель, восстановления плодородия почв и естественного почвенного покрова, очистки сточных вод и т. Д. При этом одним из наиболее реальных подходов является использование тех механизмов защиты и восстановления, которые выработала сама природа.

Важным элементом таких технологий может быть использование гуминовых препаратов, эффективность которых в качестве регуляторов роста растений, удобрений и мелиорантов отмечена многими исследователями. В последние годы наблюдается рост производства этих препаратов из различного природного сырья, открываются новые области использования гуматов (в растениеводстве, животноводстве, медицине, промышленности и др.), что определяется прежде всего их экологической безопасностью, физиологической активностью, способностью связывать в малоподвижные или труднодиссоциирующие соединения токсичные элементы, а также практически неограниченной сырьевой базой и невысокой стоимостью сырья.

Устойчивость биосферы к интенсивному антропогенному и техногенному воздействию и ее способность к восстановлению в огромной степени обусловлены наличием в почве ее органической составляющей – гумуса, важнейшей частью которого являются гуминовые вещества.

Гуминовые вещества – уникальные природные соединения, образующиеся в процессе гумификации растительных тканей во влажной среде при затрудненном доступе кислорода. Благодаря своей аккумулятивной функции эти соединения накапливают значительное количество азота, фосфора, серы, а также калий, кальций, магний, железо и микроэлементы. Гуминовые кислоты высокомолекулярные соединения, имеющие различный состав. Гуминовые кислоты — это ароматические соединения с различными функциональными группами при ядре и боковых цепях, с чем связаны их способность к ионному обмену, образованию комплексов, окислительно-восстановительные свойства. Высокая активность гуминовых кислот может быть обусловлена физиологически активными веществами, входящими в их состав. Гуминовые вещества непосредственно в торфе находятся в малоактивной форме, так как обладая большим набором функциональных групп реагируют с минеральными компонентами. Однако при производстве гуминовых препаратов происходит разблокировка функциональных групп, гуминовые кислоты переводятся в активную форму.

В Уральском регионе проводятся исследования по применению мелиоранта на торфо-сапропелевой основе. В них задействованы сотрудники Института горного дела Уральского отделения Российской академии наук, Уральского государственного горного университета и Научно – Производственной компании «Гидравлические Инновационные Технологии».

Новый мелиорант (торговое название ГумиТорф) для рекультивации и фитомелиорации нарушенных и загрязнённых территорий создан на основе гуминовых сорбентов. Он содержит гуминовые кислоты в реакционноспособной и биологически активной форме, получаемые из широко распространенных в России торфа и сапропеля. Мелиорант обладает уникальными свойствами, функциями и областями применения. Он не содержит в своем составе токсичных органических и неорганических примесей и не обладает вредными, токсичными, канцерогенными, мутагенными и др. подобными свойствами, вследствие чего не нормируется в объектах окружающей среды.

Следует отличать мелиорант и гуминовые сорбенты в целом от водорастворимых солей гуминовых кислот – гуматов, которые в низких концентрациях используются как регуляторы роста растений.

Одним из важных свойств мелиоранта, определяющим его роль в природоохранных технологиях, является способность активизировать деятельность почвенных микроорганизмов, угнетенных присутствием различных токсичных загрязнителей.

Разложение нефти, нефтепродуктов и продуктов их трансформации в почве, в естественных условиях – процесс биогеохимический, в котором главное и решающее значение имеет активность почвенных микроорганизмов, обеспечивающих минерализацию и/или гумификацию нефти и нефтепродуктов. Поэтому ускорить очистку почв от нефтяных загрязнений возможно путем внесения мелиоранта, позволяющего резко повысить активность естественной биоты почв.

Проводились испытания в технологии для детоксикации участков почв, загрязненных нефтепродуктами. Испытания включали лабораторные и полевые работы.

Определялось содержание нефтепродуктов в загрязненной почве до и после обработки мелиорант, основные физико-химические характеристики необработанной и обработанной препаратом почвы, проводилось биологическое тестирование выращиванием растений на необработанных и обработанных мелиорантом почвах.

При этом водоудерживающая способность почвы увеличилась на 62,7 %, а содержание доступного для растений фосфора возросло на 15 %, то есть происходит не только очистка почвы, но и восстановление ее основных свойств. При исходном уровне загрязнения почвы нефтепродуктами 1,2 % (среднезагрязненные почвы), содержание нефтепродуктов в обработанной почве снижается до 0,2 % (незагрязненные почвы).

В лабораторных условиях из засеянных в загрязненную нефтепродуктами почву проросло только 1,5% семян злаковых трав, при этом развитие их корневой системы. В дальнейшем действие нефтепродуктов привело к гибели растений. Из засеянных в загрязненную нефтепродуктами и обработанную мелиорантом почву, через 30 дней взошло 75% семян. Такой процент всхожести приближается к всхожести семян в полевых условиях на не загрязненной почве. Растения нормально развивались в течение всего периода вегетационных испытаний.

Предлагаемая технология имеет двойной эффект, определяющий скорость очистки загрязненных почв и грунтов. Это обусловлено тем, что внесение мелиоранта в больших дозах, приводит к адсорбции на нем нефтепродуктов, и параллельно активизирует почвенную микрофлору. Проведенные исследования позволили эмпирически определить все параметры технологии очистки загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв и грунтов.

Простота применения мелиоранта, дешевизна и доступность сырья для его получения, а также скорость генерируемого процесса самоочищения почвы предполагает быстрое внедрение данного метода.

С использованием мелиоранта разработаны и апробированы эффективные технологии санации почв и земель, загрязненных неорганическими и органическими экотоксикантами, а также технологии создания плодородных техногенных почв на искусственных и естественных грунтах, технологии восстановления естественного почвенного покрова, утилизации осадков городских сточных вод, детоксикации тела свалок, очистки фильтрата свалок и сточных вод.

Технология санации почв и земель, загрязненных тяжелыми металлами, включает обработку мелиорантом загрязненной поверхности с последующим перекапыванием. Второй вариант предполагает полива загрязненного участка водным раствором мелиоранта.

Мелиорант, являясь в исходном состоянии водорастворимым веществом, необратимо связывает ионы тяжелых металлов, образуя соответствующие водонерастворимые соединения. Связанные ионы тяжелых металлов теряют способность мигрировать в окружающую среду, например, в почвенные воды и растения.

Количество вносимого мелиоранта зависит от содержания тяжелых металлов, типа почвы, ее pH и составляет от нескольких десятых долей процента до 1–2 % от массы загрязненных почв и земель. При малых дозах мелиорант регулирует подвижность тяжелых металлов так, что содержание их подвижных форм в почве и растениях не превышает соответствующих значений ПДК. При больших дозах мелиорант практически полностью исключает миграцию тяжелых металлов.

Являясь естественным компонентом почв, мелиорант увеличивает влагоемкость почв и грунтов, предотвращает их пыление, повышает устойчивость к водной эрозии. Обработанные почвы и земли пригодны для сельскохозяйственного и иного использования.

Применение мелиоранта на торфо-сапропелевой основе позволяет решать широкий круг задач в области экологической безопасности и реабилитации территорий, подвергшихся техногенному воздействию.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент А. В. Горбунов



**ГУБАРЬ Е.В.**

Самарский государственный технический университет

## **МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

**Gubar E.V.**

Samara State Technical University

### **MULTIVARIATE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF PHOSPHOROSE-CONTAINING WASTE**

Работа подготовлена по результатам комплексных исследований, выполненных Самарским техническим университетом в 2018-2020 г.г. на территории производственных цехов бывшего ПАО «Куйбышевфосфор».

До конца 1990-х годов предприятие являлось крупнейшим производителем продукции на основе желтого фосфора. Диверсификация производств советского периода в условиях отсутствия сырьевой базы в начале 2000-х годов привела предприятие на грань банкротства. В результате, технологические производства были остановлены. Сырьевые запасы, полупродукты, а также сопутствующие реагенты и некондиционные материалы были аккумулярованы в технологических емкостях, резервуарах, сооружениях без опорожнения и необходимых консервационных мероприятий.

За двадцатилетний период пребывания сооружений в условиях элементной локальной деятельности в границах основной производственной площадки бывшего ПАО «Куйбышевфосфор» сформировалось 13 локаций хранения фосфорсодержащих отходов. Указанные локации определены на основе совместного анализа расположения технологических установок и процессов их реализующих в границах основной производственной площадки.

По итогам комплексного многофакторного исследования определены 11 участков, требующих реализацию работ по ликвидации отходов с последующей рекультивацией территорий их локализации. Лабораторные работы заключались в химико-аналитических исследованиях отобранных проб отходов. Проведены расчёты класса опасности отходов для окружающей среды на основе 50 проб, по результатам которых все отходы отнесены ко II и III классам опасности.

На основной промышленной площадке фосфорсодержащие отходы располагаются преимущественно в деформированных емкостях, сооружениях, металлических бочках различной степени сохранности. Строительный мусор на участке представлен навалами бетонного лома, кирпича и грунтоподобных материалов на открытом воздухе. Общая площадь участков хранения фосфорсодержащих отходов в период проведения исследования составляла более 4,6 га.

Привнесение воды и песка в смеси с инертными материалами в периоды возгораний с дальнейшим перемещением ветром фосфорных продуктов в значительной степени изменили первоначальный химический состав отходов и сырья производства.

Ограниченное количество единовременно накопленных отходов (13,40 тыс. тонн) и содержание свободного фосфора в составе отходов в количестве не более 20% масс исключает возможность применения отработанных методов получения сырьевых компонентов с последующей сертификацией.

Накопление атмосферных осадков в емкостях и высокая реакционная способность фосфорного шлама на открытом воздухе делает предпочтительным обезвреживание отходов до момента вывоза.

Одним из способов обезвреживания фосфорсодержащих отходов для исследуемой площадки может быть: механический (консервация), биологический (биodeградация, микробные культуры), физико-химический, электрохимический, термический.

В рассматриваемых условиях одним из возможных вариантов будет являться строительство производственных мощностей по сжиганию фосфорсодержащих отходов.

В сложившейся ситуации возникла необходимость в анализе данных химического состава отходов и поиске различного рода закономерностей для разработки и отбора оптимальных методов и условий обезвреживания фосфорсодержащих отходов.

Анализ данных позволил выявить общность химического состава у отходов, обнаруженных на разных обследованных участках, и объединить отходы, имеющие сходственный состав и агрегатное состояние, в группы. Критериями отнесения отходов к той или иной группе являлось их агрегатное состояние (жидкое – твердое), содержание фосфора (более 12 % масс или менее), определяющее расчетный класс опасности отхода по степени воздействия на окружающую среду, количество серы (от менее 1 до 20 % масс.), принадлежность технологическому процессу и происхождение отхода.

На первоначальной стадии исследования фосфорсодержащие отходы были объединены в следующие девять групп:

1. Минеральные отходы при производстве пентасернистого фосфора с содержанием фосфора более 12 %.
2. Минеральные отходы при производстве пентасернистого фосфора с содержанием фосфора менее 12 %.
3. Минеральные отходы при производстве фосфора и его соединений с содержанием фосфора более 12 %.
4. Минеральные отходы при производстве фосфора и его соединений с содержанием фосфора менее 12 %.
5. Жидкие отходы при производстве фосфора и его соединений с содержанием фосфора более 12 %.
6. Органические жидкости, загрязненные фосфором.
7. Отходы серы, загрязненные фосфором.
8. Отходы извести, загрязненные фосфором.
9. Мусор от сноса и разборки производственных зданий, загрязненных фосфором и его соединениями.

Для построения многомерной эмпирической модели, позволяющей обнаружить новые объективно существующие связи и упростить данные путем их проекции на новое пространство латентных переменных, использован метод главных компонент (МГК; англ. – Principal Component Analysis, PCA), как один из проекционных методов анализа многомерных данных (хеометрики; англ. – chemometrics) [1].

В качестве основной вычислительной платформы использован программный комплекс TRT-cloud [2].

Численные данные интерпретированы в матрицу  $X$ . Строки этой матрицы – фосфорсодержащие отходы (50 проб), столбцы – содержание компонентов отходов, % масс (17 компонентов). Каждой строке исходной таблицы (проба отхода) соответствует точка на плоскости с определенными координатами.

С математической точки зрения МГК является декомпозицией исходной матрицы  $X$ , т.е. представление её в виде произведения двух матриц  $T$  и  $P$  согласно следующему уравнению:

$$X = TP^T + E = \sum_{a=1}^A t_a p_a^t + E \quad (1)$$

где,  $T$  — матрица счетов (англ. – scores),

$P$  — матрица нагрузок (англ. – loadings),

$E$  — матрица остатков.

Число столбцов  $a$  в матрицах  $T$  и  $P$  выбирается на основании различных признаков так, чтобы матричное произведение  $TP^T$  воспроизводило бы  $X$  с точностью до ошибки  $E$  с использованием минимального числа  $a$ . То есть  $a$  должно соответствовать эффективному рангу матрицы  $X$ . Эта величина называется числом главных компонент (ГК) и она, как правило, много меньше, чем число столбцов  $m$  в  $X$ . Результатом такого преобразования является одновременное сжатие данных и избавление их от нерелевантной информации (ошибки).

На начальном этапе выделения главных компонент в центр облака данных переносится новое начало координат – это нулевая главная компонента (ГК0). Далее выбрано направление максимального изменения данных – Фосфор (20,89%). Это первая главная компонента ГК1. Для описания оставшихся изменений данных выбрано ещё одно направление ГК2 (вторая главная компонента), перпендикулярное к первому. В нашем случае это Формальдегид (16,96%). В результате большое количество переменных представлено в гораздо меньшей размерности. Для переменной ГК1 характерна большая изменчивость и большое значение абсолютной дисперсии и, соответственно, большие значения нагрузок. Переменная ГК1 объясняет 20,89% общей объясненной дисперсии.

Перед началом моделирования переменные X были взвешены методом автошкалирования (англ. - autoscaling). В результате этого преобразования степень влияния каждой переменной на хемометрическую модель выровнена. Автошкалирование заключается в вычитании среднего значения для данной переменной (по каждому столбцу) и делении на соответствующее стандартное отклонение.

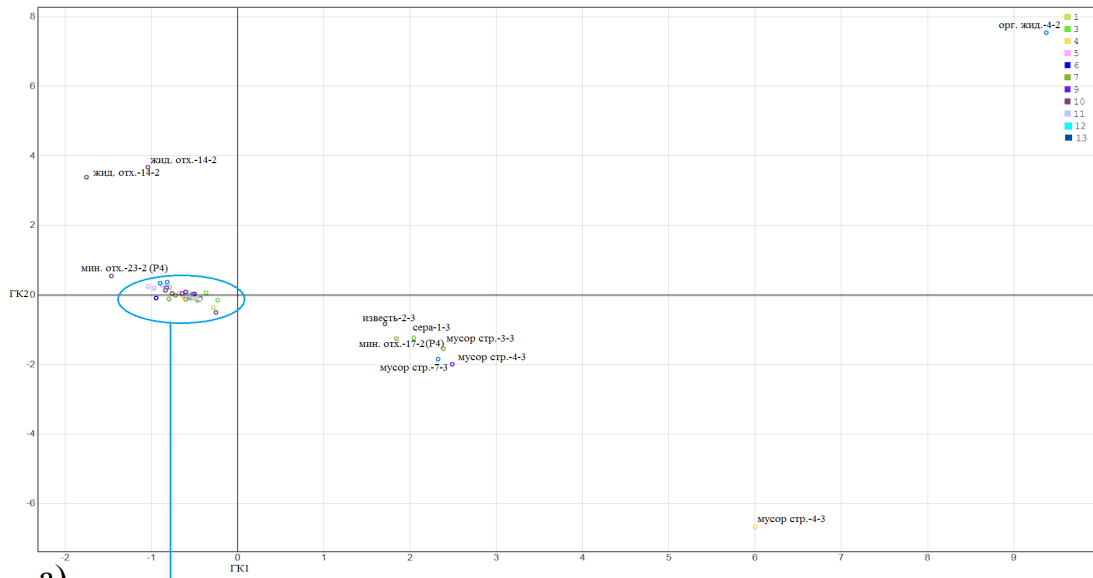
При обработке данных методом главных компонент с использованием программного комплекса TRT-cloud приняты следующие сокращения:

- Мин. отх. (P4) - минеральные отходы при производстве фосфора и его соединений;
- Мин. отх. (P4S10) - минеральные отходы при производстве пятисернистого фосфора и его соединений;
- Жид. отх. - жидкие отходы при производстве фосфора и его соединений;
- Орг. жид. - органические жидкости, загрязненные фосфором;
- Известь - отходы извести некондиционной;
- Сера - сера комовая;
- Мусор стр. - строительные отходы, несортированный мусор от сноса и разборки зданий.

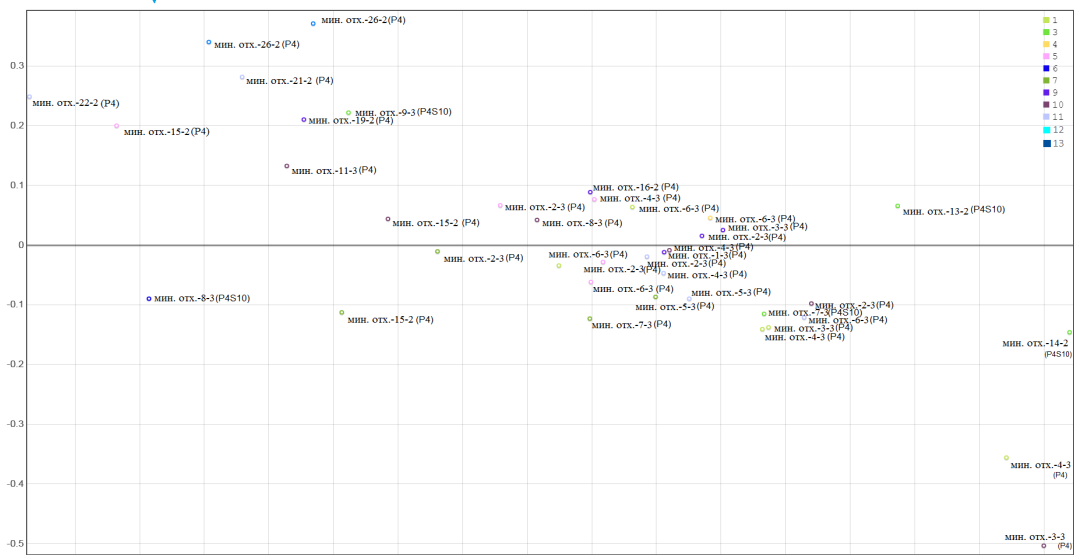
Для наглядного представления материалов исследования приняты условные обозначения по основным показателям: содержание свободного фосфора и класс опасности. Например, минеральные отходы при производстве фосфора и его соединений с содержанием фосфора 3,92 %, отнесенные к III классу опасности, обозначены как «мин. отх.-4-3 (P4)».

Кроме этого, каждому участку бывшей производственной площадки, на котором локализованы фосфорсодержащие отходы, присвоен определенный цвет. Цвет каждой точки на графике счетов (рис. 1) соответствует цвету участка, на котором отобрана проба.

Полученные результаты представлены на рисунках 1,2. Графики счетов (рис. 1) и нагрузок (рис. 2) дополняют друг друга. Обычно в качестве осей графика фигурируют первые две ГК, как несущие основную информацию. Близость точек (отходов на графике счетов или компонентов отходов на графике нагрузок) означает их общее сходство. То есть данные графики демонстрируют спроецированные взаимосвязи между пробами отходов в пространстве переменных (компонентов отходов), расположенные вдоль направлений выбранных главных компонент ГК1 и ГК2. График нагрузок определяет причины, на основании которых пробы отходов расположились на графике счетов. Для переменных, расположенных в одном и том же направлении от центра, характерна положительная корреляция, для лежащих в противоположных направлениях – отрицательная [3].



а)



б)

Рисунок 1 – График МГК-счетов



Рисунок 2 – График МГК-нагрузок

Рисунки 1,2 наглядно демонстрируют, что отходы имеют в целом сходный состав. Одновременно с этим видно достаточно четкое разделение отходов на отдельные кластеры.

Известь некондиционной (известь-2-3), сера комовая (сера-1-3), строительные отходы и несортированный мусор (мусор. стр.-3-3, мусор. стр.-4-3, мусор. стр.-7-3) объединились в кластер отходов III класса опасности с содержанием фосфора в диапазоне 1-7% (рис. 1а). В отличие от крупного кластера, объединившего минеральные отходы производства фосфора (рис. 2б), данные отходы не содержат в своем составе таких компонентов, как свинец, медь, цинк, нефтепродукты, фенол, формальдегид, диоксид кремния (рис. 2). Так же данный кластер объединил мин.отх.-17-2 (P4), который представляет собой просыпи прогоревшего фосфорсодержащего шлама, расположенного под опорами разрушенной руднотермической печи. В составе данного отхода содержится более 53% шамотного кирпича и до 17% фосфора, в результате чего он отнесен ко II классу опасности.

От данного кластера отдален мусор от сноса и разборки производственных зданий, загрязненный фосфором, (мусор стр.-4-3) (рис. 1). Указанный строительный мусор отличается наличием в составе бетона (11%) и черного металла (5%) (рис. 2).

Минеральные отходы производства фосфора и его соединений сформировали основной кластер анализируемых отходов (рис. 1б). Данные отходы представляют собой фосфорсодержащие шламы от светло-серого до черно-серого цвета со специфическим запахом и содержащие в своём составе фосфор 1,4% - 25,75%, воду 3-41,6%. Следует обратить внимание, что для такого отхода, как мин. отх.-23-2(P4), характерно наибольшее содержание воды (до 42%) и формальдегида (до 0,0008%). В результате чего данный отход отделился от указанного кластера. При сопоставлении графика счетов (рис.1) и графика нагрузок (рис.2) отход мин. отх.-23-2(P4) располагается ближе всех минеральных отходов кластера к компонентам «Вода, % масс» и «Формальдегид, % масс».

Наличие цинка, меди, свинца и высокое содержание воды (рис. 2) предопределило отделение жидких отходов производства фосфора (жид. отх.-14-2) от остальных кластеров на графике счетов (рис. 1а). Одновременно с этим, не смотря на то, что две пробы жид. отх.-14-2 взяты на территории одного цеха и согласно регламенту принадлежат одному технологическому процессу (очистка промышленных сточных вод), из-за хранения их в емкостях с различной степенью сохранности количество свинца, меди и фенола в их составе различается в несколько раз. Чем и объясняется их заметное отделение друг от друга (рис. 1а).

При разработке мероприятий по ликвидации фосфорсодержащих отходов отдельное внимание следует уделить органическим жидкостям, загрязненным фосфором (орг. жид.-4-2) (рис. 1а). Данные жидкости представляют собой преимущественно органическую составляющую (содержание нефтепродуктов до 62%, диоксид кремния до 14%, фенола до 12%) и загрязнены фосфором до 4,0% масс (рис. 2).

Химический анализ проб показал, что нахождение отхода в емкостях и сооружениях, предназначенных для одного и того же технологического процесса, при воздействии атмосферных осадков и других условий окружающей среды значительной степени изменяет его состав. Если на начальной стадии исследования фосфорсодержащие отходы классифицированы в соответствии с их классом опасности и соотнесены с технологическим процессом согласно территориальному расположению, то результаты многомерного анализа показали, что сформированные подобным образом девять групп могут быть укрупнены (рис. 3). Не смотря на то, что наибольший вклад в степень опасности отходов для окружающей среды вносит содержание в них фосфора и это определило их класс опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду, необходимо учитывать влияние всех компонентов при дифференциации отходов на группы.

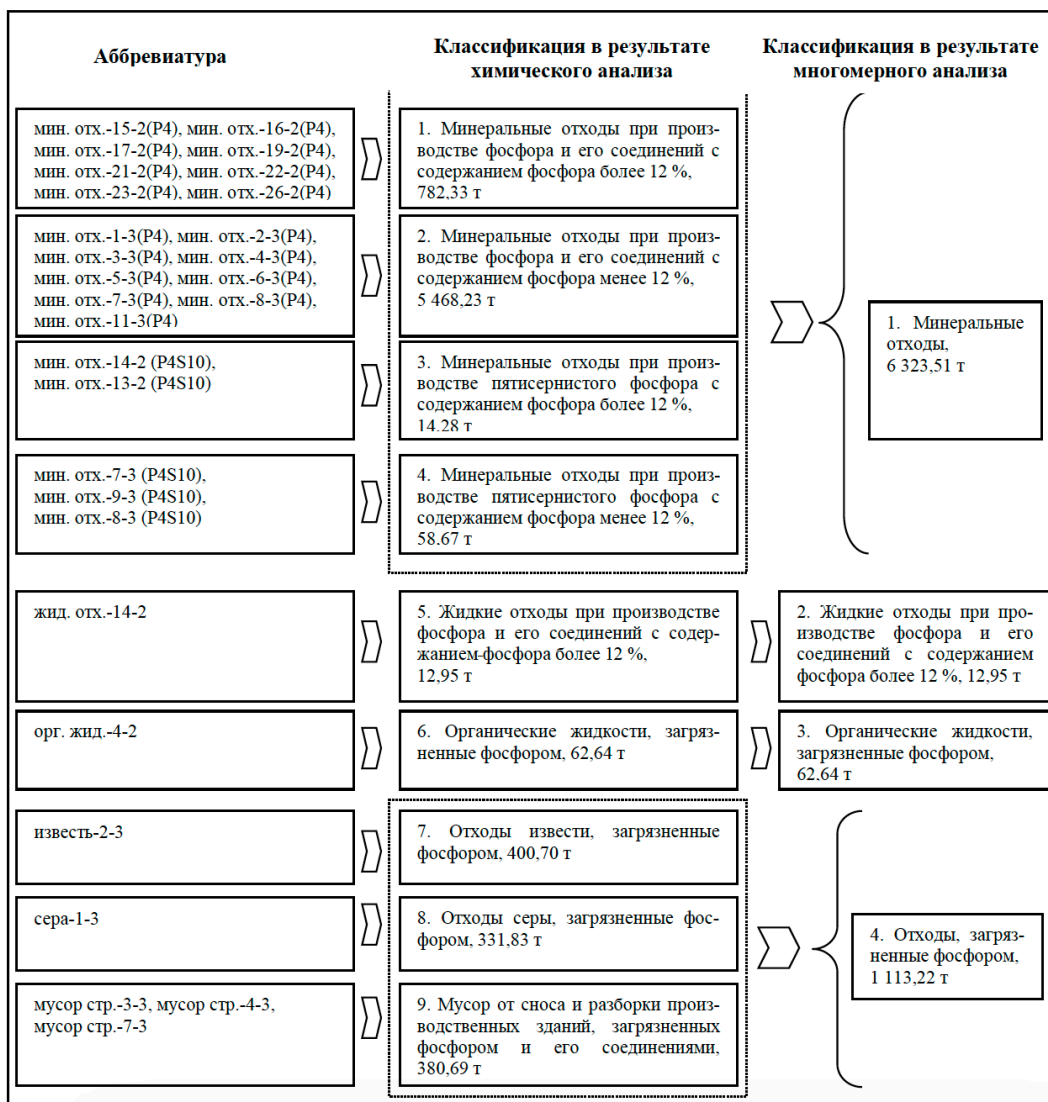


Рисунок 3 – Классификация фосфорсодержащих отходов

Данные рисунка 3 показывают, что выделенные первоначально девять групп можно укрупнить до четырех. Возможность подобного укрупнения способствует получению информации, необходимой для организации площадок приёма и хранения партий отходов на обезвреживание.

Метод главных компонент позволил наглядно представить результаты химико-аналитических исследований отобранных проб отходов и существующие закономерности. В результате чего выявлены основные группы отходов, к которым может быть применен один режим обезвреживания. Перспективным направлением является применение хемометрического анализа для дальнейшей разработки и интерпретации выбранных сценариев ликвидации фосфорсодержащих отходов.

#### Список литературы:

1. Brereton, Richard G. Applied chemometrics for scientists // Richard G. Brereton. p. cm
2. TPT-cloud: chemometrics online [Internet]. [дата обращения: 21.12.2020]. Доступ по ссылке: <https://tptcloud.com>
3. Эсбенсен К. Анализ многомерных данных // Пер. с англ. С.В. Кучерявского; Под ред. О.Е. Родионовой. Черноголовка: ИПХФ РАН, 2005. 160

**Научный руководитель:** д.т.н., Профессор Н.Г. Гладышев

ДЕРКСЕН Д.А., ЕВТУШЕНКО К.В.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева

## ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕТА И ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

DERKSEN D.A., EVTUSHENKO K.V.

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

### DIGITAL PLATFORM FOR ACCOUNTING AND INDUSTRIAL USE OF ASH WASTE

В работе представлена цифровая платформа, позволяющая обеспечить учет, и промышленное использование золошлаковых отходов, производимых тепловыми электростанциями. Представлены основные возможности разрабатываемого программного продукта и перспективы его использования и коммерциализации.

На территории России функционируют более 300 тепловых электростанций [1], которые формируют около 70 % от всего энергетического баланса государства. При этом около 30 % тепловых электростанций работают на каменном угле. Это особенно актуально для такого угледобывающего региона как Кузбасс. Сжигая уголь, тепловые электростанции получают тепловую энергию и генерируют электрическую. Отрицательной стороной этого процесса является образование побочных продуктов сжигания угля – золошлаковых отходов. За год в России образуется порядка 50 млн тонн золошлаковых отходов. В золошлакоотвалах тепловых электростанций накоплено свыше 1,5 млрд тонн отходов, общая площадь которых достигает 2000 кв. км. Они отрицательно влияют на окружающую среду, занимают большие площади, пылят, загрязняют подземные воды, в них содержатся токсичные элементы. Экологическая проблема требует ликвидации отходов топливно-энергетического комплекса. Например, при использовании золошлаковых отходов для производства материалов в строительстве происходит ликвидация отходов промышленности, отпадает необходимость разработки новых месторождений по добыче полезных ископаемых, что позволит сохранить природный баланс и решить экологическую проблему в Российской Федерации [1].

Разрабатываемая цифровая платформа представляет собой прежде всего интерактивную карту [2] с обозначенными на ней тепловыми электростанциями и их золошлаковыми отвалами (рис. 1).

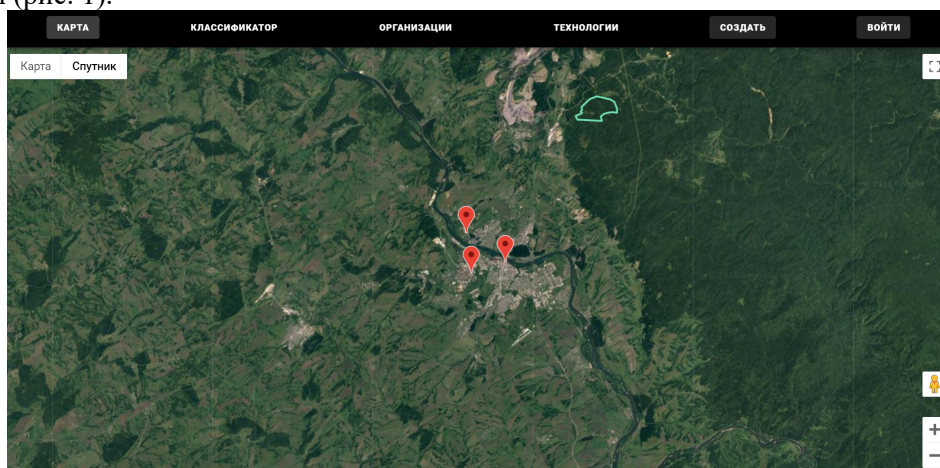


Рисунок 1 – Интерактивная карт

Цифровая платформа имеет следующий функционал:

- список всех тепловых электростанций Кузбасса с их подробным описанием;
- список всех типов золошлаковых отходов с их подробным описанием и их химическими, физико-механическими и радиологическими свойствами.



- список технологий по использованию золошлаковых отходов: рекультивация земель, строительство, извлечение компонентов, нетрадиционное использование компонентов золошлаковых отходов;
  - вход и регистрацию участников.
- Все золошлаковые отходы классифицируются (рис. 2) по степени опасности и их свойствам.

		ХИМИЧЕСКИЙ ПОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ				ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА				ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПО ОСНОВНЫМ ОКСИДАМ												
Элемент	X1	±Δ1	X2	±Δ2	X3	±Δ3	X4	±Δ4	X5	±Δ5	X6	±Δ6	X7	±Δ7	X8	±Δ8	X9	±Δ9	X10	±Δ10	X11	±Δ11
Литий (Li)	47	10	41	9	36	7	50	10	41	9	48	10	47	10	54	11	57	12	43	9	43	9
Бериллий (Be)	3.2	1	2.6	0.8	2.3	0.7	3.1	1	2.6	0.8	3.6	1.2	3.7	1.2	3.9	1.3	4.5	1.4	2.8	0.9	3	1
Скандий (Sc)	15.7	3.3	13.8	2.9	13.3	2.8	16.2	3.4	14.6	3.1	14	2.9	14.6	3.1	13.7	2.9	15.7	3.3	14.9	3.1	11.8	2.5
Ванадий(V)	97	20	75	16	79	17	96	20	80	17	68	14	69	15	65	14	80	17	79	16	67	14
Хром(Cr)	61	13	45	9	88	18	61	13	46	10	57	12	55	11	57	12	68	14	49	10	44	9
Кобальт (Co)	21	4	15.5	3.2	14.1	3	14.2	3	12.4	2.6	20	4	17.4	3.7	20	4	22	5	15.7	3.3	16.5	3.5
Никель (Ni)	70	15	51	11	49	10	48	10	43	9	14.3	30	68	14	77	16	84	18	51	11	54	11

Рисунок 2 – Классификатор золошлаковых отходов

Авторизированные пользователи будут иметь возможность поиска золошлаковых отходов по различным критериям.

Каждая категория технологий (рис. 3) имеет свой подтип.



КАРТА	КЛАССИФИКАТОР	ОРГАНИЗАЦИИ	ТЕХНОЛОГИИ	СОЗДАТЬ	ВОЙТИ
<b>Рекультивация земель</b>  НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ ОТ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ ОТ КАРЬЕРОВ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ 3    РЕКУЛЬТИВАЦИЯ 4		<b>Строительство</b>  ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОНОВ    УСТРОЙСТВА НАСЫПИ ДОРОГ БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИЙ    ИЗГОТОВЛЕНИЕ БЛОКОВ, ИЗДЕЛИЙ СТРОИТЕЛЬСТВО			
<b>Извлечение компонентов</b>		<b>Нетрадиционное использование ЗШМ</b>			

Рисунок 3 – Технологии использования золошлаков

Строительство включает в себя следующие подтипы:

- приготовление бетонов;
- устройства насыпи дорог;
- благоустройство территорий;
- изготовление блоков, изделий.

Рекультивация земель:

- нарушенные земли от угольных разрезов;
- нарушенные земли от карьеров.

Извлечение компонентов:

- драгоценные металлы.

Нетрадиционное использование золошлаковых отходов:

- извлечение микросферы и изготовление на ее основе красок;
- использование остатка после извлечения ценных компонентов.



Для разработки цифровой платформы [3] были использованы следующие программные средства:

- Visual Studio Code – в качестве редактора кода;
- Vue.js – прогрессивный фреймворк для создания пользовательских интерфейсов;
- VuetifyJS – огромный набор готовых компонентов для создания приложения на VueJS;
- BootstrapVue – популярная платформа для создания сайтов, ориентированных на мобильные устройства;
- MongoDB – документоориентированная система управления базами данных, не требующая описания схемы таблиц.

В будущем планируется создать торговую площадку на базе цифровой платформы, которая дает возможность объединить всех покупателей и продавцов золошлаковых материалов и предполагает их регистрацию, а также регистрацию обычных пользователей. Зарегистрированные пользователи получают возможность контактировать с тепловыми электростанциями. С точки зрения коммерциализации будет реализована монетизация цифровой платформы.

### **Список литературы**

1. Изучение золошлаковых отходов для их использования в качестве вторичных ресурсов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://applied-research.ru/pdf/2015/9-1/7431.pdf>, свободный (дата обращения: 07.03.2021).

2. Дерксен, Д.А. Разработка интерактивной карты для классификатора золошлаковых отходов / Д.А. Дерксен, К.В. Евтушенко, Н.А. Фирсов, А.А. Тайлакова, Е.А. Глебова // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2020): Материалы Всероссийской научно-практической конференции, г. Кемерово, 8-10 октября 2020 г.; Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2020. – С. 15-16.

3. Пимонов, А.Г. Цифровая платформа для обеспечения учета и утилизации золошлаковых отходов / А.Г. Пимонов, К.В. Евтушенко, Д.А. Дерксен, А.А. Тайлакова // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции (07 – 10 декабря 2020 года), ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2020. – С. 95-97.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор А.Г. Пимонов

**ЗАКАТОВ Н.С.**

Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина

### **НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ НЕСГОРАЕМЫХ УГЛЕРОДНЫХ ОСТАТКОВ ПИРОЛИЗА ОТХОДОВ**

**ZAKATOV N.S.**

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

### **SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUBSTANTIATION OF SORPTION PROPERTIES OF INCOMBUSTIBLE CARBON RESIDUES OF WASTE PYROLYSIS**

Проблема обращения с твердыми остатками термических процессов обработки отходов является актуальной для многих отходоперерабатывающих производств. Переполнение накопителей золы и значительный рост платежей за размещаемые отходы уменьшает привлекательность отходов как энергетического ресурса.

Использование отходов, получаемых в результате утилизации и обезвреживания неминеральных отходов термическим способом, является актуальным направлением как в рам-

ках решения проблем энергетического обеспечения, так и для целей природоохранной деятельности.

**Постановка цели и задач исследования.** Рассматриваемый в работе процесс быстрого пиролиза отходов представляет ресурсосберегающий подход, наилучшие доступные технологии которого реализуют процессы термического разложения органических и некоторых неорганических веществ.

Продукты, получаемые в результате промышленного пиролиза отходов, представляют собой вторичные материальные ресурсы. При этом варьирование технологическими параметрами процесса пиролиза (температура и давления) позволяет получить различное соотношение газообразных, жидких и твердых продуктов. В ходе анализа научно-технической информации было выявлено, что основными направлениями утилизации получаемого твердого несгораемого остатка пиролиза отходов пневматических шин и каучуков являются использование в качестве наполнителя в новых полимерных изделиях, красящего пигмента новой резинотехнической продукции, а также в качестве селективного сорбента различных поллютантов водной среды.

Учитывая широкую распространенность углеродных сорбирующих материалов для удаления углеводородного загрязнения, тяжелых металлов и других токсикантов и ресурсный потенциал образования данного отхода при промышленном использовании процесса пиролиза, в настоящей работе получаемые несгораемые углеродные остатки рассматриваются с точки зрения изучения и применения их сорбирующих свойств по отношению к различным загрязнителям.

Цель настоящей работы: научно-техническое обоснование сорбционных свойств несгораемых углеродных остатков, получаемых в качестве продукта пиролиза различных групп органических отходов.

**Экспериментальные данные и их анализ.** Исследуемый материал был получен на опытно-промышленной установке пиролиза утративших потребительские свойства автомобильных шин и различных резинотехнических изделий при температуре 400-500°C.

Предварительный анализ химического состава углеродных остатков характеризуется преимущественным содержанием углерода (82%), механических и минеральных веществ (песок, глина, пр. – до 14%), незначительным количеством металлов (до 4% - Zn и Cu). Фракционный состав выявил преимущественное содержание дисперсных частиц с размерами до 45 мкм. Для оценки размеров и доли мезо- и микропор был проведен СЭМ-анализ (рисунок 1). Средняя площадь поверхности составила  $58,0 \pm 0,5 \text{ м}^2 \text{ г}^{-1}$ .

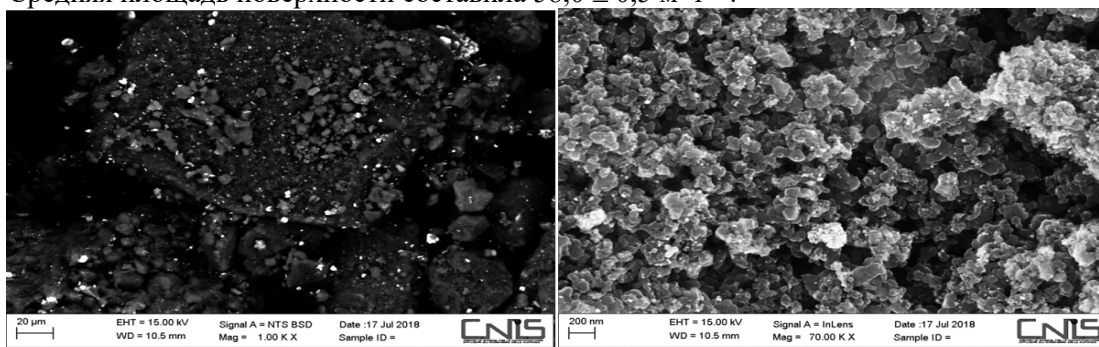


Рисунок 1 – Порозиметрия образцов несгораемых углеродных остатков, снимки растрового микроскопа (50 000-кратное увеличение)

Для оценки сорбционных свойств были получены кинетические и изотермические кривые. Кинетические испытания (рисунок 2) показывают быструю адсорбцию (равновесное состояние достигается в течение часа), что, по-видимому, связано с шероховатой поверхностью углеродных остатков.

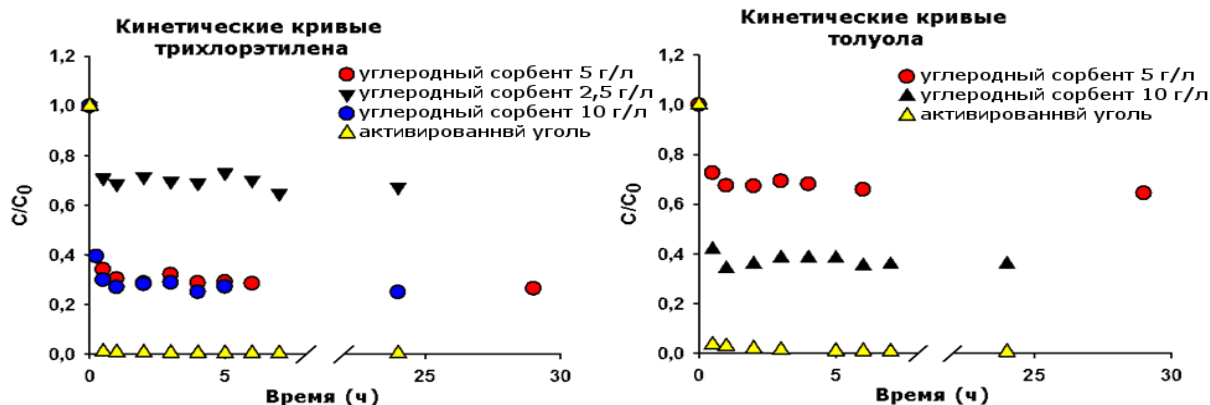


Рисунок 2 – Кинетические кривые адсорбции с модельными растворами трихлорэтилена и толуола

Изотермические испытания проводились с растворами соли свинца, толуола, трихлорэтилена в реакторах периодического действия. Экспериментальные данные описываются моделями Ленгмюра и Фрейндлиха, полученные кривые сопоставимы с данными активированного угля (рисунок 3).

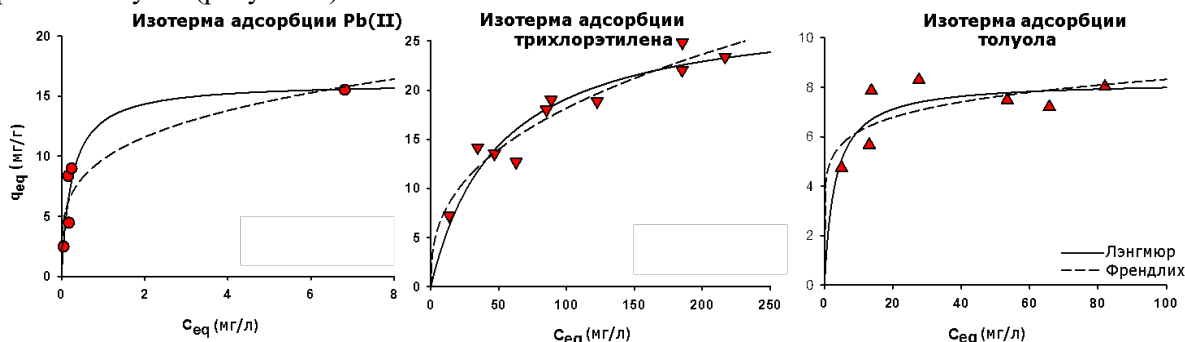


Рисунок 3 – Изотермические кривые адсорбции негорючих углеродных остатков

**Выводы и заключение.** Несмотря на отсутствие предварительной модификации и активации исследуемые углеродные остатки характеризуются приемлемым сорбирующим эффектом. Предварительные исследования селективности и сорбционной емкости негорючих остатков позволяют обосновать оптимальные направления использования данных материалов для целей охраны окружающей среды.

В качестве перспективных дальнейших исследований в данном направлении рассматривается эксперимент с использованием реактора с неподвижным слоем и непрерывным вводом химически активного материала, а также варьирование технологических параметров и сырья пиролизной установки для улучшения характеристик получаемых твердых углеродных остатков.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент С.В. Остах

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ХРОМА

**KVIRING M.D.**  
Ufa state petroleum technological university branch in Sterlitamak

## DEVELOPMENT OF THE PROCESS SYSTEM FOR WASTEWATER TREATMENT FROM CHROMIUM

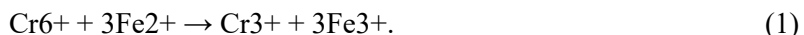
Во многих областях промышленности, например, в машиностроении, применяется метод электролитического нанесения на металлические покрытия.

На стадии промывки деталей после хромирования образуются хромсодержащие стоки. Так, с данной проблемой столкнулся завод АО «Красный пролетарий» в городе Стерлитамак, на котором выявлено, что концентрация хрома в промывных ваннах находится в пределах 0÷50 мг/л в расчете на металл.

Для решения проблемы очистки сточных вод от токсичного шестивалентного хрома применяется электрохимический метод.

В ходе очистки данным методом, сточные воды проходят через электролизер с электродами из железа, реакция среды щелочная, при этом в раствор переходят ионы Fe(II), которые выделяются из материала анода. А при электродных процессах они реагируют с ионами хрома (VI), при этом последние восстанавливаются до ионов хрома (III) с образованием нерастворимых гидроокисей.

Процесс очистки стока от хрома(VI) электрохимическим методом производится следующим образом. Восстановление хрома(VI) до хрома(III) железом(II) происходит по реакции:



При pH среды около 4 – 7 происходит образование осадка гидроокисей хрома и железа.

Для получения ионов железа (II) сточная вода обрабатывается в электролизере с растворимым железным анодом. В этом случае на аноде протекает растворение железа:



а на катоде разложение воды с образованием ионов OH<sup>-</sup>.



Последняя реакция приводит к подщелачиванию раствора и образованию осадка гидроокисей Fe(OH)<sub>3</sub> и Cr(OH)<sub>3</sub>.

В ходе исследования, основанного на данных реакциях, был использован модельный раствор сточной воды объемом 70 мл, содержащем 20 мг/дм<sup>3</sup> хрома и 3,8 мг/дм<sup>3</sup> серной кислоты (до величины pH от 7 до 8) в стационарном режиме. Экспериментальная установка состояла из электролизера, графитового катода и железного анода.

Под действием постоянного тока в анодном отделении происходило растворение железа, а в катодном отделении происходило разложение воды с выделением водорода и образованием ионов гидроксила. Вследствие этого pH католита возрастала, что приводило к образованию гидроокиси хрома.

После пропускания через аппарат необходимого количества электричества, раствор фильтровали. Осветленную часть стока анализировали на содержание хрома, также измеряли pH раствора.

Данное исследование работы электролизера проводилась при токовой нагрузке от 80 до 140 мА. На рисунке 1 представлена зависимость концентрации хрома в стоке от силы тока, протекающего через электролизер и от времени обработки стока.

В ходе эксперимента результаты показали, что с увеличением времени обработки концентрация хрома в стоке понижается до 0,04-0,06 мг/л.

Для повышения эффективности процесса предлагается внедрение автоматизированной системы управления. Напряжение на электролизере измеряется вольтметром постоянного тока индикаторного типа М4N-DV-01.

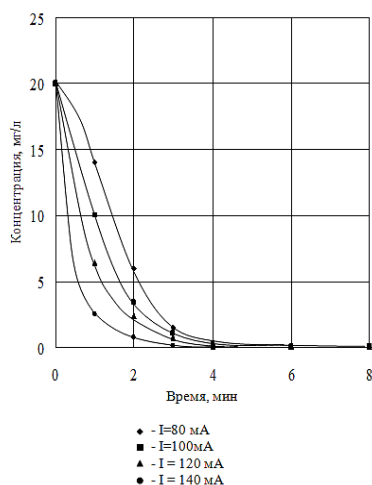


Рисунок 1 – Зависимость концентрации хрома в стоке от времени обработки

С целью извлечения хрома из сточных вод была предложена реконструкция промывочной ванны. На краях промывочной сваркой крепятся уголки, к которым посредством болтового соединения крепятся пластины. Пластины изготавливаются из непроводящего электрический ток материала. В отверстия пластин вставляются металлические штанги диаметром 3 – 4 мм. К штангам подводится постоянное напряжение от регулируемого выпрямителя.

В результате электрохимической обработки промывочной ванны в ней появляется осадок, содержащий гидроокиси хрома и железа. При этом концентрация хрома в растворе уменьшается.

Таким образом, способ подачи напряжения между железными пластинами аналогичен способу подачи напряжения на детали при хромировании.

В результате, исследования показали, что электролизная обработка сточных вод, образующихся в промывных ваннах гальванического участка, позволяет получить очищенную воду с содержанием хрома около 0,05 мг/л, что удовлетворяет ПДК. Также автоматизация процесса позволяет снизить расходы сырья и энергии, повысить эффективность производства.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Н.А. Быковский

**КОНДРАШИН К.Г.**

Астраханский Государственный архитектурно-строительный университет (ГАОУ АО  
ВО «АГАСУ»)

**ПРИМЕНЕНИЕ ПСЕВДО-ТОПОИЗОПЛЕТ В ИССЛЕДОВАНИИ СОЛЕВОГО  
СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ, КАК СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ БОЛЬШОГО МАССИВА  
ДАННЫХ**

**KONDRASHIN K.G.**

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering (GAOU AS VO  
"AGASU")

**APPLICATION OF PSEUDO-TOPOISOPLER IN STUDYING THE SALT STATE  
OF SOIL COVER OF AGRICULTURAL TERRITORIES AS A MEANS OF VISUALIZING  
A LARGE DATA**

В работе исследована возможность применения псевдо-топоизоплет для изучения загрязнения токсическими солями почвенного покрова сельскохозяйственных территорий.

Для прослеживания динамики соленакопления были выбраны два действующих хозяйства и два неактивных (более десяти лет) хозяйства, Камызякского района, Астраханской области.

Для достижения целей данной работы необходимо было исследовать почвы разных классификационных принадлежностей и отличающихся по степени засоления. Почвенный покров каждого объекта имеет сугубо индивидуальный водный режим, определяющий передвижение солей и распределение их по профилю. Потому, для достижения цели настоящего исследования, проводилось изучение распределения солей в зависимости от положения в мезорельефе.

Весной 2020-го года, было проведено исследование экологического состояния территории нескольких хозяйств Камызякского района, Астраханской области. В ходе данных работ, а также обзора опыта подобных работ, был собран объёмный материал, сгруппированный по типу и времени исследования.

На данном этапе НИР проявилась проблема представления полученных данных и комплексного их анализа.

В дальнейшем полученный массив данных был преобразован для визуальной оценки загрязнения исследуемой территории токсичными солями.

В простых проектах, географическая информация может храниться в виде обычных файлов. Но с увеличением масштаба информации и количества пользователей для хранения, структурирования и управления данными становится более эффективным использование систем управления базами данных (СУБД), специальных вычислительных инструментов для работы с наборами данных - интегрированные (базы данных).

Однако, чтобы данная информация стала доступной, простой для понимания неспециалисту, необходимо преобразовать её в иную форму, в том числе, например, для выделения и управления пространственными данными, необходимыми для конкретной задачи.

При построении псевдо-топоизоплет с физическими или химическими свойствами грунтов на основе базы данных с использованием той или иной процедуры интерполяции (кригинг, сплайн, IDW и др.), выделяют изолинии, которые представляют собой горизонтальные участки построенной поверхности на уровнях, равных уровням указанные значения.

Техническое построение псевдоизолиний возможно в подавляющем большинстве программ ГИС, включая ArcGis, QGis, AutoCAD и другие.

В том числе, для использования в качестве подложки к формируемой топо-изоплете (картосхеме) был использован метод преобразования растрового изображения (устаревшей картосхемы) в векторное.

Метод преобразования растрового изображения в векторное называется векторизацией или трассировкой. Выполнить ее можно в таких программных комплексах как Adobe Illustrator, Vector Magic, а также в CorelDraw — профессиональном векторном графическом редакторе.

Как и в других подобных программах, в CorelDraw трассировка может выполняться как автоматически, так и вручную. С другой стороны, ручной режим предлагает два метода отслеживания - осевую линию и контур. Векторизация осевой линии подходит для преобразования черно-белых иллюстраций, включая технические, различные карты, штриховые рисунки, подписи и т. д., отслеживание контуров используется при преобразовании логотипов, изображений низкого и высокого качества, а также черно-белых изображений в векторные штриховые рисунки.

Применяя упрощённый метод построения псевдо-топоизоплет мы визуализируем информацию о состоянии почвенного покрова: плодородие, засоление, загрязнение и так далее. (Рис. 1)

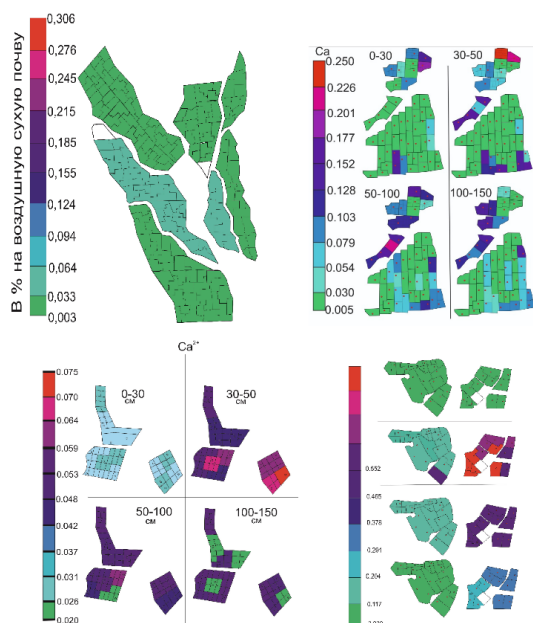


Рисунок 1 – распределение ионов кальция в почвенном покрове исследуемых хозяйств

Данная картосхема (псевдо-топоизоплет) была составлена на примере исследования минерализации почвенного покрова, в рамках формирования упрощённой модели визуализации массива данных.

Анализами подтверждается, что распространение (перемещение, аккумуляция и трансформация) ионов солей в почвенной толщине исследуемых территорий, подчиняется определённым геохимическим законам.

Вариабельность содержания легкорастворимых солей в почвенном покрове исследованных территорий зависит от ряда факторов: различие в растительных сообществах, особенности мезо- и микрорельефа, гидрологический и тепловой режимы и морфологическое строение почвы.

**Выводы.** На примере исследования минерализации почвенного покрова территории, была составлена картосхема (псевдо-топоизоплет) в рамках формирования упрощённой модели визуализации массива данных.

Заключено что, визуализация результатов анализа отобранных выборок с помощью современных или исторических исследований является наиболее информативным и простым для понимания методом.

Выявлено что применение методов ручной векторизации, либо автоматической трассировки, возможно как для дешифрирования устаревших картосхем, так и для формирования визуализированной базы данных из большого массива экологических данных исследуемой территории.

Задача, поставленная в начале работы полностью завершена.

1. В данной работе были в полной мере измерены концентрации ионов солей в почвенных профилях. Все полученные данные были интерполированы на широкие территории исследуемых сельскохозяйственных угодий.

2. По полученным результатам были составлены картографические схемы, в пределах исследуемых сельскохозяйственных угодий, по катионно-анионному составу и различным глубинам.

3. Солевой режим почвенного покрова был оценён по критериям темпов сельскохозяйственной обработки, а также найдена зависимость распространения ионов солей от геоморфологического строения территории.

4. Проведено исследование степени подчинения ионов солей, законам физико-химического перераспределения их в локальной топографической системе. А так же в комплексе топографических систем - в пределах одного административного района Астраханской области.

**Научный руководитель:** д.б.н., профессор В.Н. Пилипенко

**КОРОТАЕВА А.Е.**

Санкт-Петербургский горный университет

#### **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ «CONSTRUCTED WETLANDS» ДЛЯ ОЧИСТКИ КАРЬЕРНЫХ СТОЧНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

**KOROTAEVA A.E.**

St. Petersburg Mining University

#### **APPLICATION OF THE "CONSTRUCTED WETLANDS" SYSTEM FOR THE TREATMENT OF QUARRY WASTEWATER IN ARCTIC**

Арктическая зона Российской Федерации является источником многочисленных запасов минеральных ресурсов, разведка и добыча которых вызывает трудности из-за плохо развитой инфраструктуры и суровых климатических условий. В связи с этим Правительство РФ опубликовало в 2014 году государственную программу по социально-экономическому развитию Арктической зоны. Данная программа базируется на нескольких основных принципах, одним из которых является применение наиболее жестких природоохранных и экологических норм. По этой причине горнопромышленные, нефтегазовые и прочие предприятия, планирующие или осуществляющие деятельность на этой территории, должны минимизировать, ликвидировать или предотвращать негативное воздействие на природные компоненты.

Отработка месторождений полезных ископаемых открытым способом на предприятиях преимущественно осуществляется буровзрывным способом. При этом применяются взрывчатые вещества, основой которых является аммиачная селитра. В связи с поступлением с карьер атмосферных осадков, а также подземных вод образуются карьерные сточные воды, которые подвержены загрязнению различными химическими соединениями, в том числе и азотными. Соединения азота попадают в воду в результате растворения аммиачной селитры при зарядке обводненных скважин или при вымывании из горных пород, которые сорбировали оксиды азота при осуществлении взрывов. Попадание загрязненных карьерных сточных богатых биогенными веществами (соединениями азота) вод из-за отсутствия или малоэффективной очистки в поверхностные водоемы создает условия для развития процесса эвтрофикации. В результате этого процесса увеличивается количество гидробионтов, снижается концентрация растворенного кислорода и прозрачность.

Для очистки карьерных сточных вод, в частности от азотных соединений, планируется внедрить биологическую доочистку в существующую систему очистки сточных вод на горнопромышленных предприятиях. Биологическая доочистка будет осуществляться систе-



мой комплексной очистки сконструированных болотных угодий (Constructed wetlands). В данных системах для очистки от загрязняющих веществ применяются болотная растительность, почвы и естественные микробные сообщества. Следует отметить, что соединения азота трансформируются за счет деятельности нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий. Преимущественно в Constructed wetlands используются представители *Phragmites australis* (тростник обыкновенный), *Typha latifolia* (рогоз широколиственный), *Scirpus species* (виды камыша), *Carex species* (виды осоки) и *Elodea Canadensis* (элодея канадская). В условиях Арктики планируется применять *Typha latifolia* (рогоз широколиственный) и *Elodea Canadensis* (элодея канадская), которые являются морозостойкими, выносливыми и неприхотливыми растениями.

К настоящему времени в научно-образовательном центре коллективного пользования высокотехнологичным оборудованием «Центр коллективного пользования» были осуществлены эксперименты по исследованию способности низшей водной растительности, как составной части системы водно-болотных угодий, снижать концентрацию азотных соединений из модельных растворов карьерных сточных вод в условиях низких температур. Полученные результаты проведенных экспериментов свидетельствуют, что эффективность поглощения в данных условиях идентична эффективности очистки при умеренной температуре (+24 °C). В настоящее время проводится акклиматизация высшей водной растительности в лабораторных условиях для дальнейшего изучения ее способности поглощать загрязняющие вещества из сточных вод.

На сегодняшний момент очистка карьерных сточных вод биологическими методами изучен недостаточно, особенно в условиях низких температур. Тем не менее, система сконструированных болотных угодий (Constructed wetlands) в арктических условиях имеет высокий потенциал внедрения. Осуществление очистки в результате естественных процессов жизнедеятельности растений и микроорганизмов не требует внесения дополнительных химических реагентов и частого вмешательства человека. Кроме того, не происходит образование высококонцентрированных растворов или избыточного активного ила, который необходимо утилизировать, приводя к дополнительным затратам.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор Пашкевич М.А.

**МАКСИМОВ Л.И.**

Тюменский индустриальный университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ  
В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО РУДОПОДОБНОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ НАНОПОРОШКОВ И ТОВАРОВ НА ИХ  
ОСНОВЕ**

**MAKSIMOV L.I.**

Industrial University of Tyumen

**USE OF IRON REMOVAL STATIONS' TECHNOGENIC WASTE AS AN  
ALTERNATIVE ORE-LIKE SOURCE FOR PRODUCTION OF IRON-CONTAINING  
NANOPOWDERS AND GOODS BASED ON THEM**

Согласно рекомендациям нормативных документов для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения следует использовать воду подземных источников, которая достаточно часто содержит повышенные концентрации железа. Особенно это характерно для Западно-Сибирского артезианского бассейна, что связано с избыточной увлажненностью, слабой дренированностью, интенсивной заболоченностью территории, присутствием органики и железистых минералов.

Задержанные на фильтрах обезжелезивания соединения железа переходят в промывную воду, после отстаивания которую возвращают в начало сооружений, а осадок направляют на депонирование на полигонах, что представляет опасность для почв и атмосферы. Осадок промывных вод имеет мелкодисперсную структуру и состоит, в основном, из оксидов железа. На станции обезжелезивания подземных вод (СОПВ), подающей воду в систему водоснабжения населенного пункта с числом жителей 100 тысяч человек при норме водопотребления 200 л/чел·сут, содержании железа в исходной воде 5,3 мг/л и ПДК по железу 0,3 мг/л, в сутки образует 100 кг такого осадка.

Рассмотрение этого источника железа в качестве сырьевой базы для трубопрокатного производства является нерациональным. Однако, такие свойства осадка СОПВ, как высокое содержание соединений железа и высокая степень дисперсности, позволяют найти применение этому техногенному отходу в современных высокотехнологичных отраслях промышленности. Наноразмерные металлопорошки на основе железа применяются в аддитивных технологиях, неразрушающей магнитной дефектоскопии, в производстве LFP-аккумуляторов и катализаторов. Применяемые в настоящее время методы производства указанных порошков из металлического сырья являются энергоемкими, требующими сложного оборудования и в следствии этого – дорогостоящими.

Выбранный для исследования осадок Велижанской станции обезжелезивания после обезвоживания представляет собой порошок светло-коричневого цвета, состоящий на 58-82% из соединений железа. Гранулометрический состав исходного осадка был исследован методом рассеивания лазерного луча. После смачивания и обработки осадка ультразвуком 88,3% частиц имели размеры менее 21,34 мкм. Термогравиметрический и дифференциальный сканирующий калориметрический анализы осадка показали, что фазовый переход гематита в магнетит, обладающий магнитными свойствами, происходит при температурах от 400°C.

Предлагаемый технологический процесс состоит из следующих блоков: (1) Выделение осадка из промывных вод, (2) Снижение его влажности, (3) Нагрев и восстановление железа в среде угарного газа. Используемый первоначально газообразный монооксида углерода был заменен на угарный газ, получаемый из угля и углекислого газа *in situ*, для упрощения и тиражируемости технологического процесса. Разработанный технологический процесс обеспечивает полное протекание реакции за счет перемешивания порошкообразного исходного осадка с угарным газом в высокотемпературном вихревом газодинамическом потоке, создаваемым в циклоне, выполненном из жаропрочной стали. Рекуперация тепловой энергии делает процесс энергоэффективным. Отбор магнитной фракции осуществляется с помощью электромагнита, что исключает попадание в бункер готовой продукции не вступивших в реакцию частиц оксида железа и нецелевых продуктов реакции, тем самым обогащая сырьё и значительно повышая массовую долю целевых компонентов в готовом металлсодержащем порошке.

В целях лабораторной апробации предложенной технологической схемы были воссозданы аналогичные условия в меньшем масштабе и с упрощённой схемой. Исследуемый осадок СОПВ был помещен в муфельную печь в тигле собственной конструкции поверх угля с размером фракций 5-20 мм, что обеспечивает более полное протекание химических реакций. Выбранный температурный интервал от 400 до 600°C является достаточным для активации реакций. Твердые смеси не переходят в расплав.

Исследование химического состава образцов осадка с использованием рентгеноструктурного анализа показало, что в составе образцов при температуре активации 400°C преобладающими формами железа являются сидерит и маггемит, обладающий магнитными свойствами. Маггемит неустойчив к нагреву и при повышении температуры переходит в магнетит. В составе образцов, полученных при температурах 500 и 600°C, преобладающим является магнетит.

Для исследования гранулометрического состава полученных при разных температурах образцов использовались сканирующий электронный микроскоп и лазерный измеритель размера частиц. Электронная микроскопия осадка показала, что частицы осадка после термической активации при температуре 400°C в среде монооксида углерода имеют квазисфери-

ческую форму с развитой внешней поверхностью и подвержены слипанию из-за наличия легкоплавких и водорастворимых соединений. С повышением температуры обработки эффект слипания исчезает из-за перехода легкоплавких соединений в газообразную форму и изменении кристаллической решетки железосодержащих соединений. Частицы, полученные при температуре 450°C, имели наиболее выраженную сферическую форму, низкую открытую пористость и низкую степень адгезии с соседними частицами, что является ключевыми свойствами для продуктов на основе микро- и нанопорошков. Повышение температуры обработки осадка привело в результате развития процессов кристаллизации к адгезии частиц и сплавлению их в крупные агрегаты с хрупкой структурой.

Использование ультразвуковой обработки полученных после термической активации образцов и помещение их в жидкую среду показало возможность достижения показателя  $d_{50}$  равного 70 – 90 нм для образцов, обработанных при 400 – 500°C.

Главным результатом проведённых исследований является выявленный ресурсный потенциал для производства наноразмерных металлосодержащих порошков широкого спектра применения, в том числе для нужд высокотехнологичных отраслей. В совокупности относительной простотой и дешёвизной проектируемой технологии, исследованный вид техногенного сырья может быть фундаментом для экономического роста регионов и стран с недостаточной степенью социально-экономического развития.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор В.В. Миронов

**МАЛЫШКИНА Е.С.**

Тюменский индустриальный университет

## **ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД**

**MALYSHKINA E.S.**

Industrial University of Tyumen

## **RECYCLING OF WOOD PROCESSING WASTE AS A SORBENT FOR EXTRACTING PETROLEUM PRODUCTS FROM WASTEWATER**

В работе рассматривается возможность использования сосновых опилок как отходов деревообрабатывающего производства в качестве сорбента для извлечения нефтепродуктов из сточных вод.

Одной из главных причин загрязнения водных ресурсов нефтепродуктами региона является сброс в водоемы плохо очищенных и неочищенных производственных и поверхностных сточных вод. Наиболее популярная технологическая схема канализационных очистных станций включает в себя сорбционные фильтры на завершающем этапе доочистки сточных вод. Как правило, в качестве загрузочных материалов таких фильтров используют активированные угли. Для Тюменского региона этот вид сорбента достаточно дорог по причине отсутствия месторождений природного угля в данном регионе.

В настоящее время активно ведется поиск эффективного, но относительно дешевого сорбционного материала для извлечения различных загрязнений из воды. Перспективно использование сорбентов, изготовленных на природной основе. Изучаются различные модификации материалов, позволяющие добиться высоких показателей их сорбционной емкости. Наибольший интерес вызывают отходы производства, которые возможно применять в технологии очистки сточных вод как вторичное сырье.

В последние годы, как в России, так и за рубежом активно внедряется рециклинг – повторное использование промышленных отходов. Стратегическим направлением в сфере управления отходами является снижение количества образующихся отходов и максимальное использование их в виде вторичных материальных ресурсов.

Лесная промышленность является одной из перспективных отраслей народного хозяйства Тюменской области, но несмотря на развитие, признается малоэффективной по управлению отходами: из общего количества образующихся после переработки остатков древесины используется вторично только 15%.

При изучении сорбционных свойств нескольких природных сорбентов и отходов промышленности исследователями определено, что нефтеемкость опилок выше в 1,5 раза относительно лигнина, торфа и керамзита. Опилки являются многотоннажным отходом лесоперерабатывающей промышленности, что делает их дешевым вторичным материалом. Утилизация опилок в качестве нефтяного сорбента очень перспективна.

Основным недостатком природных материалов как сорбентов является их недостаточно выраженная сорбционная способность, на которую также негативно влияет их повышенная гидрофильность. Снижения водопоглощения и повышения сорбционной активности возможно добиться путем различных модификаций. Одним из способов гидрофобизации поверхности является обработка опилок водоотталкивающими составами, например, жирными кислотами. Также на эффективность природных сорбентов влияет наличие функциональных групп на поверхности сорбента, пористость и морфология поверхности. Исследователями предлагается модификация поверхности сорбентов при помощи кислот, щелочей, термообработки.

Наибольший интерес вызывают те методы обработки, которые являются технически простыми, менее материально затратными и более экологически чистыми. В последнее время все чаще применяется микроволновое излучение как для интенсификации сорбционных процессов, так и для модификации сорбентов для очистки сточных вод.

Есть данные, что СВЧ-обработка увеличивает удельную поверхность, пористость и доступность функциональных групп некоторых неорганических сорбционных материалов: глин, природных цеолитов, активных углей. Однако есть и противоположные результаты, когда микроволновое воздействие может привести к ухудшению свойств углей из-за снижения проницаемости.

Исследование, проведенное в лабораторных условиях, показало, что при совместной СВЧ-обработке водного раствора нефтепродуктов и сорбента наблюдается максимальное увеличение сорбционной емкости. Сорбция изучалась в статических условиях. В качестве сорбента использовались сосновые опилки, являющиеся отходом местного деревообрабатывающего предприятия (г. Тюмень), в качестве сорбата – смазочный материал (масло) для воздушных компрессоров «Mobil Rarus SHC 1025». Процесс сорбции рассматривался на водных растворах нефтепродуктов, приготовленных на основе масла, с различными концентрациями: а) высокие концентрации 35; 23; 16; 10; б) низкие концентрации 5; 1,3; 0,6 мг/л. Концентрации нефтепродуктов в рабочих растворах фиксировались на 24 ч, 48 ч и 72 ч флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат 02-3М». Для изучения влияния различных способов модификаций сорбентов и рабочих растворов на процесс сорбции нефтепродуктов рассмотрено несколько вариантов:

- обработка СВЧ-излучением сорбента в течение 5 минут;
- подогрев раствора СВЧ-излучением до температуры +40 и +60 °С с последующим добавлением сорбента;
- подогрев СВЧ-излучением «раствор+сорбент» до температуры +40 и +60 °С.

Обработка СВЧ-излучением выполнялась с помощью бытовой микроволновой печи, в которую на определенное время ставились образцы сорбента, раствора нефтепродуктов или сорбента, залитого раствором нефтепродуктов.

По полученным экспериментальным данным для всех методов интенсификации рассчитывалась статическая обменная емкость и были построены изотермы сорбции, характеризующие зависимость сорбционной способности опилок от концентрации нефтепродуктов в растворе и времени СВЧ-обработки.

В процессе проведенного исследования установлено, что максимальный эффект извлечения нефтепродуктов достигнут при совместной СВЧ-обработке раствора нефтепродуктов и сорбента в течение 2 минут до 40°С: для высоких концентраций (16-35 мг/дм<sup>3</sup>) сорбция увеличилась в 1,2 раза, для низких концентраций (менее 5 мг/дм<sup>3</sup>) – 3,7-4 раза.

Таким образом, микроволновая обработка сорбционных материалов позволяет добиться увеличения их сорбционной активности, воздействует на материал равномерно и быстро, что снижает время и упрощает способ обработки и, соответственно, уменьшает материальные затраты.

Использование опилок в качестве сорбента позволит решить проблему сокращения объемов и утилизации отходов производств, а внедрение микроволновой обработки обеспечит экологически чистые методы подготовки сорбирующих материалов для очистки сточных вод, эффективную и экономичную интенсификацию процессов сорбции загрязнений вследствие сокращения используемых реагентов на стадии регенерации и активации сорбентов.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Е.И. Вялкова

**МАСЛЕННИКОВ В.С.**

Филиал Мурманского Арктического Государственного Университета в г. Апатиты

**ПРОБЛЕМА ВОДООЧИСТКИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АПАТИТО-КИРОВСКОГО РЕГИОНА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩАМИ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ АО «АПАТИТ», И ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ**

**MASLENNIKOV V.S.**

Branch of the Murmansk Arctic State University in Apatiti

**THE PROBLEM OF WATER TREATMENT OF WATER RESOURCES OF THE APATITO-KIROVSK REGION OF THE MURMANSK REGION FROM POLLUTION CAUSED BY TAILINGS AND PRODUCTION ACTIVITIES OF JSC «APATIT», AND INNOVATIVE WAYS TO RESOLVE IT**

В работе предлагается рассмотрение проблемы водоочистки водных ресурсов Апатито-Кировского региона Мурманской области от загрязнений, вызываемых хвостохранилищами и производственной деятельностью АО «Апатит», и инновационные пути её решения.

В настоящее время водоочистка становится все более важным аспектом для горнодобывающего промышленного комплекса. Для соответствия установленным нормам и требованиям горнодобывающие промышленные комплексы вводят в эксплуатацию специализированное оборудование, а также новые, инновационные методы и технологии по водоочистке.

Неочищенная сточная вода и хвосты горного производства содержат различные примесные соединения в зависимости от используемого процесса, качества руды, используемых реагентов, степени аэрации и т.д.

Как правило, шахтные, карьерные, пластовые, подотвальные воды имеют повышенные значения концентрации микрочастиц взвешенных веществ добываемой породы, соединений азотной группы, а также ионы тяжелых металлов.

Взвешенные примеси обычно удаляют осаждением в искусственных водоемах и отстойниках или осветлением с последующей микрофильтрацией с помощью систем с регенерируемыми фильтрами и со сменными фильтроэлементами.

Растворенные примеси обычно удаляют окислением, коагуляцией или осаждением, а затем микрофильтрацией, обратным осмосом /нанофильтрацией или ионным обменом. Следует заметить, что для защиты систем ионного обмена, обратного осмоса и микрофильтрации перед ними необходимо использовать микрофильтрационные системы.

Несмотря на все достоинства систем микрофильтрации воды, их главным минусом является высокая себестоимость самих фильтров. В зависимости от типа мембраны также появляются такие недостатки, как ограничения по пористости, низкая ударопрочность, низкая производительность и невозможность использования в традиционных аппаратах.

При всей практичности и эффективности очистки воды установками обратного осмоса, они не лишены недостатков, часть из которых весьма существенны. Существует необходимость периодической очистки фильтра химическими реагентами. Дороговизна промышленных систем определяется тем, что выход очищенной воды составляет около 25%, остальное сливается в канализацию в виде насыщенных солевых растворов. Также необходимо предварительно подготавливать воду перед очисткой в установке.

Среди недостатков нанофильтрации также можно назвать недостаточную глубину умягчения воды в ряде случаев, необходимость тщательной предподготовки жидкой среды и высокие эксплуатационные расходы.

К недостаткам систем очистки воды на основе ионного обмена можно отнести высокие затраты на реагенты, невысокая скорость процесса очистки и высокое содержание солей в отработанных растворах.

Разработка полезных ископаемых на Кольском полуострове привела к созданию огромного количества отходов в результате деятельности горнопромышленного комплекса. Складирование и хранение апатито-нефелиновых руд имеют два аспекта: экологический и экономический. Интенсивность воздействия горной промышленности на природную среду по сравнению с другими отраслями оценивается как самая высокая. Горнопромышленный комплекс является крупнейшим источником промышленных отходов при экспоненциальном росте загрязнения окружающей среды.

С Хибинским щелочным массивом связаны крупнейшие месторождения апатитонефелиновых руд, разработка которых привела к созданию техногенных месторождений. С освоением Севера началось и загрязнение природных вод.

Спецификация обогащения и добыча руды заключается в извлечении и переработке больших масс горных пород. В настоящее время, современные технологии позволяют использовать только часть извлекаемой горной массы. Оставшаяся часть горной породы накапливается в виде техногенных отходов. Для того чтобы начать утилизацию, необходимо заполнить весь объем хранилища, затем происходит процесс его сушки и только после этого происходит утилизация. Наибольшую опасность для всей окружающей среды и для водных ресурсов на районах размещения горнодобывающих предприятий представляют рудничные воды, которые откачиваются из карьеров и шахт, дренажные и сбросные воды хвостохранилищ обогатительных фабрик. Вода вторично используется горнодобывающей фабрикой, иногда очищается и сбрасывается в стоки. Для улучшения процесса разделения фаз могут применяться такие реагенты как коагулянты и флокулянты. Хвостохранилища, выполненные без учёта фильтрации и других важных факторов, нередко становятся источником экологической опасности.

Отстоявшаяся вода, обязательно должна подвергаться очистке и сбрасываться в водоёмы или возвращается для технологических нужд на обогатительную фабрику. На состояние дамб, на влияние хвостохранилищ на окружающую среду должна быть разработана и внедрена система мониторинга. Также необходимо уменьшение фильтрационных потерь на основе таких инженерных решений как максимальная гидроизоляция, устройство дренажей для сбора фильтрационных вод, их последующее возвращение в прудок самого хвостохранилища. Особенности местности должны быть такими, чтобы площадка хвостохранилища и территория санитарно-защитной зоны не подвергались затоплению паводковыми водами и в прудок хвостохранилища не поступали поверхностные воды с окружающей местности, чтобы не допустить его переполнения. Для перехвата поверхностных вод в случае затопления необходимо предусмотреть надежные и объемные отводные нагорные каналы. У основания дамбы, по периметру хвостохранилища, необходимо иметь сооружения для перехвата и возврата вод в хвостохранилище или в технологический процесс. В пределах санитарно-защитной зоны хвостохранилища запрещается строительство любых объектов, не связанных с их эксплуатацией.

Весомый вклад в загрязнение поверхностных вод Кольского полуострова вносит горно-химическое предприятие ОАО «Апатит». В эксплуатации находятся 6 месторождений, добыча руды осуществляется открытым и подземным способом на 4 рудниках, переработка

руды осуществляется на обогатительных фабриках АНОФ-2 и АНОФ-3. Переработка апатитового и нефелинового концентратов осуществляется за пределами Мурманской области.

В эксплуатации находятся 6 месторождений, добыча руды осуществляется открытым и подземным способом на 4 рудниках, переработка руды осуществляется на обогатительных фабриках АНОФ-2 и АНОФ-3. Переработка апатитового и нефелинового концентратов осуществляется за пределами Мурманской области.

Результаты проведенных исследований показали, что существенной проблемой предприятия является загрязнение вод фтором. Эта проблема является особенно актуальной, так как р. Белая является источником водоснабжения для города Кировск и близлежащих сел. В настоящее время существуют различные методы обесфторивания воды, но ни один из этих методов не может быть применен на предприятии ОАО «Апатит» для очистки сточных вод от фтора, так как будет экономически невыгодным в связи с большим объемом сбрасываемых сточных вод (более 60 млн м<sup>3</sup> в год) и неравномерностью их притока. Поэтому для того, чтобы обезопасить население от повышенного содержания фтора в системе водоснабжения, предлагается использование этих методов на водозаборе Водоканала.

Для удаления азотной группы соединений (азота аммонийного и азот нитритного) используется автоматически контролируемое дозирование окислителя на основе активного хлора с его последующим дехлорированием. Операция позволят удалить даже следовые количества аммония и нитритов. Но холодные климатические условия могут замедлить скорость удаления загрязняющих веществ, а сильный поток входящей воды может перегрузить механизм очистки и ограничить их функциональную эффективность

Для удаления тяжёлых металлов, в частности меди, никеля, цинка, марганца, алюминия, используют специальную модифицированную адсорбционную загрузку, созданную по технологии селективных к тяжёлым металлам сорбентов, гарантируя при этом достижение ПДК на сброс.

В заключение хочется отметить, что проблема загрязнения поверхностных вод хвостохранилищем комплексная, и её решение уже на протяжении долгого времени ищет как само АО Апатит, так и научные деятели из Кольского Научного Центра. В данной работы были представлены результаты некоторых из их исследований, а также сторонние предложения по решению данной сложной экологической проблемы. Многие из инновационных технологий и методов водоочистки неприменимы к данному предприятию ввиду гигантских объемов сточных вод, из-за чего проблема в настоящее время стоит особенно остро.

**Научный руководитель:** доцент С.В. Николаев

**МИНИБАЕВ А.И.**

Казанский государственный энергетический университет

## **ЭЛЕКТРОМЕМБРАННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЩЕЛОЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТЭС**

**MINIBAEV A.I.**

Kazan state power engineering university

## **HIGH MINERALIZED ALKALINE WASTE WATER DISPOSAL OF THE TPP'S WATER TREATMENT UNITS BY ELECTROMEMBRANE METHOD**

Производство тепловой и электрической энергии на крупных предприятиях теплоэнергетики сопровождается использованием большого количества природной воды и сбросом сточных вод разного уровня загрязненности.

В частности, крупнейшим потребителем природной воды из поверхностных источников являются тепловые электростанции. Их доля в общем объеме потребления пресной воды

промышленностью России составляет около 70 %, из которых 90 % возвращается в поверхностные водные источники (в том числе 96 % нормативно-чистых и 4 % загрязненных стоков).

В последние годы штрафы за сброс химических веществ со сточными водами значительно увеличиваются (п. 2 ст. 16 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Постановление Правительства Российской Федерации от 12.06.2003 № 344), что стимулирует внедрение на ТЭС технологий очистки и переработки стоков. Следует добавить, что «Правилами холодного водоснабжения и водоотведения» (утв. ПП РФ от 29.07.2013 № 644), вступившими в силу с 14.08.2013 г., запрещен сброс сточных вод в централизованные системы водоотведения, которые содержат концентрированные растворы регенерации систем водоподготовки. Также данными Правилами установлено, что абоненты, осуществляющие производственные процессы, в ходе которых используются кислоты и щелочи, а также их растворы, обязаны иметь и надлежащим образом эксплуатировать локальные очистные сооружения и обеспечивать предварительную очистку сточных вод, отводимых в централизованные системы водоотведения.

Таким образом, рост затрат на использование пресной воды и сброс сточных вод, лимиты и штрафы за их превышение вынуждают руководство энергетических предприятий принимать меры по снижению энергозатрат и оптимизации методов водоподготовки. В связи с этим, сокращение водопотребления и водоотведения на ТЭС и утилизация высокоминерализованных жидких отходов является важной экологической и экономической задачей.

Минимизация сбросов сточных вод требует повышения коэффициента водооборота на станциях, т.е. создания малоотходных и безотходных схем водоснабжения. Это должно быть реализовано не только путем усовершенствования многих существующих технико-экономических решений по обработке воды различного состава, необходим также учет экономического влияния примесей технологических потоков, используемых реагентов и конкретные экономические и социологические оценки ущерба, причиняемого окружающей среде в результате сбросов.

Водоподготовка на электростанциях РФ в основном осуществляется ионитными методами, термообессоливанием и мембранными методами. На большинстве электростанций РФ подготовка добавочной воды котлов осуществляется путем химического обессоливания на блоках Н-катионитовых и ОН-анионитовых фильтров после коагуляции с известкованием. Подпиточная вода теплосети готовится путем осветления, коагуляции или коагуляции с известкованием и далее одноступенчатого натрий-катионирования. Щелочные и кислые стоки от ионитных фильтров смешиваются для взаимной нейтрализации, рН доводится до требуемых значений добавлением реагентов, и полученные высокоминерализованные отходы сливаются в канализацию или природные водоемы, что оказывает экологическую нагрузку на окружающую среду. При этом общая масса веществ в сточных водах в несколько раз превышает их количество, поступившее с исходной водой. В последнее десятилетие на электростанциях РФ для подготовки добавочной воды котлов высокого и сверхкритического давления, а также для подпитки теплосети все более широко используются баромембранные технологии.

Применение баромембранных ВПУ позволяет сократить на 90 % количества применяемых реагентов (кислот, щелочей, поваренной соли), снизить минерализацию стоков. Однако недостатком всех мембранных систем является низкий коэффициент использования исходной воды. Если в традиционной ионообменной схеме с коагуляцией и механической, ионообменной фильтрацией собственные нужды, уходящие в стоки, составляют 10-20 %, то для типичного сочетания ультрафильтрации и обратного осмоса этот показатель 40-60 %.

Постоянный рост затрат на использование пресной воды и сброс сточных вод, а также лимиты и штрафы за их превышение способствуют сокращению водопотребления, повторному использованию сточных вод и созданию малоотходных технологий по их переработке в большинстве промышленно развитых стран. Все большее признание в мировой энергетике получают ТЭС, характеризующиеся минимальными потреблением свежей воды и сбросом сточных вод.



За рубежом, особенно в США, в связи с тем, что лицензия на работу электростанции выдается зачастую при условии полной бессточности (Флорида, США) схемы водоподготовки и очистки стоков взаимосвязаны и представляют собой комбинацию мембранных методов, ионитного и термического обессоливания. Так, например, технология подготовки воды на электростанции Норт-Лейк (Техас, США) включает в себя две параллельно работающие системы: коагуляция сульфатом железа, многослойная фильтрация далее обратный осмос, двойной ионный обмен, ионный обмен в смешанном слое или электродиализ, двойной ионный обмен, ионный обмен в смешанном слое.

В настоящее время в мировой практике и в РФ основным способом утилизации высокоминерализованных отходов является их концентрирование упариванием, сгущением с получением твердых солей и их захоронением. При этом все химические компоненты стоков, в том числе ценные, теряются. Кроме того, данный метод является чрезвычайно энергозатратным и экономически нецелесообразным.

Направлением решения проблемы сбросов может быть извлечение ценных компонентов и их повторное использование в цикле станции. Эти решения, очевидно, могут быть успешными при условии утилизации концентрированных жидких отходов непосредственно с установок водопользования ТЭС. Последующие операции смешивания (взаимная нейтрализация) жидких отходов и их разбавление ведет к их превращению в сточные воды сложного состава, переработка которых экономически нецелесообразна.

**Научный руководитель:** д.х.н., профессор Н.Д. Чичирова

**МИРОНОВА А.И.**

Тюменский индустриальный университет

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКА СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК К СЫРЬЮ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМЗИТА**

**MIRONOVA A.I.**

Industrial University of Tyumen

## **UTILIZATION OF WATER TREATMENT STATIONS' SLUDGE AS ADDITIVES TO RAW MATERIALS FOR PRODUCTION OF HAYDITE**

В работе рассматривается возможность использования осадка горизонтальных отстойников, являющихся первой ступенью очистки природной воды поверхностных источников водоснабжения в классической двухступенчатой технологической схеме станции водоподготовки производительностью свыше 30 000 м<sup>3</sup>/сут, для замены части традиционного глиняного сырья при производстве керамзитового гравия.

Осадок горизонтальных отстойников представляет собой крупнотоннажный техногенный отход IV и V классов опасности. На станции водоподготовки производительностью 150 000 м<sup>3</sup>/сут при средней мутности речной воды 15 мг/дм<sup>3</sup> ежедневно образуется 22 м<sup>3</sup> влажностью 80%. По данным Росстата количество отходов производства по виду деятельности «Забор, очистка и распределение воды» постоянно растет: 2016 г. – 1029,5 тыс. тонн, 2017 г. – 1466,5 тыс. тонн, 2018 г. – 1731,5 тыс. тонн. Рост количества отходов на станциях водоподготовки делает необходимым поиск направлений их утилизации. Вторичные ресурсы выходят на приоритетные позиции в циркулярной экономике, которая основана на принципах кругового функционирования замкнутых технологических циклов и является основой для направленной деятельности по выполнению ключевых Целей Устойчивого Развития.

Керамзит находит широкое применение во многих отраслях производства, например, в строительстве, в гидропонике. В очистке природных и сточных вод дробленый керамзит используется в качестве загрузки фильтров. Расходы на сырье и топливо являются определяющими в структуре себестоимости керамзитового гравия. Поэтому постоянно ведется по-

иск способов снижения себестоимости и улучшения теплотехнических свойств материала, в том числе, за счет вовлечения в сырьевую массу отходов различных производств.

При вовлечении осадка горизонтальных отстойников в технологическую схему производства керамзита необходимо снизить его влажность. Обезвоживание осадка осуществляется в естественных условиях (на иловых площадках) или на установках механического обезвоживания осадка (центрифуги, вакуум-фильтры, фильтр-прессы). Процесс снижения влажности осадка в естественных условиях имеет следующие недостатки: низкая эффективность, зависимость от природных факторов, отчуждение земельных площадей, ухудшение санитарного состояния территории станций водоподготовки. Эффективность сооружений для механического обезвоживания осадка гораздо выше, чем у иловых площадок. Но этот метод требует обязательного применения реагентов, что может стать препятствием для дальнейшего вовлечения обезвоженного осадка в процесс производства керамзита.

Как правило, в процессе очистки воды поверхностных источников водоснабжения используются реагенты: коагулянты и флокулянты. По сложившейся практике на российских станциях водоподготовки в качестве коагулянта используется сернокислый алюминий. Согласно ГОСТ 32026-2012, устанавливающему требования к составу сырья для производства керамзита, содержание оксида алюминия  $Al_2O_3$  должно находиться в пределах от 10 до 25%, что важно для такого важного показателя керамзита, как вспучиваемость. Для увеличения объема пор при изготовлении керамзита существует практика использования органических добавок (отходов различных производств). Следовательно, добавление к традиционному сырью для производства керамзита осадка горизонтальных отстойников, содержащих соединения алюминия и органические вещества, приведет к улучшению теплотехнических характеристик материала.

Эффективной сушке в естественных условиях препятствует то, что вода находится не только в свободном агрегатном состоянии, но и в химически связанном. Эксперимент, проведенный в лабораторных условиях, показал, что после цикла замораживания – оттаивания влажность осадка резко снижается. Для исследования был взят осадок горизонтальных отстойников Метелевской станции (г. Тюмень). Для определения в осадке содержания сухого вещества взвесили 150 г влажного осадка. После цикла замораживания-оттаивания образовался слой воды массой 104 г. После сушки в сушильном шкафу в течение 24 часов получили осадок с постоянной массой 9,46 г. Таким образом, влажность исследуемого осадка составила 93,6%. Далее осадок в тигле был помещен в муфельную печь и подвергнут прокаливанию при температуре  $(550 \pm 25)^\circ C$  в течение часа. Потери массы при прокаливании составили 53%. Сгорели, в основном, органические вещества, выгорание которых при производстве керамзита может стать источником дополнительной пористости, что делает осадок перспективной добавкой при производстве керамзитового гравия.

Для приготовления образцов была выбрана Кыштырлинская глина местного месторождения (основной минерал – монтмориллонит). Перед обжигом часть сырцовых гранул были опудрены железосодержащим осадком станции обезжелезивания подземных вод, который также относится к техногенным отходам, образующимся при водоподготовке. Опудривание гранул огнеупорными порошками ведет к повышению температуры плавления поверхностного слоя и способствует максимальному вспучиванию.

После обжига в течение 4 часов при температуре  $1200^\circ C$  гранулы оставили в печи до полного остывания и затем приступили к их испытаниям на прочность на разрывной машине INSTRON 3382. На диаграммах сжатия при испытании образца на прочность были видны три фазы. В первой фазе материал подчиняется закону Гука, т.е. между напряжениями и деформациями зависимость прямо пропорциональная. Вторая фаза характеризуется слабонаклонным прямолинейным участком. Деформации увеличиваются при небольшом изменении нагрузки. Третья фаза – это крутопадающий криволинейный участок диаграммы, на котором нагрузка увеличивается, а рост деформаций замедляется.

Марка полученных образцов соответствует марке П300 с пределами прочности 6,5 – 8 МПа. Опудренные образцы имели чуть более высокую прочность. Обращает на себя внимание увеличение прочности гранул в 1,2 раза при повышении содержания осадка горизонтальных отстойников в сырьевой массе. Можно предположить, что это связано с содержа-

ем в осадке соединений алюминия, который при обжиге переходит в муллит ( $Al_8[(O,OH,F)(Si,Al)O_4]_4$ ), обладающий армирующим действием, что в итоге сказывается на повышении прочности гранул.

Использование осадка станций водоподготовки при производстве керамзита позволит решить экологическую проблему утилизации техногенного крупнотоннажного отхода, уменьшить расход традиционного невозобновляемого сырья (глины), улучшить теплотехнические свойства материала и снизить себестоимость производства керамзитового гравия.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент С.В. Максимова

**МИХЕДОВА Е.Е.**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пушкино, Россия

<sup>2</sup>Пушкинский государственный естественно-научный институт, факультет почвоведения, экологии и природопользования, Пушкино, Россия

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОРЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РФ**

**MIKHEDOVA E.E.**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physico-Chemical and Biological Problems in Soil Science of Russian Academy of Sciences, FITZ PNCBI RAS, Pushchino, Russia

<sup>2</sup>Pushchinsky State Natural Science Institute, Faculty of Soil Science, Ecology and Nature Management, Pushchino, Russia

### **USE OF NATURAL ADSORBENTS TO INCREASE EFFECTIVENESS OF BIOREMEDIATION FOR PETROLEUM CONTAMINATED SOILS OF THE NORTHERN TERRITORIES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Российская Федерация является одной из ведущих стран мира по запасам и добыче углеводородного сырья. Так в 2019 в РФ добыча составила около 561 млн. тонн, а в 2020 году, не смотря на сложный год в связи с мировой пандемией, было добыто 513 млн. тонн нефти и газового конденсата. Такие значительные объемы добычи углеводородов не могут не влиять на экологическую ситуацию в стране. Несмотря на то, что нефтегазовые компании уделяют большое внимание экологической безопасности, ежегодно происходит большое количество аварийных ситуаций, результатом которых являются нефтяные разливы. По данным Министерства энергетики РФ в 2020 году на предприятиях ТЭК произошло 17 тысяч аварийных нефтеразливов, в том числе более 10 тысяч на нефте- и газопроводах.

В результате нефтеразливов происходит загрязнение окружающей среды, отчего страдает флора, фауна, и в целом экосистема. Особенно сложно поддаются восстановлению биоценозы Северных регионов, где преобладают слабогумусированные песчаные почвы либо заболоченные территории. При попадании нефти в почву на ее поверхности образуется нефтяная корка, которая препятствует доступу кислорода, нарушается аэрация, снижается влажность почвы, а в более низкие слои почвы проникают токсичные компоненты углеводородов и их метаболиты.

Рекультивация нефтяных разливов процесс крайне сложный и высоко сайт-специфичный. Существует несколько принципиальных подходов для решения данного вопроса. Чаще всего при аварийной ситуации применяют комбинацию из нескольких наиболее подходящих методов. Зачастую на начальном этапе, необходимо произвести механическую очистку, то есть организовать откачку насосами нефти с поверхности почвы, после чего провести ее биорекультивацию. Однако биологическая очистка сильно загрязненных почв не всегда приводит к желаемому результату. Ранее в Институте физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пушкино, Россия

ческих проблем почвоведения РАН был разработан метод сорбционной биоремедиации нефтезагрязненных почв в условиях центрального региона России, на примере серой лесной, черноземной и аллювиально-луговой почв. В задачу данных исследований входило изучить возможность применения аналогичного метода для песчаных почв нефтегазоносных территорий Северных регионов Российской Федерации.

На первом этапе проводился модельный вегетационный эксперимент с песчаной глеево-подзолистой почвой, отобранной вблизи Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (ЯНАО), загрязненной нефтью из того же месторождения в дозе 7<sub>масс.</sub>%. Были установлены оптимальные дозы ряда природных сорбентов способны существенно ускорять процесс биоремедиация этой почвы. На следующем этапе стояла задача подтвердить эффективность выявленных оптимальных условий очистки на песчаной почве, отобранной вблизи Самотлорского нефтяного месторождения.

Эксперименты проводили в микрополевых условиях на тундрово-глеевой почве (C<sub>орг</sub> 1,5%, pH 6,3), поверхностно загрязненной 6 и 12<sub>масс.</sub>% нефти средней плотности. В почву вносили доломитовую муку, минеральные удобрения из расчета C:N:P:K=50:1:0,4:0,8, и био-препарат «Микробак», разработанный в ИБФМ РАН, а также сорбенты в 2-х дозах (от 2 до 15% в зависимости от типа), показавшие наибольшую эффективность в условиях вегетационного эксперимента. Почву периодически увлажняли, перемешивали и анализировали на суммарное содержание углеводов нефти и их окисленных метаболитов, pH, численность углеводород-окисляющих микроорганизмов (УОМ), дегидрогеназную активность, а также определяли фитотоксичность почвы разработанным нами экспресс-методом по всхожести клевера белого (*Trifolium repens*). Через 2 месяца почву засеивали горчицей посевной (*Sinapis*). Эксперименты закладывали на экспериментальной площадке Института в конце июля с той целью, чтобы период температур от 0 до 30°C продлился около 4-х месяцев, что примерно совпадает с периодом положительных температур в ХМАО.

Результаты анализов показали, что внесение вермикулита, гранулированного активированного угля (ГАУ), низинного и верхового торфа, а также некоторых композитных сорбентов на основе ГАУ в дозах 5 или 10% обеспечило заметное ускорение разложения углеводов (особенно при максимальном загрязнении) уже через 2 месяца. Механизм действия сорбентов объясняется снижением токсичности и гидрофобности почвы, что обеспечивало условия для активации микроорганизмов-деструкторов. Это подтверждается более высоким уровнем дегидрогеназной активности почвы и численности микроорганизмов-деструкторов углеводов. Однако наиболее сильное воздействие оказали сорбенты на снижение фитотоксичности почвы. Уже в конце первого сезона фитотоксичность почв снизилась на 60-70%, что обеспечило резкое улучшение роста растений горчицы посевной (*Sinapis*), тогда как в контроле растения полностью погибали.

Таким образом, разработанный метод сорбционной биоремедиации имеет множество преимуществ. Во-первых, данный метод является абсолютно экологически безопасным. В загрязненную почву вносятся сорбенты природного происхождения, которые не только не вредят почве, но даже улучшают ее свойства. Во-вторых, внесение сорбентов снижает токсичность почвы, что создает условия для активации аборигенной микрофлоры, а, следовательно, приводит к ускорению разложения нефтяных углеводов. Кроме того, внесение сорбентов в загрязненную почву, снижает миграцию углеводов и их токсичных метаболитов в глубокие слои почвы, что препятствует попаданию токсичных соединений в грунтовые и поверхностные воды. Эколого-экономические расчеты показали значительные преимущества данного метода по сравнению с широко используемым методом экскавации загрязненных почв. Поэтому, широкое применение этого метода для рекультивации нефтезагрязненных почв в Северных регионах может резко снизить негативные последствия от многочисленных нефтеразливов для здоровья населения и экологической ситуации в целом.

**Научный руководитель:** ведущий научный сотрудник, к.б.н. Г.К. Васильева

## СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ

NOVIKOVA D.A.  
Platov South Russian State Polytechnic University (NPI)

## MODERN METHODS OF UTILIZATION OF ASSOCIATED PETROLEUM GASES

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – природный углеводородный газ, который растворен в нефти или находится в «шапках» нефтяных и газоконденсатных месторождений. Он не идентичен природному газу, поскольку в его составе доля метана значительно ниже из-за большего количества примесей. ПНГ является побочным продуктом в процессе добычи нефти. Сам по себе этот энергоресурс не представляет вреда, но при его сжигании образуются продукты горения, которые провоцируют образование озоновых дыр. Помимо негативного влияния на окружающую природную среду, крекинг попутного нефтяного газа неблагоприятно сказывается на здоровье людей, повышает риск заболевания раком, приводит к поражению печени и нервной системы[1].

На решение проблемы утилизации ПНГ были направлены значительные усилия. Выбор оптимального способа переработки попутного газа определяется технологическими параметрами месторождения нефти. Выделяют следующие схемы утилизации:

- Использование попутного газа малых месторождений для производства электроэнергии на собственные нужды.
- Извлечение сжиженного газового вещества из попутного газа средних месторождений для создания нефтехимической продукции.
- Выработка электроэнергии на электростанции (рис.1).



Рисунок 1 – Пути переработки ПНГ

Переработка ПНГ начинается с его очистки. Очистка от механических примесей, двуокиси углерода и сероводорода проводится для улучшения качества продукта. Сначала ПНГ охлаждается, при этом все примеси конденсируются в башнях, циклонах, электрофилтрах, пенных и прочих аппаратах. Затем проходит процесс осушки, при котором влага поглощается твердыми или жидкими веществами. Данный процесс считается обязательным, так как излишнее количество влаги значительно увеличивает расходы на транспортировку и затрудняет использование конечного продукта [2].

Рассмотрим самые распространенные сегодня методы очистки ПНГ (рис.2)[3].



Рисунок 2 – Методы очистки попутного нефтяного газа

**Сепарационные методы.** Применяются исключительно для выделения конденсата после компримирования и охлаждения газа. Методы могут быть использованы в любых условиях и отличаются низким уровнем отходов.

**Газодинамические методы.** Основаны на процессах преобразования потенциальной энергии высоконапорной газовой смеси в звуковые и сверхзвуковые течения. Используемое оборудование отличается низкой стоимостью и простотой эксплуатации.

**Сорбционные методы.** Позволяют осуществлять осушку газа как по воде, так и по углеводородам. Кроме того, возможно удаление небольших концентраций сероводорода.

**Гликолевая осушка.** Используется в качестве самого эффективного способа удаления влаги из газа. Данный метод востребован в качестве дополнения к другим способам очистки, поскольку ничего кроме воды он не удаляет.

**Обессеривание.** Еще один узкоспециализированный набор методов, направленный на удаление из ПНГ сернистых соединений.

**Мембранная технология.** Это самый эффективный метод очистки ПНГ. Его принцип основан на различной скорости прохождения отдельных элементов газовой смеси через мембрану. На выходе получаются два потока, один из которых обогащен легкопроницаемыми компонентами, а другой - труднопроницаемыми.

#### Список литературы:

1. Книжников А.Ю., Ильин А.М./ Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России. М., 2017, С. 15-17. [https://wwf.ru/upload/iblock/84a/png\\_2017\\_web.pdf](https://wwf.ru/upload/iblock/84a/png_2017_web.pdf)
2. Петров В.И./ Оценка эффективности инновационных технологий очистки отходящих газов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности//Вестник Казанского технологического университета, Казань, 2005, С.1-6.
3. Переработка попутного нефтяного газа (ПНГ): <https://www.grasys.ru/pererabotka-poputnogo-neftyanogo-gaza>.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент М.А. Куликова

**ПАВЛЕНКОВА А.А.**

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ.  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ**

**PAVLENKOVA A.A.**

Ufa State Aviation Technical University

**WASTE WATER PURIFICATION AT THERMAL POWER PLANTS. PROBLEMS AND  
PROSPECTIVE SOLUTIONS**

Проблема загрязнения окружающей среды и водоёмов является одной из самых первостепенных на сегодняшний день. В связи с ростом инфраструктуры необходимо большее обеспечение зданий теплом, электричеством и водой, ввиду чего и происходит увеличение числа ТЭС, что в свою очередь наносит ущерб природному комплексу.

Отклонение экосистемы от ее нормального состояния, вызванное сбросом сточных вод, усиливает процессы самоочищения водоема. Важнейшими из них являются осаждение грубодисперсных и коагуляция коллоидных примесей, нейтрализация кислот и оснований за счет щелочности воды, которая приводит к изменению рН водоема, установление углекислотного равновесия в воде, которое сопровождается выделением твердой фазы ( $\text{CaCO}_3$ ) или переходом части ее в воду.

В процессе отвода теплоты конденсаторами турбин, а также в процессе водоподготовки образуется большое количество промывочной воды фильтров и осветлителей контактного типа. Однако при сбросе воды после охлаждения конденсатора происходит только увеличение температуры воды в водоёме, или «тепловое загрязнение», так как охлаждающая среда поступает по трубкам непосредственно из этого же водоема и не требует специальной предварительной очистки.

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические (физические), физико-химические, химические и биохимические.

К механическим методам относят удаление крупных примесей через решетки и сетки, флотация, отстаивание и осветление и другие.

Очистка воды методом флотации заключается в образовании пузырьков воздуха, их соединением с загрязняющим элементом и последующим выделением этого соединения из воды. Скорость всплывания таких соединений с воздухом примерно в 100 раз больше скорости всплывания частиц, не соединенных с воздухом. Именно поэтому флотация является гораздо более эффективным методом, чем отстаивание.

Осветление воды нацелено на удаление механических примесей и достигается отстаиванием воды в отстойниках большой емкостью (бетонированных резервуарах) с последующим фильтрованием на песчаных фильтрах. Для осаждения коллоидных примесей в отстойники вводят коагулянты — сульфаты железа или алюминия.

Физико-химические методы - кристаллизация, коагуляция, дегазация, выпаривание и другое.

Кристаллизация производится с помощью выпарных установок для концентрирования и глубокого выпаривания сточных вод. Установка представляет аппарат с горелками погружного типа, концентрированные стоки подаются на установку для их дальнейшей переработки. Выпаривание производится до получения кристаллической соли, которая складывается в нефильтруемом хранилище.

В основе процесса коагуляции лежит принцип действия диффузных сил, в результате которых частицы стремятся распределяться равномерно во всём объёме жидкости, то есть одноименно заряженные частицы отталкиваются, а разноименно заряженные - притягиваются. При меньшем электрическом заряде силы отталкивания уменьшаются и становится возможным реализация процесса коагуляции. Он основан на слипании частиц: загрязнённая во-

да подаётся в камеру реакции (хлопьеобразования). Там происходит смешивание и процесс реакции коагулянта с загрязнённой жидкостью с помощью лопастной мешалки.

Раствор коагулянта приготавливается путем смешения порошкообразного коагулянта и чистой водопроводной воды в растворном баке. После этого полученный коагуляционный раствор подаётся в камеру реакции (хлопьеобразования), откуда далее насосом подаётся в отстойник для осаждения коагулированных коллоидных веществ. Очищенная вода удаляется через водосборный карман в верхней части отстойника, а скапливаемый осадок удаляется из нижней части отстойника при помощи открытия электродвигателя.

К химическим и биохимическим методам относятся известкование, разложение комплексов тяжелых металлов при вводе щелочей и окисление органических и неорганических соединений.

Сточные воды, образующиеся после химводоочистки, проходят специальную очистку перед сбросом. К таким загрязнителям предъявляется ряд требований, одним из которых является предельно допустимая концентрация (ПДК). Для этого перед сбросом они проходят комплекс мероприятий, направленных на нейтрализацию и разбавление: сбор всех отработанных растворов в емкости, выведение из раствора токсичных веществ со значительным превышением ПДК в водоемах (соли железа, меди, цинка), очистка воды от органических веществ, солей аммония, нитритов, сульфидов. Сбор и очистка сточных вод производятся на установке, которая состоит из двухсекционной открытой емкости, бака-нейтрализатора и бака для коррекции pH.

На ТЭС, работающих на твердом топливе, происходит удаление золы и шлака гидравлическим способом с использованием большого количества воды. Для снижения количества загрязняющих сточных вод необходимо создание систем гидрозолоудаления (ГЗУ) с замкнутым циклом, когда после освобождения от золы и шлака осветленная вода направляется вновь в систему ГЗУ и в результате этого происходит минимизация опасных выбросов в водоемы.

Рассмотренные выше методы очистки сточных вод с каждым годом совершенствуются, чтобы сделать очистку сточных вод ТЭС еще более эффективной, ведь проблема экологического загрязнения еще в прошлом веке приняла острый характер. Яркий пример – экологическая катастрофа на Камчатке осенью 2020 года. По одной из версий, причиной стало превышение ПДК по нефтепродуктам почти в 4 раза, а железа – более чем в 6 раз, что в результате повлекло за собой гибель огромного количества морских организмов.

К сожалению, не всегда удается избежать подобных ситуаций, поэтому улучшение конструкции очистных сооружений, модернизация, контроль их работы и своевременный ремонт – это основные факторы, которые помогут сократить количество таких precedентов.

### **Список литературы**

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных. М.: АСВ, 2004. 704 с.
2. Современные методы очистки вредных выбросов и сточных вод тепловых электростанций: Учеб. Пособие / Мингалеева Г.Р. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2002. 96 с.
3. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л. Л. Паль [и др.]. М.: Высшая школа, 1994. 336 с.
4. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., стереот. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 309 с.: ил.
5. Комарова Л.Ф., Полетаева М.А. Очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: учеб. пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. 60 с.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Д.Р. Фаррахов



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАКОВ МЕДНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТОВ**

**PATOKIN D.A.**  
St. Petersburg Mining University

**THE USE OF GRANULATED WASTE SLAGS OF COPPER PRODUCTION AS  
SORBENTS**

В настоящее время существует острая проблема переработки отходов металлургических предприятий с целью снижения антропогенной нагрузки на компоненты окружающей природной среды. Сформированные за годы эксплуатации комбинатов отвальные массивы являются крупными источниками загрязнения окружающей среды, в целом, воздействуя на каждый её компонент. Техногенные массивы высотой до 30-40 метров, расположенные в г. Карабаш являются острой проблемой города и его градообразующего предприятия – АО «Карабашмедь». Масса складированных шлаков на территории города насчитывает более 16 млн тонн шлака медной плавки [1]. По результатам экологического мониторинга ряд исследователей относит территорию к зонам экологического бедствия [2]. Исходя из этого, возникает необходимость рекуперации отходов для снижения техногенной нагрузки на прилегающие территории, рекультивации нарушенных земель и повышения качества окружающей среды.

Отвальные массы медеплавильных шлаков концентрируют в себе значительный объём ценного сырья и могут использоваться по-разному. Известно использование данных шлаков в качестве сырьевой базы предприятий (техногенные месторождения). Однако извлечение целевых компонентов из шлака требует создание новых способов его обогащения. Минеральные отходы также могут быть использованы в сельском хозяйстве (удобрения и рекультиванты), но лишь при условии низких содержаний тяжёлых металлов в составе. Распространение получило и применение шлаков в строительстве в качестве наполнителей бетонов, цементов, а также грунтов при дорожном строительстве [3-5].

Старые шлакоотвалы «Карабашмеди» относят к техногенным месторождениям за счет большого содержания целевого компонента в составе. Предприятие реализует технологию плавки, при которой часть размещённых отходов добавляется в шихту, в качестве источника меди. Шлаки медных производств чаще всего превосходят доменные шлаки по физико-химическим, за счет чего крупные объёмы шлака используются в строительстве. Кроме того, высокие абразивные свойства карабашских шлаков обуславливают их использование в качестве сырья для абразивов [6,7].

Однако объёмы накопленных шлаков практически не сокращаются в силу их повторного образования в процессе плавки медного сырья, лома и шлаков. Применение в качестве строительных материалов также осложнено из-за объёмов строительства в регионе и других поставщиков аналогичного сырья (Урал крупная металлургическая база). Это порождает необходимость поиска альтернативных вариантов их использования.

Шлаки цветной металлургии могут использоваться в качестве адсорбентов, при условии достаточных содержаний оксидов Ca, Si, Al, Fe, Mg (90% и более), входящих в состав алюмосиликатов, которые обладают развитой удельной поверхностью [8]. Таким образом, использование отвального шлака АО «Карабашмедь» позволит предприятию в качестве адсорбента, во-первых, получить товарный продукт, а, во-вторых, утилизировать отход, что снизит воздействие на окружающую среду и плату за их размещение.

В ходе проведённого исследования сорбционных свойств черного отвального шлака предприятия «Карабашмедь» были определены гранулометрический состав и фазовый состав шлака, изучены морфология и удельная поверхность частиц, а также выщелачивание тяжёлых металлов из шлака водным раствором. Анализ водных вытяжек показал значительный

переход в раствор из шлака тяжёлых металлов, что подтверждает значительное влияние отвалов на состояние водных объектов. Миграция катионов перечисленных металлов усиливается из-за низкого водородного показателя атмосферных осадков, сформированных кислыми выбросами предприятия. По полученным результатам гранулометрического анализа состава шлака сделан вывод о преобладании фракций 0,63-1,25 мм (26,38%) и 1,25-2,5 мм (54,89%), хорошо пригодных в качестве сорбционной загрузки. Также шлак отнесён к крупным пескам по ГОСТ 3344-83 и ГОСТ 8735-88. Фазовый анализ образца проводился с помощью рентгеновской дифрактометрии, в ходе которой было отмечено высокое содержание оксидов: железа (42,99%), кремния (28,81%) и кальция (13,75%), меньшее значение получено для оксидов алюминия (5,57%) и магния (1,19%). Суммарное содержание перечисленных оксидов составляет 92,31% и удовлетворяет условию, необходимому для использования шлака в качестве сорбента. Морфология поверхности образца шлака АО «Карабашмедь» изучена с помощью электронной микроскопии, по результатам которой было выявлено отсутствие развитой поверхности на частицах шлака, что в дальнейшем подтвердилось при измерении удельной поверхности адсорбционным методом (составила 0,3 м<sup>2</sup>/г).

Таким образом, применение рассмотренного отхода без предварительной обработки не представляется возможным. Существует необходимость исследования сорбционных свойств шлаков АО «Карабашмедь» после проведения активации, например химической, которая с учетом фазового состава отхода является наиболее приемлемой.

#### **Список литературы:**

1. Ерохин Ю.В. Вещественный состав шлаков Карабашского медеплавильного завода / Ю.В. Ерохин, А.В. Захаров, Л.В. Леонова // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова Т. 17, № 3. – 2017. – с. 12-18.
2. Дзугаев М.Д. Карабаш – город «экологического бедствия» / М.Д. Дзугаев // Вестник Челябинского государственного университета – Челябинск, 2003 – с. 92-97.
3. Гуман О.М. Техногенные образования как рекультивационный материал / О.М. Гуман, А.Б. Макаров, Е.О. Вегнер-Козлова // Управление техносферой: электрон. журнал, 2020. Т.3. Вып. 4. – с. 447-461.
4. Газиев У.А. Закладочные смеси с применением отходов горно-металлургического комбината Узбекистана / У.А. Газиев, Ш.Т. Рахимов // Современное промышленное и гражданское строительство, Т. 16, № 3.- 2020. - с.109 – 115.
5. Капустин Ф.Л. Использование медеплавильного шлака в производстве цементов общестроительного назначения / Ф.Л. Капустин, М.А. Афанасьева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура, 2013. Т.13. № 2. - С. 51-55.
6. Свиридова Т.В. К вопросу образования и обращения промышленных отходов на территории Челябинской области / Т.В. Свиридова, Е.А. Мурзина // Экология и охрана окружающей среды № 2 (15). – Магнитогорск, 2014. – с. 109-111.
7. Кравцов А.В. Опыт применения техногенных отходов черной и цветной металлургии в производстве бетона / А.В. Кравцов, С.В. Цыбакин // в сборнике: Труды КГСХА. – Кострома, 2015. – с. 42-50.
8. Хоботова Э.Б. Характеристики металлургических шлаков как адсорбентов и определение направлений их практического использования / Э.Б. Хоботова, И.В. Грайворонская, В.И. Ларин // Экология и промышленность. Энерго- и ресурсосбережение. Переработка отходов №1. – Харьков, 2017 – с. 101-105.

**Научный руководитель:** к.т.н., старший преподаватель А.С. Данилов

**ПАУШКИНА К.К.**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И  
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В СОСТАВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТОПЛИВ С  
ВЫРАБОТКОЙ ЭНЕРГИИ**

**PAUSHKINA K.K.**

National Research Tomsk Polytechnic University

**SCIENTIFIC BASIS OF THE PROSPECTS FOR UTILIZATION OF INDUSTRIAL AND  
MUNICIPAL WASTE IN COMPOSITION FUELS WITH ENERGY GENERATION**

В настоящее время одной из основных экологических проблем во всем мире является загрязнение окружающей среды промышленными и коммунальными отходами. Только на территории Российской Федерации на полигонах уже накоплено и хранится более 94 млрд. т твердых отходов, которые занимают площадь более 150 тыс. гектар [1]. Ежегодно во всем мире производится более 2,1 млрд. т твердых коммунальных отходов [2]. Огромные территории выводятся из сельскохозяйственного обращения для организации полигонов по захоронению промышленных и коммунальных отходов [2]. Это ведет к нарушению земельного покрова, почвы и ландшафта. Типичные отходы угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности не только пожароопасны, но и содержат кислотообразующие вещества и тяжелые металлы, которые под интенсивным воздействием природных факторов (воздуха, воды, солнечной энергии) становятся источниками комплексного загрязнения окружающей среды. Отходы, содержащие отработанные масла и нефтепродукты, являются токсичными, а их хранение в условиях, не отвечающих нормативным требованиям, ведет к развитию парникового эффекта, выпадению осадков в виде кислотных дождей, загрязнению водоемов и грунтовых вод [3]. Полигонное хранение непереработанных твердых коммунальных отходов (ТКО) характеризуется группой негативных факторов [2], в частности: распространением опасных для здоровья людей веществ и микрофлоры на большой территории, в том числе путем их попадания в атмосферный воздух, грунтовые воды; образованием диоксинов и фуранов при неконтролируемом локальном горении отходов на полигонах.

Таким образом, актуальной задачей является разработка промышленных технологий, направленных на использование отходов в большом количестве, для снижения загрузки полигонов и улучшения экологической обстановки в их окрестностях. Наиболее эффективным путем решения такой задачи является сжигание отходов с выработкой энергии [4], например, на мусоросжигательных заводах. Для сжигания твердых коммунальных отходов (ТКО) рационально использовать существующие объекты с развитой инфраструктурой, например, угольные ТЭС и котельные. После модернизации систем топливоприготовления и топливоподачи угольные котлы можно использовать для сжигания композиционных жидких топлив, состоящих из отходов углеобогащения (или смеси низкосортного угля с водой), жидких горючих отходов (трансформаторные, турбинные, автомобильные масла и т.д.) и горючих ТКО (бумага, древесина, пластик, резина). Актуальной задачей для разработки основ технологий применения композиционных топлив на практике является исследование характеристик зажигания и горения одиночных капель перспективных топливных составов при добавлении в небольших количествах (до 20%) типичных ТКО.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование процессов зажигания и горения одиночных капель для группы составов жидких композиционных топлив, отличающихся как дополнительными компонентами из числа типичных горючих ТКО, так и их концентрацией.

Исследование выполнено для группы составов композиционного топлива на основе фильтр-кека (ФК) коксующегося каменного угля фабрики «Северная» Кемеровской области. Фильтр-кек представляет собой смесь мелкодисперсного угля (размер частиц не более 80 мкм) и воды (массовая концентрация около 50%).

Для приготовления рассматриваемых в данной работе составов композиционного жидкого топлива использовалась методика [5]. Типичные ТКО (картон, древесина, резина, пластик) измельчались по отдельности при помощи мельницы до дисперсности менее 140 мкм. Далее готовились три группы топливных составов (Таблица 1). Первые две группы составов получались при перемешивании ФК и ТКО с разной концентрацией последнего (10 и 20%). Третья группа составов состояла из ФК, ТКО и отработанного турбинного масла (70% : 20% : 10%). Также эксперименты проводились с базовыми составами: ФК без добавления каких-либо компонентов, смесь 90% ФК и 10% отработанного турбинного масла (без добавления ТКО). Топливные составы, их основные характеристики и характеристики отдельных компонентов приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Составы композиционных жидких топлив и их теплота сгорания

№.	ФК*	Масло	Резина	Картон	Древесина	Пластик	Q (МДж/кг)
I группа топливных составов							
1	100%	–	–	–	–	–	10,78
2	90%	–	10%	–	–	–	13,05
3	90%	–	–	10%	–	–	11,43
4	90%	–	–	–	10%	–	11,29
5	90%	–	–	–	–	10%	11,88
II группа топливных составов							
6	80%	–	20%	–	–	–	15,31
7	80%	–	–	20%	–	–	12,07
8	80%	–	–	–	20%	–	11,80
9	80%	–	–	–	–	20%	12,98
III группа топливных составов							
10	90%	10%	–	–	–	–	14,11
11	70%	10%	20%	–	–	–	18,64
12	70%	10%	–	20%	–	–	15,40
13	70%	10%	–	–	20%	–	15,12
14	70%	10%	–	–	–	20%	16,30

Таблица 2 – Характеристики и элементный состав компонентов топлива

Компонент	$W^a$ (%)	$A^d$ (%)	$V^{daf}$ (%)	$Q_{s,v}^{a,v}$ (МДж/кг)	$C^{daf}$ (%)	$H^{daf}$ (%)	$N^{daf}$ (%)	$S^{daf}$ (%)	$O^{daf}$ (%)
ФК*	–	26,5	23,1	24,83	87,2	5,1	2,1	1,1	4,5
Древесина	20,0	2,0	–	16,45	50,3	6,0	0,2	0,1	43,4
Резина	2,0	1,8	–	33,50	97,9	1,2	0,3	0,6	–
Пластик	2,0	0,2	–	22,00	66,7	7,9	–	–	25,4
Картон	5,0	3,0	–	17,50	46,3	6,3	0,3	0,2	46,9
Масло	0,3	0,8	100,0	44,02					

\* – ФК в исходном влажном состоянии (влажность 50%).

Теплота сгорания топливных составов вычислена аналитически по методике [6].

Процессы зажигания и горения одиночных капель композиционных топлив исследованы с использованием экспериментального стенда (Рисунок 1). В сериях из 5–7 экспериментов, проводимых при идентичных начальных условиях, муфельная печь Loiplf50/500-1200 прогревалась до заданной температуры ( $T_g$ ), сгенерированная электронным дозатором Finnpipette Novus капля топлива на держателе вводилась внутрь печи при помощи координатного механизма СПШ20-23017/2000Z. Процессы, протекающие в течение индукционного периода, регистрировались высокоскоростной видеокамерой Phantom V411. Времена задержки зажигания ( $t_d$ ) определялись по эволюции светимости капли во времени в рамках алгоритма Threshold, реализованного в ПО Tema Automotive. Систематические погрешности определения  $t_d$  не превышали 3%. Случайные погрешности для серий экспериментов, проведенных при идентичных условиях, не превышали 10%.

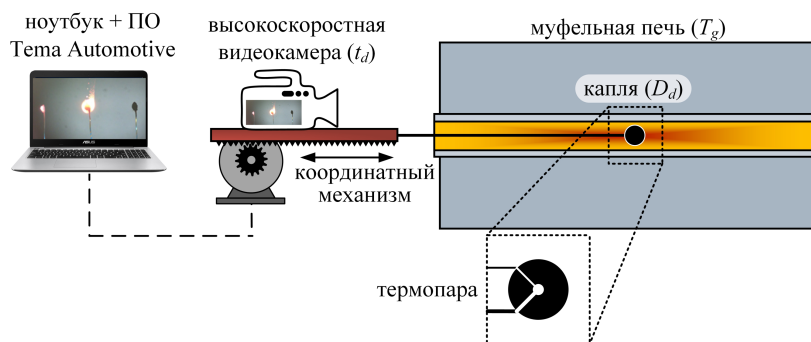


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

Анализ высокоскоростных видеозаписей позволил выделить следующие основные стадии процесса взаимодействия одиночной капли композиционного жидкого топлива с неподвижным разогретым воздухом: инертный прогрев, испарение влаги из приповерхностного слоя, термическое разложение твердых горючих компонентов (уголь и ТКО), смешение горючих газов и паров с окислителем, воспламенение газовой смеси и ее выгорание, прогрев твердого остатка, его гетерогенное заживание и горение. Полученный результат объясняется определяющим влиянием мелкодисперсного твердого горючего компонента (ФК) в составе топливной смеси на закономерности протекания физико-химических процессов при нагревании топлива. Ни изменение концентрации ТКО в диапазоне 10–20%, ни добавление горючей жидкости в количестве до 10% не ведут к изменению механизма заживания жидкого композиционного топлива.

В результате экспериментального исследования с использованием высокоскоростной видеорегистрации установлены области гарантированных времен задержки заживания трех групп топливных композиций разного состава при температурах окружающей среды 600–1000 °С (Рисунок 2). Минимальные значения времен задержки заживания  $t_d$  составляют около 3 с, максимальные – около 25 с. Для разных составов композиционного топлива установлены отличия (до 20%) времен задержки заживания, которые более явно выражены при близких к предельным условиям заживания, а также отличия температур в процессе горения, максимальные значения которых достигают 1300 °С для составов с добавлением 10% отработанного турбинного масла (Рисунок 3). Достаточно высокие температуры в процессе горения композиционных топлив, содержащих ТКО, положительно влияют на снижение концентрации диоксинов и фуранов в дымовых газах [7].

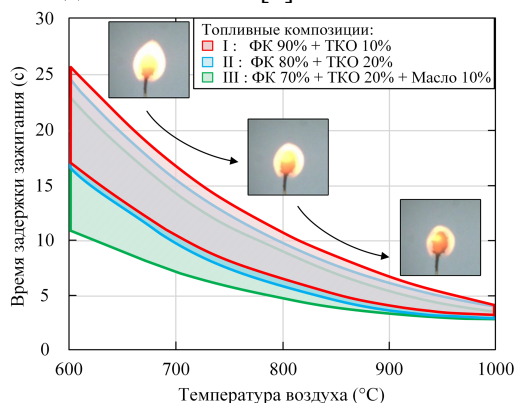


Рисунок 2 – Области (выделены цветом) времен задержки заживания для трех групп составов композиционного жидкого топлива

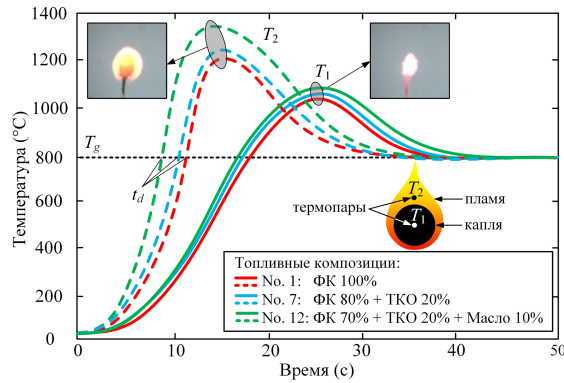


Рисунок 3 – Изменение температуры каплей начальным диаметром 2 мм разных составов композиционного жидкого топлива в течение индукционного периода при  $T_g=800\text{ }^{\circ}\text{C}$

Анализ состава продуктов сгорания с помощью газоанализатора Testo 340, который монтировался на стенде (Рисунок 1) вместо видеокамеры. В данной работе анализ концентраций вредных газов в продуктах сгорания композиционного топлива выполнен для двух основных компонентов (Рисунок 4):  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$ . Концентрации оксидов углерода при сжигании топлива с компонентами ТКО отличаются менее существенно по сравнению с оксидами азота и серы и составляют:  $\text{CO}_2$  – 16–18%,  $\text{CO}$  – не более 370 ppm.

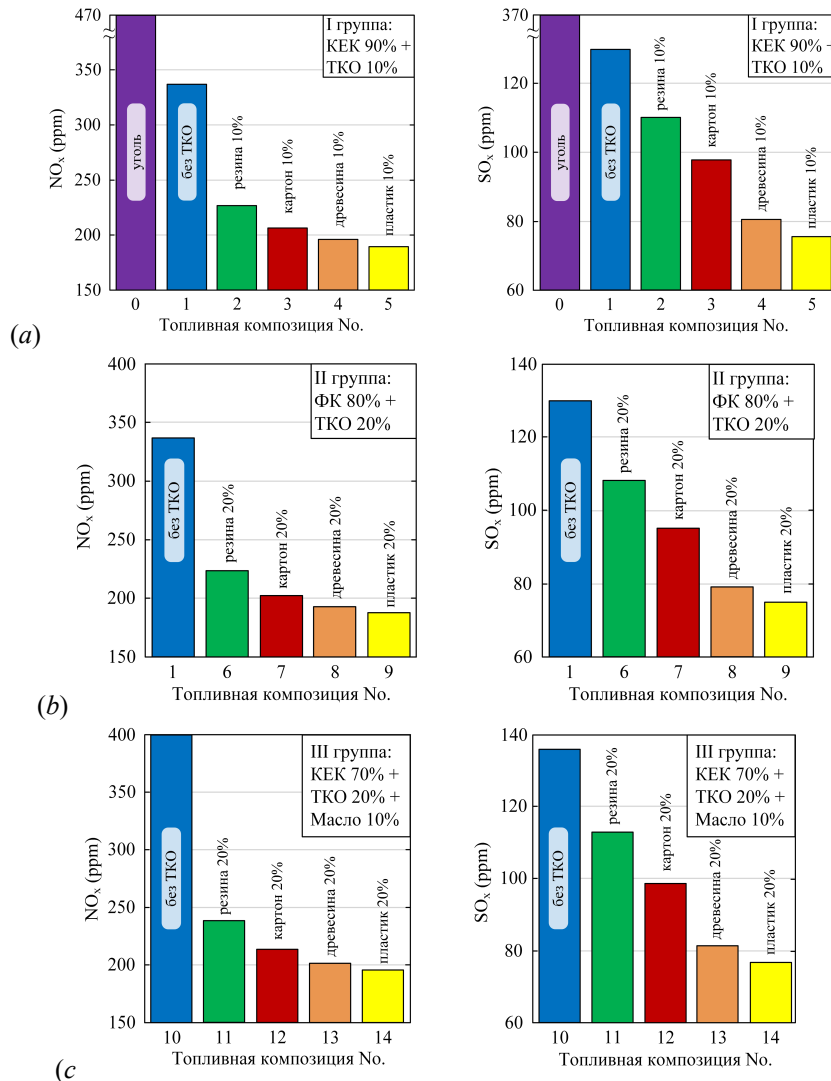


Рисунок 4 – Концентрации  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  в газообразных продуктах сгорания сухого угля и трех групп составов композиционного жидкого топлива: *a* – I группа; *b* – II группа; *c* – III группа

(состав No. 0 – данные [8] для сухого угля марки К)

При добавлении в состав композиционного топлива разных ТКО максимальное отличие концентраций  $\text{NO}_x$  составляет 50%,  $\text{SO}_x$  – 40%. В абсолютных единицах значения этих отличий составляют 150 ppm и 50 ppm, соответственно. Такие отличия являются существенными, т.к. максимальные концентрации  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  в продуктах сгорания исходного ФК составляют 340 ppm и 130 ppm, соответственно. Для составов с 20%-й добавкой ТКО концентрации  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  меньше на 5–10% по сравнению с соответствующими составами при 10%-й добавке ТКО. В случае добавления в топливо отработанного масла концентрации  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  больше на 18–22% и на 10–12% по сравнению с соответствующими составами без добавления горючей жидкости. Т.о., чем больше ТКО в составе композиционного топлива, тем меньше концентрации  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  в газообразных продуктах сгорания по сравнению с исходным ФК. Добавление же отработанного масла в такие топливные композиции ведет к увеличению концентрации антропогенных выбросов. Но ухудшение экологических характеристик не превышает предельно допустимые нормативные выбросы загрязняющих веществ энергетических установок для сжигания твердого топлива. Поэтому полученные результаты являются основой для разработки экологически, энергетически и экономически эффективной технологии утилизации ТКО путем сжигания в составе композиционных топлив в топках котлов вместо угля.

На примере трех соседних регионов Российской Федерации с отличающимися уровнями социального развития и структурами промышленного производства (Кемеровская область, Новосибирская область, Томская область) для реализации разработанной стратегии утилизации промышленных и коммунальных отходов предложено перевести три типичные угольные ТЭС (по одной в каждом регионе) на композиционное жидкое топливо. Выработка тепловой и электрической энергии осуществляется этими ТЭС в полном объеме в результате сжигания композиционного жидкого топлива. Приготовление топливных суспензий и их транспортировка до потребителей осуществляется по трубопроводам от единого центрального завода топливоприготовления.

В течение 25 лет реализации разработанной стратегии экономия высококачественного угля составит 145 млн. т. Будет выработано  $10,1 \cdot 10^9$  кВт·ч электричества и  $9,7 \cdot 10^6$  Гкал тепловой энергии при утилизации 190–260 млн. т промышленных и коммунальных отходов, из них: 130–260 млн. т ФК; 25–38 млн. т ТКО; до 19 млн. т отработанных масел. Предлагаемые мероприятия для трех соседних регионов Российской Федерации позволят полностью решить проблему утилизации накопленных отработанных масел, жидких горючих отходов нефтедобычи и нефтепереработки, а также проблему утилизации ежегодно производимых отходов углеобогащения. Кроме этого добавление в состав композиционных топлив ТКО позволит решить проблему их промышленной утилизации до перехода на новую систему обращения с отходами с высокой долей переработки и повторного использования ТКО.

Положительный экономический эффект с учетом модернизации систем топливоподдачи трех ТЭС и строительства единого центрального завода топливоприготовления составит от 5,7 до 6,9 млрд. долларов или 65–78%, соответственно, от основных затрат при функционировании трех ТЭС в течение 25 лет на угле. Это объясняется определяющим значением (85–95%) топливной составляющей (приобретение энергоресурсов) в типичной структуре итоговых затрат и стоимостью энергоресурсов, которая отличается в 2,5–3,5 раза для угля и композиционного топлива из отходов (в пересчете на единицу энергии, выделяющейся при сжигании топлива).

*Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-43-700001 p\_a.*

#### **Список литературы:**

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России. 2019. 844 с.
2. Kaza S., Yao L.C., Bhada-Tata P., Van Woerden F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. 2018. 274 p.
3. Anifowose B.A., Odubela M.T. Oil facility operations: A multivariate analyses of water pollution parameters // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 187. P. 180–189.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.044>.

4. Glushkov D.O., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Experimental and numerical study of coal dust ignition by a hot particle // *Applied Thermal Engineering*. 2018. Vol. 133. P. 774–784. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.01.049>.

5. Glushkov D.O., Paushkina K.K., Shabardin D.P. Co-combustion of coal processing waste, oil refining waste and municipal solid waste: Mechanism, characteristics, emissions // *Chemosphere*. 2020. Vol. 240. Article number: 124892. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124892>.

6. McAllister S., Chen J.-Y., Fernandez-Pello A.C. *Fundamentals of combustion processes*. Springer. 2011. 544 p.

7. Tugov A.N. Experience of using municipal solid waste in the energy industry (An Overview) // *Thermal Engineering*. 2015. Vol. 62. No. 12. P. 853–861. <https://doi.org/10.1134/s0040601515120125>.

8. Nyashina G.S., Legros J.C., Strizhak P.A. Impact of forest fuels on gas emissions in coal slurry fuel combustion // *Energies*. 2018. Vol. 11. No. 9. Article number: 2491. <https://doi.org/10.3390/en11092491>.

**Научный руководитель:** к.ф.-м.н. Д.О. Глушков

**ПОДОКСЕНОВ А.А.**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА СТАНЦИЯХ ОЧИСТКИ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**PODOKSENOV A.A.**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT AT WATER TREATMENT PLANTS IN WASTEWATER DISPOSAL SYSTEMS**

При современных темпах развития промышленности становится все более актуальной проблема очистки сточных вод. Значительная часть промышленных стоков в настоящее время сбрасывается в природные водоемы в недостаточно очищенном виде. В результате этого около 70% пресной воды природных источников на территории России обладают недостаточным качеством для использования в целях питьевого водоснабжения. По данным Федеральной службы государственной статистики 30,5 млн. человек (22 % населения РФ) не обеспечены услугами централизованного водоснабжения, доступа к чистой питьевой воде не имеет 8% домохозяйств.

К числу наиболее распространенных и токсичных веществ, которые загрязняют водные объекты в результате сброса сточных вод промпредприятий, относят ароматические аминосоединения.

В настоящее время наиболее оправданным из всех применяемых физико-химических методов водоочистки при водоотведении является адсорбционный метод. Процессы адсорбции достаточно сложны и многообразны и могут зависеть от различных факторов. Одним из ключевых факторов, который оказывает определяющее влияние на процесс адсорбции, является температура. Изучение влияния температуры среды на процесс адсорбции дает возможность понять не только специфику процесса, но и предположить тип адсорбции (химическая или физическая).

Сорбционные процессы осуществляются двумя способами – в статических условиях и путем фильтрования. Именно адсорбция при фильтровании через плотный слой адсорбента является одним из наиболее распространенных методов очистки воды.



Установлено, что применение в качестве адсорбентов бентонитов, модифицированных разными способами, дает возможность повысить эффективность адсорбции веществ производных бензола до 95-98%.

Объект исследования представлял собой модельный раствор загрязняющего вещества – *o*-фенилендиамина нескольких концентраций.

В процессе исследований фильтрование осуществлялось через следующие адсорбенты: сорбент №1 – бентонит, модифицированный углеродными нанотрубками (УНТ), обжиг при 550° С, мелкая фракция; сорбент №2 – бентонит, модифицированный УНТ, обжиг при 550° С, средняя фракция; сорбент №3 – бентонит, модифицированный УНТ, обжиг при 550° С, крупная фракция; сорбент №4 – бентонит, модифицированный УНТ и глицерином, обжиг при 570° С, мелкая фракция; сорбент №5 – бентонит, модифицированный УНТ и глицерином, обжиг при 570° С, средняя фракция; сорбент №6 – бентонит, модифицированный УНТ и глицерином, обжиг при 570° С, крупная фракция; сорбент №7 – бентонит, модифицированный УНТ и гидроокисью магния, обжиг при 570° С, мелкая фракция; сорбент №8 – бентонит, модифицированный УНТ и гидроокисью магния, обжиг при 570° С, средняя фракция; сорбент №9 – бентонит, модифицированный УНТ и гидроокисью магния, обжиг при 570° С, крупная фракция.

Предприятие ООО НПП «ЛИССКОН» (г. Саратов) занималось процессом модификации бентонита.

Проведенные исследования позволили вычертить графические зависимости, отражающие сорбционную активность по отношению к *o*-фенилендиамину изучаемых сорбентов при разной температуре среды и разной частоте перемешивания (рис. 1).

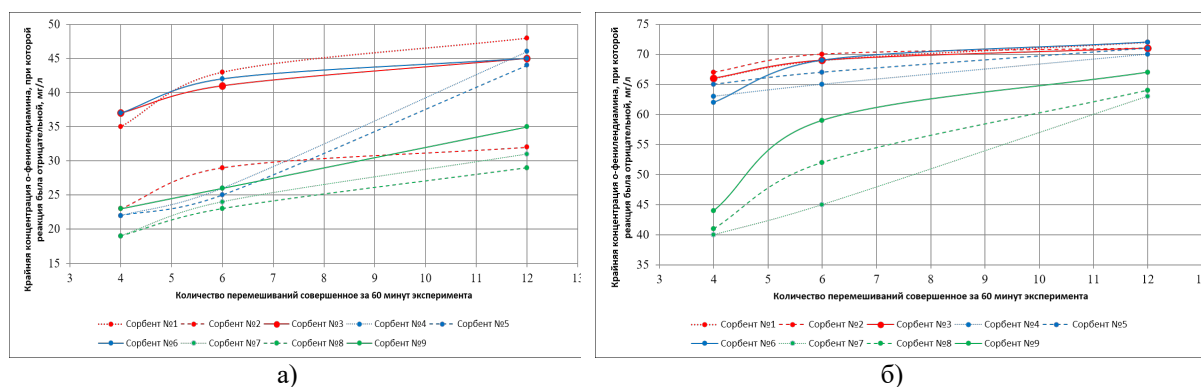


Рисунок 1 – Сопоставление зависимости интенсивности адсорбции *o*-фенилендиамина от частоты перемешивания для всех исследованных образцов сорбентов при температуре: а) 10 °С; б) 30 °С

Анализ графических зависимостей на рис.1 показал, что для всех изучаемых адсорбентов наблюдается возрастание сорбционной активности при большей частоте перемешивания. Это важно принять во внимание при выборе сорбционной загрузки в процессе проектирования адсорбционных фильтров в системах очистки сточных вод от аминопроводных бензола.

При режиме перемешивания раз в 15 минут и температуре 10 ° С сорбционная способность изучаемых образцов модифицированного бентонита убывает в ряду: сорбент №3 и сорбент №6 – сорбент №1 – сорбент №5 – сорбент №9 – сорбент №4 и сорбент №5 – сорбент №7 и сорбент №8.

При режиме перемешивания раз в 10 минут и температуре 10 °С распределение сорбентов по сорбционной способности несколько меняется и укладывается в следующий ряд: сорбент №1 – сорбент №6 – сорбент №3 – сорбент №2 – сорбент №4 и сорбент №9 – сорбент №5 – сорбент №7 – сорбент №8.

При режиме перемешивания раз в 5 минут и температуре 10 °С: сорбент №1 – сорбент №4 – сорбент №3 и сорбент №6 – сорбент №4 и сорбент №9 – сорбент №2 – сорбент №7 – сорбент №8.

При режиме перемешивания раз в 15 минут и температуре 30 °С сорбционная способность изучаемых образцов модифицированного бентонита убывает в ряду: сорбент №2 – сорбент №1 и сорбент №3 – сорбент №5 – сорбент №4 – сорбент №6 – сорбент №9 – сорбент №8 – сорбент №7.

При режиме перемешивания раз в 10 минут и температуре 30 °С распределение сорбентов по сорбционной способности несколько меняется и укладывается в следующий ряд: сорбент №2 – сорбент №1, сорбент №3 и сорбент №6 – сорбент №5 – сорбент №4 – сорбент №9 – сорбент №8 – сорбент №7.

При режиме перемешивания раз в 5 минут и температуре 30 °С: сорбент №1 и сорбент №6 – сорбент №2, сорбент №3 и сорбент №5 – сорбент №4 – сорбент №9 – сорбент №8 – сорбент №7.

Предположительно, процесс адсорбции *o*-фенилендиамина на исследованных модификациях бентонита происходит, в основном, за счет хемосорбции. Также известно, что как способ модификации бентонита, так и гранулометрический состав являются важными факторами, которые оказывают влияние на интенсивность процесса адсорбции.

Был проведен дисперсионный анализ (табл. 1), который показал, что температура является значимым фактором практически для всех сорбентов, кроме сорбента №6 (однако справедливо сказать, что в случае данного сорбента разница между  $F$  и  $F_{\text{крит}}$  невелика).

Таблица 1 – Дисперсионный анализ влияния температуры и режима перемешивания на адсорбцию *o*-фенилендиамина модифицированным бентонитом

Сорбенты	Температура		Режим перемешивания	
	$F$	$F_{\text{крит}}$	$F$	$F_{\text{крит}}$
Сорбент №1	28,92	6,94	5,08	6,94
Сорбент №2	21,57	6,94	2,34	6,94
Сорбент №3	22,11	6,94	3,16	6,94
Сорбент №4	16,42	6,94	6,57	6,94
Сорбент №5	14,18	6,94	5,14	6,94
Сорбент №6	6,68	6,94	3,15	6,94
Сорбент №7	35,04	6,94	14,28	6,94
Сорбент №8	64,68	6,94	15,27	6,94
Сорбент №9	72,29	6,94	17,73	6,94

Режим перемешивания является значимым фактором в случае сорбентов №№7-9 и не оказывает существенного влияния в случае остальных. Нельзя сказать, что данный фактор абсолютно не является значимым, глядя только на данные дисперсионного анализа, в данном случае, вероятнее, имеет смысл сказать о том, что в сравнении с температурой для представленных сорбентов фактор режима перемешивания вносит менее существенный вклад в процесс.

На основе данных полученных в процессе исследования мы считаем, что из всех имеющихся сорбционных материалов наиболее перспективными вариантами с целью извлечения ароматических аминов из загрязненных сточных вод можно считать бентонит всех фракций, прошедшего обжиг при 550° С и при 570° С. Бентонит, активированный гидроокисью магния, никак не повлиял на сорбционную способность и показал не лучшие результаты.

В настоящее время исследование продолжается. Изучаются уже разработанные, а также новые модификации сорбционных материалов, полученных на основе бентонитов.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор О.В. Атаманова

**ОТДЕЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ДИСТИЛЛЕРНОЙ ЖИДКОСТИ**

**DISTILLED LIQUID FILTRATION DEPARTMENT**

Применяемые в настоящее время технологии по использованию, переработке дистиллерной жидкости решают проблему только отчасти. Вследствие этого, большая часть основного отхода производства кальцинированной соды накапливается в шламонакопителях и (или) сбрасывается в водоемы расположенные неподалеку от действующих производств. Сброс дистиллерной жидкости в водоем жестко регламентирован, поэтому в основном происходит накопление отхода в шламонакопителях, ограничивая наращивание мощности производства.

Ежегодно АО «БСК» сбрасывает большое количество шламов содового производства. Накопители заполнены шламом до критических отметок и дальнейшее наращивание дамб является вынужденной мерой. В этой связи

проблема рационального решения вопросов аккумуляирования и переработки отходов содового производства приобрела в последние годы особую актуальность.

Одним из эффективных способов решения этой проблемы является фильтрация дистиллерной суспензии.

Проектируемая станция фильтрации шлама дистилляции является экологическим объектом, ориентированным на уменьшение объема сброса дистиллерной суспензии, являющейся отходом содового производства, за счет выделения из нее твердой фазы.

Результаты исследований показывают, что производительность фильтрационного оборудования в значительной степени зависит от свойств твердой фазы суспензии и, что наиболее приемлемым методом разделения дистиллерной суспензии, при котором твердый осадок получается с минимальной массовой долей влаги и хлоридов, является фильтрация под давлением.

В состав проектируемого объекта входят: участок осветления; участок фильтрации; площадка складирования шлама с транспортной галереей.

Технологическое отделение фильтрации дистиллерной жидкости связано со следующими производственными объектами: производством кальцинированной соды - получение дистиллерной суспензии; объектами водоснабжения и канализации - получение воды оборотной, питьевой, сброс канализационных стоков; накопителями промстоков - сброс осветленной дистиллерной жидкости; объектами энергетического хозяйства - получение тепла и электроэнергии.

В случае остановки проектируемых объектов, сброс дистиллерной жидкости в шламонакопитель осуществляется по аварийной схеме.

Технология очистки дистиллерной жидкости от взвешенных частиц основывается на предварительном сгущении твердой фазы и фильтрации сгущенной суспензии на фильтр-прессах.

В целом этот процесс включает в себя следующие основные технологические стадии:

- приготовление и подачу флокулянта в сгуститель;
- подачу дистиллерной жидкости в сгуститель;
- сгущение твердой фазы в сгустителе в присутствии флокулянта;
- равномерное перемешивание сгущенной твердой фазы в перемешивателе;
- подачу сгущенной суспензии на фильтр-прессы;
- предварительное прессование;
- промывку твердого осадка (кека) на фильтрах (при необходимости);

- отжим кека в камерах фильтр-пресса мембранами;
- выгрузка кека;
- транспортирование кека на площадку складирования;
- складирование и хранение с целью дальнейшей транспортировки;
- промывку фильтровальной ткани;
- приготовление раствора соляной кислоты и промывку фильтров.

Технологической особенностью процесса является наличие горячих (до 90<sup>0</sup>С) коррозионных сред, чем обусловлено применение оборудования или отдельных его элементов из коррозионно-стойких материалов, а также применение защитных покрытий.

Новизна в аппаратурном оформлении заключается в применении рамных фильтр-прессов с большой поверхностью фильтрации.

Для антикоррозионной защиты оборудования предусмотрено применение композитных материалов на резервуарах и химически стойкой арматуры, обладающих длительной температуростойкостью к воздействию высоких температур, а также устойчивостью к воздействию механических и химических факторов.

При фильтровании сгущенной дистиллерной жидкости образуется фильтрат (осветленная дистиллерная жидкость) и твердый остаток (кек).

Осветленная дистиллерная жидкость (фильтрат) после окончательного отстоя в шламонакопителях сбрасывается в реку Белая, а также может использоваться в качестве сырья для производства жидкого и гранулированного хлористого кальция, производство которых налажено на АО «БСК».

Кек, полученный при фильтрации можно использовать по следующим основным направлениям: для рекультивации карьера глин; в качестве сырья для производства строительных материалов; в качестве мелиоранта для раскисления почвы в сельском хозяйстве; для закладки в отработанные скважины рассольного хозяйства.

#### **Список литературы:**

1. Шулаева Е.А., Шулаев Н.С. Система управления температурными режимами электродинамического реактора. Нефтегазовое дело. 2013. № 11-4. С. 133-136.
2. Шулаева Е.А. Методы безусловной минимизации функций многих переменных: Учебное пособие. – Стерлитамак: Изд-во «ФОБОС», 2015. - 123 с. - ISBN 978-5-9907012-6-7
3. Шулаева Е.А., Павлов В.Б. Разработка усовершенствованной системы управления технологическими процессами на основе нейросетевого моделирования с целью создания ресурсосберегающей химико-технологической системы. Естественные и технические науки, № 12 (138), 2019. С. 328-330.
4. Шулаева Е.А., Павлов В.Б. Разработка метода многокритериальной оптимизации технологического процесса выпаривания электролитической щелочи с целью создания ресурсосберегающей химико-технологической системы. Естественные и технические науки, № 11 (137), 2019. С. 418-421.
5. Шулаева Е.А. Численные методы решения задач одномерной оптимизации: учебное пособие. – Стерлитамак: Изд-во «ФОБОС», 2014. – 110 с. - ISBN 978-5-903334-83-4
6. Shulaeva E. A., Pavlov V.B., Burdov A. E. Simulation of the fuel gas and raw material supply system to the furnace of the atmospheric oil distillation unit and development of a computer training software. // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679 (1). P. 022093 (1-6). doi:10.1088/1742-6596/1679/2/022093.
7. Shulaeva E. A., Valitov D. R., Kubryak A. I. Simulation of the gas fractionating unit of depropanization system and development of a computer training software. // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1691 (1). P. 012144 (1-7). doi:10.1088/1742-6596/1691/1/012144.
8. Шулаева Е.А., Хабибнасов Д.Р. Разработка демонстрационного стенда по измерению расхода газообразных сред с учетом коррекции по температуре и давлению. Естественные и технические науки, № 9, 2020. С. 196-199.

9. Шулаева Е.А., Павлов В.Б., Карачевский Д.Ю., Пенкин И.А. Анализ технологических решений в процессе очистки серосодержащих соединений. Естественные и технические науки, № 10, 2020. С. 182-185.

10. Павлов В.Б., Шулаева Е.А., Кралькина Е.А. Перспективы применения низкотемпературной плазмы в химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Бутлеровские сообщения. 2018. Т.56. № 11.-с 160-165.

**Научный руководитель:** канд. техн. наук, доцент Е.А. Шулаева

**РУСАКОВА А.А.**

Тверской государственный технический университет

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРФЯНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РТУТЬЮ**

**RUSAKOVA A.A.**

Tver state technical university

### **JUSTIFICATION OF THE USE OF PEAT SORBENTS FOR REMEDIATION OF MERCURY-CONTAMINATED SOILS**

В работе даётся теоретическое и экспериментальное обоснование применения сорбентов на основе верхового торфа для локализации ртутного загрязнения почв или грунтов и её последующей ремедиации.

Сорбенты на основе природных материалов (торфа, древесины, органических отходов сельского хозяйства) находят широкое применение для различных целей: очистки промышленных выбросов от газов, удаления из сточных вод тяжёлых металлов и нефтепродуктов, ликвидации нефтяных разливов, в качестве влагопоглощающего субстрата. Относительная дешевизна и доступность таких сорбентов делает их привлекательными для использования.

Ионообменные и комплексообразующие свойства торфа определены в первую очередь гумусовыми веществами, входящими в его состав: гуминовыми, фульвовыми и гиматомелановыми кислотами. Наличие в их составе функциональных групп: карбоксильных, карбонильных, спиртовых, сульфгидрильных и др. приводит к комплексообразованию гумусовых веществ с металлами, в т.ч. образованию лигандов, препятствующих миграции металлов в виде ионов, наиболее токсичных для биоты. С другой стороны, подвижность самих гумусовых веществ зависит от рН: в кислотной среде гуминовые кислоты и гуматы металлов находятся в твёрдой или коллоидной форме, а в слабощелочной и щелочной среде переходят в растворенное состояние и свободно мигрируют в водном растворе, становясь, таким образом, одной из форм миграции металлов. В связи с этим эффективное применение торфяных сорбентов для улавливания металлов из водных растворов представляется возможным лишь в ограниченном диапазоне рН водной среды.

Ртуть является одним из наиболее токсичных поллютантов, аккумулирующихся в природных компонентах и возвращающихся к человеку по пищевым цепям. Высокие концентрации ртути в окружающей среде и продуктах питания приводят к возникновению серьёзных заболеваний нервной, пищеварительной и иммунной систем. Наиболее токсичной формой миграции ртути является ион  $Hg^{2+}$ . Особенностью миграции ртути (II), отличающей её от других металлов, в водных средах является то, что она сильно подвержена гидролизу даже в слабокислой среде. При величине рН=5,0 ртуть (II) примерно на 10% находится в виде  $[HgOH]^+$  и на 90% в виде  $Hg(OH)_2$ . При снижении рН ниже 5,0 происходит увеличение доли ионов  $Hg^{2+}$ , достигая 100% при рН<1. Конечно, в естественных условиях значения рН воды вряд ли достигает кислой среды, но в почве рН почвенного раствора может достигать

слабокислой реакции (менее 4,5), тем самым активизируя миграцию ртути и доступность её для аккумуляции биотой.

Работами Варшал Г.М. и др. показано, что максимум сорбции ртути на гуминовых кислотах происходит при  $pH=3,0$  в связи с состоянием функциональных групп сорбента и процессами гидролиза ионов ртути. Также в ряде исследований, посвящённых миграции ртути в водных объектах, показано, что гуминовые соединения ртути в отличие от её минеральных комплексов и форм, адсорбированных на минеральных частицах, устойчивы к десорбции даже в присутствии сильных комплексообразователей. Таким образом, гуминовые кислоты и торф, как их носитель, можно рассматривать как природные сорбенты, способствующие концентрированию ртути в донных отложениях и почвах.

Экспериментальным объектом, на котором проверялась гипотеза о применении торфяных сорбентов для депонирования ртути в кислых почвах, служил сорбент, полученный методом экструзии модифицированного верхового торфа моховой группы со степенью разложения 5-10 %, зольностью 0,5%. Размер (диаметр) гранул равнялся примерно 3-4 мм. Кислотность ( $pH$ ) солевой вытяжки из торфа составляла 3,2.

Протолитические свойства сорбента исследовались методом потенциометрического титрования. Одинаковые навески сорбента помещались в растворы  $KCl-KOH$  с различным значением  $pH$ . Равновесное значение  $pH$  в растворах достигалось на 3-5 сутки экспозиции в зависимости от навески сорбента. По результатам измерения  $pH$  строились кривые титрования в координатах  $\Delta pH / V_{KOH}$  и по максимумам дифференциальной кривой титрования определялись точки эквивалентности, соответствующие различным группам функциональных групп, участвующих в процессе комплексообразования с ионами металлов. Установлено, что изучаемый торфяной сорбент содержит, по крайней мере, две функциональные группы, участвующих в ионном обмене и комплексообразовании: кислую и слабокислую.

В результате исследования протолитических свойств торфа установлено, что по мере увеличения объёма добавляемой щелочи в диапазоне  $pH$  от 5,0-6,5 происходит изменение поглотительной емкости торфа – наблюдается снижение величины  $pH$  до 4,0 и последующее возрастание. То есть в кривой титрования образуется «впадина». Данное явление объясняется структурными и физико-химическими изменениями в торфе – происходит пептизация гуминовых кислот и переход их в растворенное состояние.

В качестве модельного основного раствора использовали раствор  $Hg(NO_3)_2 \times H_2O$  с  $pH \approx 4,5$ . Для регулирования величины  $pH$  использовали растворы азотной кислоты и едкого калия. Из основного раствора готовили рабочие растворы для изучения кинетики сорбции и построения изотермы сорбции в диапазоне концентраций от 2,0 до 1000  $mg/dm^3$ . Измерение концентрации  $Hg^{2+}$  в модельных растворах проводилось потенциометрическим методом с использованием ртуть-селективного электрода и электролитического ключа, заполненного калием азотнокислым.

Исследование кинетики сорбции показало, что в течение 5 минут происходит достаточно интенсивное снижение концентрации  $Hg^{2+}$  примерно в 2 раза, по сравнению с исходной концентрацией, после чего концентрация снижается плавно и не достигает равновесной концентрации в течение 3-4 часов с момента постановки эксперимента. На 4 сутки экспозиции содержание  $Hg^{2+}$  в растворе снизилось в 16 раз по отношению к первоначальной концентрации. Очевидно, что на процесс сорбции ртути торфом накладывается процесс гидролиза ионов ртути, который приводит к образованию нерастворимых гидроксокомплексов.

Таким образом, в результате исследования установлено, что торф в условиях слабокислой и кислой среды активно сорбирует ионы ртути. Применение торфяных сорбентов для санации очагов загрязнения почв и грунтов ртутью представляется целесообразным для кислых почв, участков размещения отходов, загрязненных ртутью и других территорий подвергшихся техногенным загрязнениям.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент В.В. Левинский

**САДЫРИН В.А.**

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

### **3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**SADYRIN V.A.**

Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev

### **3D MODELING OF THE PROCESS OF RECLIMATION OF OBJECTS OF THE MINING INDUSTRY**

Рекультивация земель – это процесс восстановления земель и водных ресурсов, плодородие которых было нарушено в результате человеческой деятельности. Зачастую, данные работы проводят после выработки местности горнодобывающими предприятиями.

Для того, чтобы горнодобывающие предприятия четко понимали суть предстоящей рекультивационной работы, необходимо воспользоваться движками визуализации объектов 3D моделей, чтобы выстроить карту местности по ортофотопланам.

В качестве инструментов моделирования могут выступать следующие программные средства:

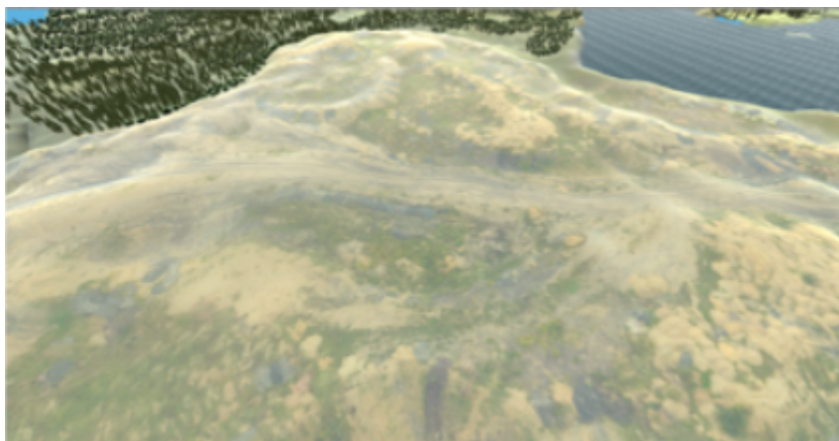
- Agisoft PhotoScan – приложение для генерации моделей в трехмерные формы из нескольких цифровых фотографий объектов, местности, зданий.
- PHOTOMOD – программа для обработки данных беспилотных воздушных систем. По результатам стерео-обработки блоков аэро и космических изображений строится цифровая модель рельефа — это гарантированно качественный ортофотоплан в высоком разрешении, предоставляющий также подробную информацию о рельефе местности для аналитических целей.
- Bentley MicroStation – группа продуктов MicroStation обеспечивает эффективность, универсальность для высокоточного просмотра, моделирования, документирования и визуализации 2D и 3D данных любого формата для специалистов любой отрасли и инфраструктурных проектов любого типа и масштаба. Данное решение позволяет осуществлять просмотр моделей BIM, IFC, DGN, DWG и i-model, а также облаков точек, растровых изображений и многих других производственных форматов.
- Micromine – это комплексное решение для создания трехмерных моделей месторождений, предлагающее средства их оценки, а также проектирования, оптимизации и планирования горных работ.
- AutoCAD – это программное обеспечение для проектирования, с помощью которого имеется возможность создания точных 2D- и 3D-чертежей автоматически.
- Игровой движок Unreal Engine 4, в котором реализована возможность моделирования виртуальной среды и, в том числе, проведения расчетов для прогнозирования изучаемого процесса.

Преимущества 3D моделей

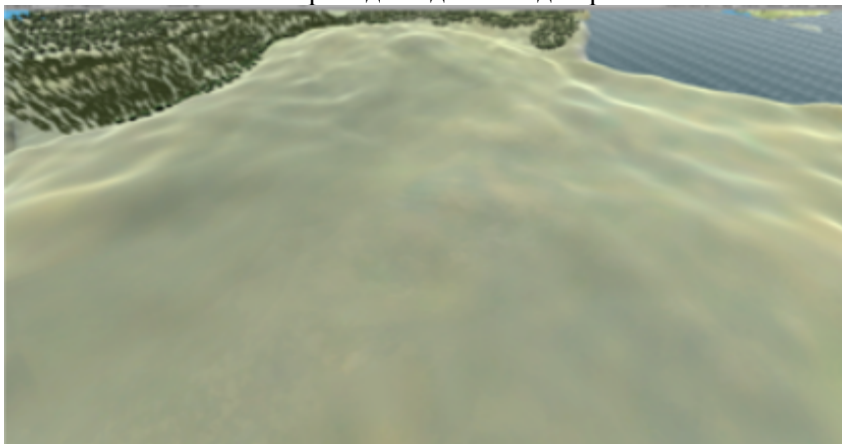
- Простота понимания с точки зрения рядового пользователя
- 3D модель позволяет представить любое изделие в пространстве
- Короткие сроки создания по сравнению с чертежами
- Исправление недочетов на стадии проектирования обходится дешевле
- Отсутствие необходимости в физическом прототипе

Демонстрация 3D модели рекультивации земель на примере разреза «Корчаковский»

1. Выработанные земли воссозданные по ортофотоплану



2. Восстановленная почва пригодная для посадки растительности



3. Рекультивированные земли



Таким образом можно понять, что технология 3D моделирования позволяет горнодобывающим компаниям планировать примерные финансовые и временные затраты, тем самым повысит прогнозируемость работ.

#### **Список литературы:**

1. Материалы сайта «Agisoft» [Электронный источник] – URL: <https://www.agisoft.com/> (дата обращения: 14.03.2021)
2. Материалы сайта «Программные решения в области геоинформатики, цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования» [Электронный источник] – URL: <https://rascurs.ru> (дата обращения: 15.03.2021)



4. Материалы сайта «MicroStation – программное обеспечение для моделирования, документирования и визуализации» [Электронный источник] –URL: <https://www.bentley.com/ru/products/brands/microstation> (дата обращения: 13.03.2021)
5. Материалы сайта «Micromine» [Электронный источник] – URL: <https://www.micromine.ru/>
6. Материалы сайта «Autodesk» [Электронный источник] – URL: <https://www.autodesk.ru> (дата обращения: 21.03.2021)
7. Материалы сайта «Epic Games» [Электронный источник] – URL: <https://www.unrealengine.com> (дата обращения: 17.03.2021)
8. Материалы сайта «studopedia.org» [Электронный источник] – URL: <https://studopedia.org/5-40533.html> (дата обращения: 22.03.2021)

**СЛАДКОВА А.Д.**  
Санкт-Петербургский горный университет

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

**SLADKOVA A.D.**  
Saint Petersburg Mining University

### **USING OF STEELMAKING SLAGS FOR WASTEWATER TREATMENT**

Одним из наиболее крупных отходов черной металлургии является шлак. На Новолипецком металлургическом комбинате этот отход образуется в количестве более двух миллион тонн ежегодно. Представленная работа посвящена актуальной теме утилизации сталеплавильных шлаков мелких фракций, образующихся в процессе производства стали конвертерным способом. Так как отход образуется в количестве порядка одного миллиона тонн в год, то его складирование представляет опасность для окружающей среды.

Цель работы – изучить свойства сталеплавильного шлака для выявления способностей к очистке сточных вод от различных компонентов. В процессе проведения исследований был исследован состав сталеплавильного шлака двух фракций, проведена съемка поверхности частиц, измерена удельная поверхность материала, насыпная и истинная плотности. Также для установления возможности использования фракций шлака в процессах очистки, был проведен анализ компонентов растворов после взаимодействия с материалом. По проведенным статическим экспериментам были определены компоненты, очистка от которых возможна при применении сталеплавильного шлака. В результате проведенных анализов было установлено, что две фракции шлака позволяют очищать растворы от катионов металлов, переводя их в нерастворимые гидроксиды за счет повышения водородного показателя. Было установлено оптимальное количество добавки шлака, для проведения очистки и время взаимодействия. Материал является безопасным для применения, так как концентрация компонентов в жидкой фазе, после взаимодействия с нейтральными и сильнокислыми растворами, не превышает нормативных значений качества вод централизованных систем питьевого водоснабжения.

При применении данного отхода в процессе очистки сточных вод от нескольких катионов металлов необходимо учитывать рН осаждения гидроксидов различных катионов, так как некоторые гидроксиды растворяются в сильнощелочном диапазоне. В следствие этого, оптимальным процессом является ступенчатая очистка воды с постепенным повышением изменением рН среды в сторону сильнощелочной. Применение шлака в процессах очистки сточных вод позволяет снизить нагрузку на компоненты окружающей среды и уменьшить плату за негативное воздействие.

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

СОЛОВЬЁВА Л.В.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва

## РАЗРАБОТКА МАГНИТОУПРАВЛЯЕМОГО СОРБЕНТА ИЗ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

SOLOVEVA L.V.

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

### DEVELOPMENT OF MAGNETICALLY CONTROLLED SORBENT FROM CARBON-CONTAINING AND ORGANIC WASTE

В данной работе представлена технология получения магнитоуправляемого сорбента из углеродсодержащих и органических отходов. Магнитную составляющую сорбента представляет магнетитовое ядро с накатанной на него оболочкой (сорбирующий материал).

В настоящее время в связи широким распространением использования нефти и ее продуктов возрастает и количество их разливов. По данным министерства энергетики в 2019 году на предприятиях топливно-энергетического комплекса произошло более 17 тысяч аварий с разливами нефти, из них 10,5 тысяч случаев на нефтепроводах. Степень негативного воздействия разливов нефти и нефтепродуктов на окружающую среду связана с высокой скоростью распространения нефти по водной поверхности, кроме того 1 тонна нефти распространяется на площадь около 12 км<sup>2</sup>, сложностью технологического процесса, проводимого при ликвидации последствий [1].

Наиболее перспективным способом очистки вод от углеводородов является сорбционный метод. В качестве сорбентов используют различные органические (торф, опилки, сельскохозяйственные отходы и др.) и неорганические (песок, цеолиты, туфы, пемза, различные виды глин и т.д.) материалы.

Применяемые на сегодня нефтесорбенты не всегда отвечают необходимым требованиям. Поэтому придание сорбентам магнитных свойств, позволит обеспечить высокую эффективность их применения за счет возможности управления ими на водной поверхности, а также более лёгкого способа сбора отработанного сорбента.

**Цель работы** – разработка процессов получения магнитного углеродного сорбента на основе углеродсодержащих промышленных отходов.

#### **Задачи работы:**

1. Рассмотреть возможность получения углеродных сорбентов на основе углеродсодержащих промышленных отходов, подбор сырья.
2. Разработать схему получения магнитного углеродного сорбента.
3. Получить образцы и изучить основные свойства полученных магнитных углеродных сорбентов.
4. Рассмотреть методы упрочнения магнитного углеродного сорбента.
5. Рассмотреть возможность применения полученных магнитных углеродных сорбентов в Арктических условиях.

В качестве основного компонента для получения сорбента возможно использование отходов угледобычи и углепереработки, отходов деревообрабатывающих предприятий, животноводческих отходов (навоз, помет), избыточного активного ила биологических очистных сооружений, получаемого при очистке сточных вод промышленных предприятий.

В качестве магнитного составляющего использовался магнетит, получаемый из золы сжигания углей, в состав которых входят зёрна кварца и глинистых минералов, частицы стекловидного материала, частицы новообразованных минералов, таких как муллит, магнетит, и частицы несгоревшего угля. Железо присутствует в углях, в большей степени, в составе минералов пирита (FeS<sub>2</sub>), сидерита (FeCO<sub>3</sub>), а также в форме железоорганических соединений. В процессе сжигания угля происходит термохимическое преобразование данных соединений в минерал магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Содержание магнетита в золе достигает 16%.

Находясь в расплавленном, распыленном и взвешенном в струе дымовых газов состоянии, капли магнетита приобретают форму шариков, размеры которых колеблются от 20 до 100 мкм. Они магнитны, что и является их отличительной особенностью.

С учётом ежегодного образования около 30 млн. т. золы и шлака на российских теплоэлектростанциях, ежегодное «производство» магнетитовых шариков составляет примерно десятки тысяч тонн [2].

**Методическая часть.** Для получения сорбентов необходимо смешать наполнитель и связующее (избыточный активный ил), добавки (в том числе магнетитовую часть) и сгранулировать.

Технологии гранулирования методом окатывания основаны на получении сферических гранул определенного состава при вращении на наклонной (тарельчатый или барабанный гранулятор) или неподвижной поверхности (роторный гранулятор). Для процесса окатывания характерна простота технологического процесса и высокая степень производительности.

В процессе окатывания происходит наложение смеси на твердые частицы тонкодисперсного материала. Наиболее важным фактором является влажность гранулируемой массы. При недостатке влаги преобладающим является механизм разрушения гранул. В обратном случае происходит заполнение пор, образуется жидкостная пленка, а когда твердые частицы полностью покрываются влагой происходит соединение гранул одного размера в агломераты. Достижение оптимального уровня влажности сырья приводит к равномерному сцеплению частиц материала с последующим образованием гранул преимущественно одинакового размера и прочности [3].

Процесс пиролиза – нагрев сырья без доступа воздуха с последующей углекислотной до получения углеродистого твердого остатка (карбонизата).

В результате пиролиза образуются четыре продукта:

- Газовая смесь (пирогаз).
- Подсмольная вода. Подсмольная вода содержит в себе уксусную кислоту, метанол, кетоны, фурфуролы, производные фурана и т. д.
- Углеродистый твердый остаток (собственно сорбент). Карбонизат обладает высокой химической чистотой и довольно низким содержанием серы, фосфора и других зольных элементов в отличие от каменных углей и кокса. Кроме углерода он содержит некоторое количество водорода (до 3,5 %) и кислорода (до 15,5 %).

Количественный и качественный выход продуктов зависят от таких факторов как состав сырья, температура процесса, скорость нагрева, наличия катализаторов разложения и т.д.

Более рациональным является использование режима медленного нагрева сырья. При данном способе нагрева влажность оказывает значительно меньшее влияние, так как достаточно времени для её испарения до взаимодействия с углеродом сырья.

Свойства нефтесорбента анализировали на: содержание влаги, прочность на сжатие, нефтеемкость, зольность, плавучесть, выход летучих веществ, плотность.

При определении содержания влаги руководствовались ГОСТ 12597 «Сорбенты. Метод определения массовой доли воды в активных углях и катализаторах на их основе», зольность – по ГОСТ 12596 «Угли активные. Метод определения массовой доли золы», выход летучих веществ – ГОСТ 6382 «Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ».

Для определения прочности на сжатие использовали лабораторные двучашечные весы. Под одну из чаш весов клали гранулу, после чего на чашу аккуратно помещали гири различных масс. Постепенно нагрузку на образец увеличивали, пока гранула не разрушится. Первоначальное значение – 100 г, каждый раз добавляли по 50 г.

Для определения зависимости силы притяжения разрабатываемых нефтесорбентов с различным содержанием магнетита от расстояния до магнита использовали линейку с делениями, неодимовый магнит (квадратной формы серии 25x25x8 №96, массой 67 г и силой на отрыв 16 кг). На 0 деление линейки прикладывали магнит, по шкале линейки определяли

максимальное расстояние от магнита до образца сорбента, когда последний под воздействием магнитного поля притягивается к магниту.

Чтобы определить влагоёмкость, пять образцов предварительно взвешенных гранул сорбента погружали в воду и фиксировали массу каждого образца через 1, 3, 7, 10, 15 минут, высчитывали среднее значение.

Для оценки работы эффективности нефтесорбента был проведен опыт по сорбции нефти целевым продуктом. Для имитации разлива нефтепродуктов в водных объектах использовали емкость объемом 200 мл, наполненную 50 мл дистиллированной воды. В качестве загрязняющего компонента применяли нефть с исходной концентрацией в воде 0,1 г/мл. Процесс сорбции проводили при температуре 298 К.

В работе использовали метод статической сорбции. Эксперимент проводили путем добавления к нефти сорбента, таким образом, чтобы он находился на границе раздела фаз вода/нефть. Через каждые 10 минут, сорбент извлекали, подвергали сушке при температуре 100 °С (при этом вода испаряется, а компоненты нефти улетучиваются незначительно).

**Обсуждение результатов.** Характеристики полученных сорбентов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики нефтесорбента

Параметр	Значение
Влажность, %	1,80±0,02
Зольность, %	28,6±1,3
Нефтеемкость, г/г	3,00±0,10
Влагоемкость, г/г	1,60±0,02
Выход летучих веществ, %	33,3±2,0
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	345,0±8,0
Прочность на сжатие, г/гранула	610,0±30,0
Плавуемость, сут.	Более 20

Для определения зависимости между количеством поглощённой нефти сорбентом за определённый промежуток времени построили кинетическую кривую (рис. 1).

При помещении сорбента на водную поверхность, основная сорбция, более 60%, происходит в течение первых 2-х минут, затем величина сорбции изменяется незначительно. Полная сорбция нефти происходит после 7-минутного взаимодействия сорбата с адсорбтивом.

Из полученных экспериментальных данных установлено, что предельная адсорбция на магнитном нефтесорбенте составила 3 г/г, а на обычном – 4,3 г/г и после добавления минеральных присадок 1,56 г/г. Понижение нефтеемкости связано с добавлением в состав сорбента магнетита, частицы которого замедляют внутреннюю диффузию и, следовательно, проникновение нефти в поры сорбента и минеральных присадок, которые за счёт увеличения минеральной составляющей увеличивают плотность сорбента и уменьшают его удельную поверхность.

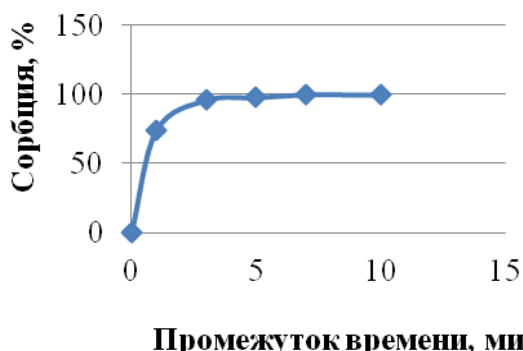


Рисунок 1 – Зависимость между количеством поглощенной нефти сорбентом за определенный промежуток времени

Сорбция нефти наблюдается сразу же после её соприкосновения с сорбентом, который довольно прочно удерживает нефтепродукт и не позволяет нефти расплываться по воде

(рис. 2). Исследования показали, что разработанный нефтесорбент может применяться и в статических и в динамических условиях очистки вод.

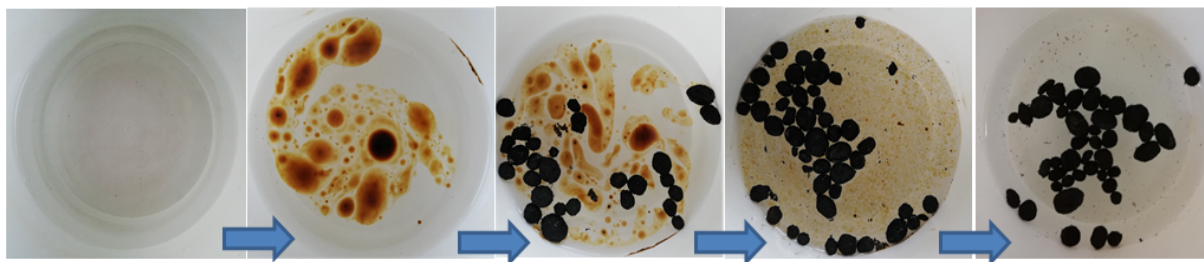


Рисунок 2 – Стадии сбора нефтепродуктов с поверхности вод нефтесорбентом

**Применение нефтесорбентов.** Так как основной задачей нефтесорбентов является устранение аварийных разливов нефти и её продуктов, следовательно, они могут продаваться предприятиям нефтегазового комплекса (ПАО «Газпром», ОАО «Сургутнефтегаз» и т.д.); компаниям, занимающихся экологическим сопровождением предприятий (например, ООО «Ликвидсервис»), ликвидацией аварийных разливов нефти (ООО «ОДС РТ», ООО «АСФ «Сервис Безопасности» и т.д.), а также промышленным предприятиям для очистки сточных вод.

Ликвидация нефтеразливов при помощи сорбентов возможна и в экстремальных условиях Арктики. Может осуществляться двумя способами:

Первый способ предполагает два предварительно пробуренные отверстия (скважины), в одно из которых помещается грузоподъемный электромагнит дистанционного управления, в другое магнитный сорбент. Как только сорбент проходит сквозь толщу льда и попадает в водное пространство, он распределяется в нем и ликвидирует разлив. После поглощения в себя нефти, электромагнит притягивает отработанный сорбент.

Второй способ подразумевает пробуренные отверстия (скважины) в одно из которых помещается сорбент, в другое же вставлена двойная труба со шнеком преимущественно из пластика, между стенками которой установлен магнитный каркас, за счет вращения шнека и действия магнитных свойств отработанный сорбент притягивается и извлекается с водной поверхности для дальнейшей регенерации [4].

**Выводы.** Разработанный магнитный нефтесорбент из отходов промышленных предприятий позволяет ликвидировать разливы нефти с высокой эффективностью. Сорбент актуален не только для экстремальных условий Арктики и районов Крайнего Севера, но и для любых территорий с отрицательными температурами и наличием льда на водной поверхности.

После использования может быть утилизирован несколькими способами, к примеру сжигание в качестве топлива для получения тепловой энергии – способ, который вместо затрат может принести финансовый доход.

#### Список литературы:

1. Квашева Е. А., Левченко А. А., Ушаков А. Г. Сорбция нефти магнитными углеродными сорбентами на границе раздела фаз нефть-вода // II Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения», – 2017. – 8 с.
2. Черепова А. Е Зола сжигания углей – источник магнитных сорбентов // Материалы X Всероссийской научно – практической конференции «Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, – 2019. – С. 69 – 71
3. Черепова А. Е., Ушакова Е. С. Нанесение сорбирующего материала на ядро сорбента // XI Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Россия Молодая» (16 - 19 апреля 2019 г.) – Кемерово: КузГТУ, – 2019. – С. 19 – 22

4. Черепова А. Е., Ушакова Е. С. Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов при помощи сорбентов в арктических условиях // Труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых учёных. – Томск: ТПУ. – 1 Т. 2020. – С. 649-650.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Е. С. Ушакова

**СОНИН П.В.**

Кузбасский Государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

## **ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**SONIN P.V.**

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

## **THE PROBLEM WITH PROGNOSING OF THE MINING INDUSTRY OBJECTS REKULTIVATION**

В данной работе представлено обоснование наличия проблемы в области рекультивации объектов горнодобывающей промышленности. Однако, для общего понимания вопроса, начать стоит с самого определения термина.

Рекультивация земель – это процесс восстановления земель и водных ресурсов, плодородие которых было нарушено в результате человеческой деятельности. В частном случае, в ходе работ горнодобывающих предприятий.

Целью рекультивации является полное или частичное восстановление первоначального ландшафта и плодородия почвы. Рекультивация проводится в 2 этапа:

1. Технический этап проводится горнодобывающими предприятиями и представляет собой реализацию инженерно-технической части проекта восстановления земель. То есть, восстановление первоначального рельефа, нанесение плодородного слоя почвы на рекультивируемую поверхность, а также строительство осушительной и водоподводящей сети каналов и устройство противоэрозионных сооружений.

2. Биологический этап, проводимый специализированными предприятиями лесохозяйственного или сельскохозяйственного профиля, подразумевает под собой озеленение, лесное строительство, биологическую очистку почв и другие мероприятия, направленные на восстановление процессов почвообразования.

Согласно п.1 ст. 12 Земельного Кодекса РФ, целью охраны земель является обеспечение улучшения и восстановления подвергшихся вредным воздействиям земель. К сожалению, несмотря на то, что согласно действующему законодательству, а именно, требованиям «Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», ст. 34, 39 № 7-ФЗ, ГОСТ 17.5.3.04-83, предприятие обязано восстановить нарушенные земли. В соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.3.04-83, лицо или предприятие, деятельность которых привела к нарушению плодородности и первоначального вида земель, обязано провести рекультивацию пострадавшей территории, многие предприятия не выполняют данное требование в связи с тем, что процедура дорога и сложна в прогнозировании. Доказательством этого можно считать статистику на сайте Росстата о нарушенных и рекультивированных землях. Согласно ей, площадь нарушенных земель растет быстрее площади рекультивированных, что создает экологическую проблему. Наглядно это отображено на рисунке 1. Кроме того, ситуация имеет низкий уровень государственного мониторинга.



Рисунок 1 – Статистика нарушенных и рекультивированных земель по России

Одним из возможных решений может послужить использование современных цифровых технологий в областях компьютерного 3D моделирования и нейронных сетей. Так, например, с помощью движка визуализации Unity и ортофотоплана объекта в 3D модели был воссоздан разрез «Корчакольский» с полным повторением ландшафта. Фрагмент модели изображен на рисунке 2:

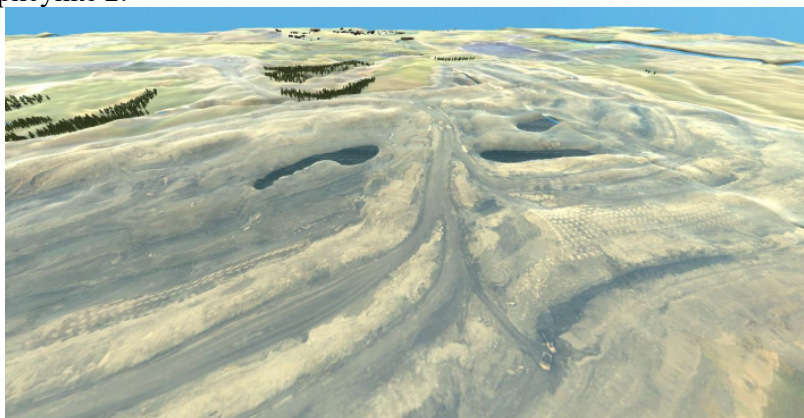


Рисунок 2 – Фрагмент 3D модели разреза «Корчакольский»

Усовершенствовав технологию моделирования с применением искусственных нейронных сетей, возможно реализовать создание наглядной демонстрации процесса и спрогнозировать примерные временные и финансовые затраты, тем самым снизив неопределенность, что, в свою очередь, станет стимулирующим фактором для предприятий в проведении рекультивации.

#### **Список литературы:**

1. Руководство: Creating and Using Materials [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/Materials.html>, свободный (дата обращения 12.03.2021)
2. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ. Статья 34 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/ddc0e897eb549460b7ccb5f47c2558ae829611bf/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ddc0e897eb549460b7ccb5f47c2558ae829611bf/), свободный (дата обращения 12.03.2021)
3. Сведения о рекультивации земель [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_52009/060d76d12a7de71f0cb4d00eab1a25ef873213d2/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52009/060d76d12a7de71f0cb4d00eab1a25ef873213d2/), свободный (дата обращения 12.03.2021)

**Научный руководитель:** ст. преподаватель А.А. Тайлакова

**TARAMOV Ю.Х.**

Грозненский государственный нефтяной технический университет  
имени академика М.Д. Миллионщикова

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ**

**TARAMOV Yu.Kh.**

Grozny State Oil Technical University  
named after acad. M.D. Millionshchikov

## **LEARNING TECHNOLOGIES FOR PROCESSING SOLID DOMESTIC WASTE ON A POLYMER BASIS**

**Аннотация:** Во всех развитых странах существуют и являются весьма значимыми проблемы, связанные с ростом количества твердых бытовых отходов. Различные виды пластиковых отходов, автомобильных шин и других материалов на полимерной основе, относящихся к категории вторичного сырья, отравляют воздух, почву и водоемы городов. В качестве основного способа переработки таких отходов традиционно принято использовать утилизацию в виде сжигания либо захоронения. Авторами в статье рассматриваются альтернативные варианты переработки отходов жизнедеятельности человека, использования вторичного сырья, в частности переработка твердых бытовых отходов, с получением товарных продуктов.

**Ключевые слова:** Отходы, утилизация, переработка, пластик, синтетическая нефть, топливо.

Как известно, запасы нефти органического происхождения не безграничны. Во всем мире в поисках новых месторождений переходят от суши к морю, в то же время ищут альтернативные способы удовлетворения растущих потребностей в энергоносителях. В настоящее время в промышленности и технике широко используются традиционные виды топлива: бензин, керосин, дизельное топливо, сжиженный газ (СПГ), метан.

В связи с обострением экологической ситуации во всем мире стал вопрос о поиске эффективных способов утилизации бытовых отходов. Одним из таких способов может быть предложенный нами способ переработки отходов с получением, в виде конечного продукта, энергоносителя из пластики. (Рис.1)

Пластик – это, прежде всего мусор, причем экологически вредный и долгое время практически не перерабатываемый. В 2005 году японские ученые предложили технологию утилизации пластиковых отходов и получения из них нефти-сырца. Однако первыми в 2009 году промышленную линию Envion Oil Generator создали в США, что позволило в национальном масштабе генерировать ежегодно более 150 млн. баррелей синтетической нефти. Из 1 тонны пластикового сырья по технологии Envion Oil Generator, получается 500-600 литров высококачественной синтетической нефти, легких или средних фракций.

Во многих странах планируют приступить к переработке пластиковых отходов, но реально внедряют новые технологии в этой сфере лишь считанные страны. Одна из них – Израиль. По приблизительным подсчетам население Израиля ежедневно выбрасывает в мусорные ящики – общие или специальные, 1500 тонн пластиковых отходов. [1]

Полимеры – вещества, состоящие из повторяющихся групп атомов (звеньев), из которых собираются длинные макромолекулы (полистирол, поливинилденхлорид, целлулоид). Такие звенья соединены между собой цепочками, посредством химических связей. Материалы на полимерной основе в большинстве случаев применяются в производстве упаковочных и конструкционных материалов. Отличительной особенностью таких материалов является их низкая способность к разложению. Уровень использования полимерных материалов в России один из самых высоких по всему миру, а степень утилизации и переработки подобных материалов – низкая. Отсюда следует, что проблема загрязненности окружающей среды отходами из полимерных материалов стоит намного острее, чем в других развитых странах.



С учетом постоянного прироста населения, можно смело сказать, что спрос на упаковочные материалы на полимерной основе будет только расти. Эта зависимость прямо пропорционально пищевым и другим производствам, число которых неуклонно увеличивается из года в год. Следовательно, уровень загрязнения природы также поднимется вверх [2].

К категории отраслей, загрязняющих окружающую среду такого рода отходами, является водный транспорт. Сюда же нужно отнести отходы производства и эксплуатации судов различного назначения, образующихся в процессе транспортировки пассажиров и грузов. Помимо вышперечисленных, источником образования отходов являются сами суда, списанные из процесса эксплуатации. В производстве судов львиную долю отходов составляет металл. Однако, помимо металлических отходов присутствуют в данном производстве отходы из других сопровождающих материалов (например, пластмассы). Если брать в процентном соотношении количество отходов из полимерных материалов невелико, то в абсолютном исчислении количество отходов из них является значительным в силу того, что судно вообще представляет собой очень материалоемкое сооружение. В процессе эксплуатации судов также образуются отходы из полимерных материалов в виде обрывов тросов и сетей, пластиковой упаковки грузов, продуктов питания и других отходов на полипропиленовой основе [3]

Интерес к переработке твердых бытовых отходов, прежде всего, перерабатывающими предприятиями оценивается с точки зрения экономической выгоды проведения процесса. Цена на вторичное сырье специалисты определяют на основании следующих особенностей, таких как степень переработки сырья и цвет пластиковых материалов. Натуральный и белый материал оценивается гораздо выше, чем цветной. Помимо этого, на стоимость влияет еще и вид материала – прессованная форма, дробленка, агломерат и в виде гранул. Стоимость гранулированного сырья гораздо выше, чем у других видов. Также на стоимость полимерных материалов влияет степень их чистоты и однородности материала. Проблем связанных с утилизацией полимерных отходов, достаточно много. Прежде всего, необходимо организовать сбор, сортировку и первичную обработку ТБО (мусора). Также необходимо учитывать систему цен на вторичное сырье, которая является стимулятором для предприятий по переработке отходов, учитывать необходимость конструирования или закупки специального оборудования для переработки ТБО, разработку номенклатуры продукции, получаемых из вторичного полимерного сырья и др. Эти проблемы имеют свои специфические особенности, но в то же время являются вполне разрешимыми.

В настоящее время в некоторых развитых странах сконструированы и успешно применяются установки по автоматической сортировке ТБО.

В некоторых странах изобретателями разработана и используется техника для автоматической сортировки отходов. Особенностью такой техники является наличие на ней системы оптического распознавания различного рода материалов. Возможность распознавания материалов по цвету и химическому составу позволит эффективно применять такие технологии на промышленных предприятиях. В последние годы проблеме утилизации и переработке твердых бытовых отходов в нашей стране уделяется особое внимание. Акцентирование внимания к данной проблеме со стороны государства дает возможность извлекать пользу от утилизации ТБО и получения энергетического сырья от вторичной переработки. На основании сказанного можно сделать вывод, что наиболее перспективными являются, на данном этапе развития промышленности, методы оптической сортировки отходов с последующим получением из полученного сырья товарных продуктов. Автоматическая сортировка отходов с использованием оптического эффекта для разделения отходов применяется в оборудовании некоторых производителей, как в странах Европы, так и некоторых азиатских странах. Используемое оборудование ориентировано на сортировку отдельно собранных отходов. В России, так как нет отдельного сбора мусора, актуален вопрос применения такой технологии для смешанных ТБО. Еще одна исследовательская задача, которая может быть решена с использованием линий оптико-механической сортировки – это исследования состава пластиковых отходов. Наличие данных о компонентном составе твердых бытовых отходов по каждому региону отдельно взятых, дают возможность оценить перспективные объемы извлечения вторичного сырья. Также появляется возможность сделать предварительную оценку качества вторичного сырья, предполагаемого получить в процессе переработки отходов [4].

Анализ и исследования компонентного состава твердых бытовых отходов с момента объявления президентом страны 2017 год годом экологии приобрели особый статус. Исследования в этой области становятся актуальными практически во всех отраслях промышленности, так как доказана разными исследователями возможность разработки технологий использования их ресурсного потенциала. В связи с этим возникает потребность в оптимизации таких исследований как с точки зрения минимизации временных, трудовых и финансовых затрат, так и с точки зрения повышения достоверности и точности результатов. Использование линий автоматической сортировки отходов для оценки процентного содержания отдельных компонентов в ТБО – перспективное направление исследований.

Использование автоматической селективной сортировки отходов, с использованием элементов оптического распознавания материалов в нашей стране сдерживается рядом факторов. В первую очередь, это отличительные особенности материалов по химическому составу, производимых в нашей стране по сравнению с их зарубежными аналогами. Это приводит к тому, что оптические датчики не запрограммированы на распознавание такого рода материалов. Во вторую очередь до сих пор не разработана технология селективного отбора материалов из общего потока смешанных ТБО, характерных для населенных пунктов нашей страны. В то же время в Европе и некоторых других странах преобладает отдельный сбор мусора.

Наряду с этими факторами, к сожалению, все еще не внедряются промышленные способы переработки ТБО с последующим получением вторичного сырья. Весь интерес, к такого рода процессам, основан на интересах отдельных исследователей или группы энтузиастов, которые занимаются получением вторичного сырья из полиэтилена, пластика, использованных крышек автомобилей и другого сырья. Имеется множество фактов переработки пластиковых бутылок и других отходов на территории России, с последующим получением продукции для дальнейшей переработки. Исходя из тех фактов, что отходов целые горы, а переработкой отходов в полезное сырье занимаются единицы, то проявление интереса к виду топлива получаемому из отходов вполне обоснованно.

Авторами предлагается способ переработки твердых бытовых отходов с последующим получением синтетической нефти.

Технологический процесс получения продукта состоит в следующем:

в емкость 1 загружаются перерабатываемые пластик, резина, синтетические материалы и т.п. После этого загрузочная емкость (1) плотно закрывается. Система конденсирования (2) должна быть заполнена необходимым объемом охлаждающей жидкости. Фильтр для очистки газа также до определенного уровня заполняется водой. Запорная арматура (8,9) в начале технологического процесса должна быть закрыта, кран (6) в течение всего процесса открыт. Старт процесса осуществляется с подводом дополнительного энергоносителя (ПДЭ). В качестве энергоносителя может быть использован горючий газ или электрический ток. В емкости (1) загруженный материал постепенно в результате нагрева переходит в вязкотекучее и газообразное состояние. Далее парогазовая смесь поступает в систему охлаждения (2), где распадается на газообразную и жидкую фазу. Жидкая составляющая перетекает в емкость конечной продукции (5), а парогазовая смесь, проходя фильтр очистки (4) подается на газовую горелку (3) и перекрывается кран (7) на ПДЭ. Далее система полностью переходит на замкнутый цикл.

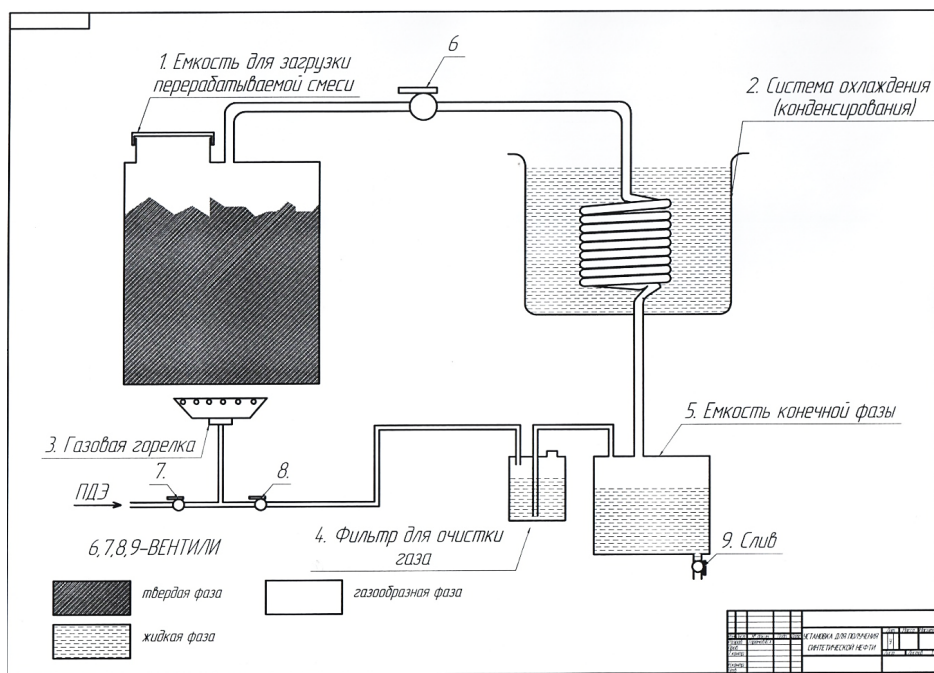


Рисунок 1 – Установка для получения синтетической нефти.

1-емкость для загрузки перерабатываемой смеси. 2-система конденсирования. 3-фильтр очистки газа. 4-газовая горелка. 5-емкость конечной фазы. 6,7,8,9 вентили.

Конечный продукт представляет собой, горючую темно-зеленоватую жидкость. Эта жидкость без дальнейшей переработки может быть использована в качестве топлива для печей подогрева, после дополнительной переработки для ДВС.

В таблице 1 показан годовой уровень накопления и использования основных видов отходов в РФ, уровень утилизации которых относительно невысок.

В последнее время в связи с повышением экологических требований начали появляться предприятия по сбору вторсырья. (Рис.2)



Рисунок 2 – Пластиковые бутылки

Таблица 1 – Годовой уровень накопления и использования основных видов отходов в РФ [5]

Отход	Объем образования, млн. т	Уровень утилизации %	Основной целевой продукт	Для вторичного сырья в целевом продукте по факту, %
Покрышки автомобильные	1	4,7	Резиновые изделия, металл	3,6
Полимеры	0,71	12	Термопласты	4,2

На наш взгляд, такая форма утилизации резиновых и пластиковых отходов явилась бы решением нескольких проблем. Во-первых, ликвидация пластиковых и резиновых отходов, во-вторых, получение полезного продукта, в частности синтетической нефти, которую можно переработать до товарного топлива для двигателей внутреннего сгорания.

### Список литературы:

1. <http://stop-news.com/sobytiya-i-fakty/neft-iz-plastikovyh-othodov-po-izrailskoy-tehnologii>.
2. Решняк В.И., Витязева О.В. Исследование возможности утилизации пластиковых отходов, образующихся на объектах водного транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, 2016. № 3 (37). С. 45-51.
3. Откидычев В.В. Топливо из отходов // Энергетика, 2019. № 2. С. 56-60.
4. Оптико-механическая сортировка отходов: перспективы использования / Г.В. Ильиных, Д.Л. Борисов, Ю.В. Куликова, В.Н. Коротаяев // Твердые бытовые отходы, 2013. № 10. С. 35-39.
5. <https://cyberleninka.ru/article/v/pererabotka-othodov-proizvodstva-i-potrebleniya-s-ispolzovaniem-ih-resursnogo-potentsiala>

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент, А.А. Эльмурзаев

**ТАРГАНОВ И.Е.**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

### **РАСТВОРЕНИЕ РЕНИЙСОДЕРЖАЩИХ ШЛИФОТХОДОВ СУПЕРСПЛАВА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ**

**TARGANOV I.E.**

D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

### **DISSOLUTION OF RHENIUM-CONTAINING GRINDING WASTE SUPERALLOYS ON NICKEL BASED**

В работе определены оптимальные параметры реагентного растворения ренийсодержащих шлифотходов суперсплава ЖС-32ВИ на основе никеля.

Рений является одним из самых редких и ценных элементов земной коры. Он используется только в тех областях, где его нельзя заменить. Около 70% производимого в мире рения применяется для получения жаропрочных сплавов. Рений имеет относительно низкие объемы производства, хотя спрос на этот металл продолжает расти. Переработка вторичного сырья, позволяющая частично решить эту проблему, предполагает и рециклинг суперсплавов, методы которого описаны, в основном, применительно к кусковым отходам [1, 2], информация же по переработке порошкообразных шлифотходов, образующихся при механической обработке готовых деталей, ограничена.

В работе были использованы шлифотходы ренийсодержащего жаропрочного никелевого сплава (ЖНС) второго поколения. Содержание рения в используемом сплаве составляло 4 % масс. Основа сплава – никель, его содержание не менее 60 % масс. Основными легирующими примесями являются кобальт, вольфрам, алюминий и хром, содержание этих элементов в сплаве не более 30 % масс.

Несмотря на то, что электрохимический метод является одним из наиболее оптимальных способов переработки таких суперсплавов, в работе использовали реагентное растворение, поскольку порошкообразное состояние шлифотходов требует дополнительной операции подготовки для его использования.

Было опробовано два типа гидрохимического растворения шлифотходов ренийсодержащих ЖНС: растворение основы сплава (никеля) с концентрированием таких тугоплавких элементов как рений, ниобий и тантал, и окислительное с использованием пероксида водорода. Изучено влияние концентрации кислоты и окислителя, соотношения фаз и температуры проведения на степень растворения наиболее ценных компонентов сплава.

Опыты по растворению шлифотходов при комнатной температуре показали, что применение соляной кислоты не приводит к количественному растворению основы сплава. Так, за один контакт (4 ч) шлифотходов с 5М HCl при соотношениях фаз Т:Ж=1:10 и 1:50 степень извлечения никелевой основы сплава составила 4,1 и 6,6 %, соответственно. Проведение растворения в аналогичных условиях в растворе серной кислоты (5 М) позволило увеличить степень извлечения никелевой основы до 18,5 и 23,3 % при тех же соотношениях фаз. Таким образом, осуществление процесса с использованием серной кислоты при комнатной температуре позволяет получить значения степени извлечения никелевой основы в ~4 раза большие, чем при использовании соляной кислоты.

Температура проведения процесса является важным параметром повышения эффективности растворения. С одной стороны, ее увеличение оказывает положительный вклад в увеличение степени извлечения, с другой, слишком высокое ее значение может привести к повышенному расходу энергии.

Эксперименты по поиску оптимального значения температуры проведения процесса проводили в статических условиях в течение 6 ч при использовании серной кислоты, соотношении фаз 1:10. Результаты представлены на рисунке.

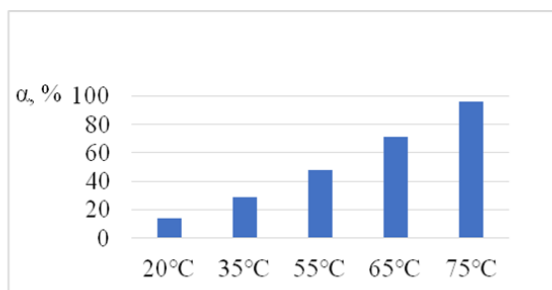


Рисунок 1 – Влияние температуры на степень извлечения никелевой основы

Таким образом, проведение процесса растворения при температуре 75°C позволяет на 95,9 % избавиться от никелевой основы. Твердым остатком растворения является концентрат тугоплавких элементов (рения, тантала и ниобия).

Повышение температуры проведения процесса выше 75 °С не является оправданным, поскольку дальнейшее ее увеличение приводит к повышению степени извлечения рения в раствор.

Растворение шлифотходов раствором серной кислоты в присутствии окислителя показало лучшие значения степени извлечения рения в раствор. Полученные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты окислительного выщелачивания рения серной кислотой из шлифотходов

Смесь	V, мл	Условия	Т:Ж	C <sub>(Re)</sub> , мг/л	α <sub>(Re)</sub> , %
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5M)+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%)	40+10	Кипячение 40 мин	1:100	255	73
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (3M)+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%)	40+10	Кипячение 40 мин	1:100	244	69,7
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (3M)+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%)	35+15	Перемешивание 4ч	1:50	240	34,3
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5M)+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%)	40+10	Перемешивание 4ч	1:100	130	37,1

Расчетные значения степени извлечения рения из шлифотходов ЖНС при использовании раствора смеси серной кислоты и пероксида водорода оказались меньше, чем при использовании соляной кислоты в аналогичной смеси. Однако высокие значения степени извлечения рения наблюдаются при предварительном кипячении реакционной смеси перед добавлением окислителя. Таким образом, применение смеси HCl+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> имеет отрицательное влияние на коррозионную стойкость оборудования. Проведение двухстадийного окислительного выщелачивания рения из шлифотходов смесью серной кислоты и пероксида водорода, с концентрациями 3М и 30 %, соответственно, и предварительным кипячением предпочтительно.

### **Список литературы:**

1. Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмарев А.М., Костылев А.И. Технология рения. М. : ООО «Галлея-Принт», 2015. 329 с.
2. Касиков, А. Г., Петрова А.М. Рециклинг рения: Монография / М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2014. 95 с.

**Научный руководитель:** д.т.н. профессор И.Д. Трошкина

**ЧИРКОВА Ю.Л.**

Удмуртский государственный университет

### **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВОК ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СБРОСА ВОДЫ**

**CHIRKOVA Y.L.**

Udmurt State University

### **TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF RETURNING AND UTILIZATION OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS USING PRELIMINARY WATER DISCHARGE PLANTS**

В исследовании отраслевого информационно-аналитического центра Rures, специализирующегося на вопросах газопереработки и нефтехимии, отмечено, что наибольший вклад в повышение уровня утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) в России внесло «цивилизованное сжигание» нефтяного газа, то есть промышленная энергетика как наименее затратный способ полезного использования ПНГ [1].

На сегодняшний день существуют различные методы утилизации ПНГ. Они позволяют добывающим и транспортирующим компаниям отказаться от сжигания этого ценного ресурса. Выбор варианта переработки ПНГ зависит от размера и характеристик месторождения нефти.

Рассмотрим на примере малой нефтяной компании, расположенной на территории Удмуртской Республики, использование попутного нефтяного газа для обогрева близлежащего населенного пункта с помощью установки предварительного сброса воды (УПСВ).

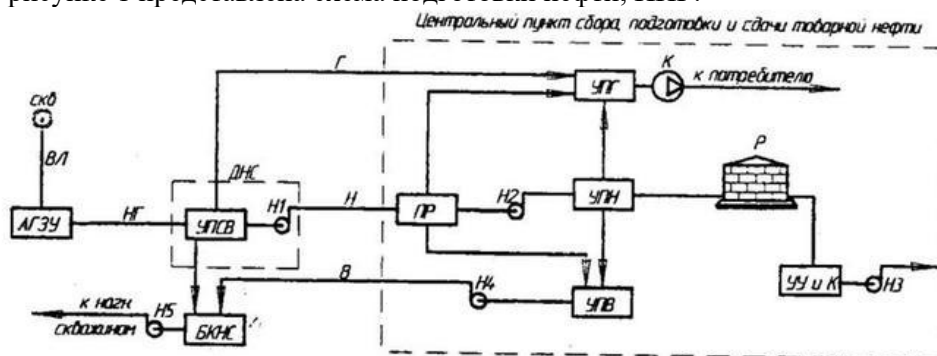
УПСВ – установка для отделения от нефти пластовой воды и попутного газа, а также подогрева нефти и приращение удельной энергии потока добываемой нефти (дожим) до следующей системы подготовки нефти. На УПСВ жидкость проходит последовательно две или более ступени сепарации, одну ступень или более деэмульсации. На разных этапах подготовки в жидкость подаются реагенты – деэмульгаторы, ингибиторы гидратообразования, ингибиторы солеотложения, ингибиторы коррозии. Попутный газ с обеих ступеней сепарации подается на узел осушки газа, а затем потребителю (печи, котельные и др.).

Разгазированная жидкость нагревается в печах подогрева нефти до 70 °С, затем поступает в отстойник, где происходит разрушение водонефтяной эмульсии, гравитационный отстой нефти и отдельный вывод воды и нефти. Нефть поступает на концевую ступень сепарации.

Жидкость с конечной ступени сепарации поступает в резервуарный парк, где происходит дальнейшее отделение механических примесей и предварительный сброс воды с подачей её в систему поддержания пластового давления. Для поддержания давления в пласту используют блочную кустовую насосную станцию или модульную кустовую насосную станцию для закачки рабочего агента в пласт. В качестве рабочего агента может использоваться как отделённая пластовая вода на УПСВ, так и пресная из озёр и рек, сточная вода, специальные химические реагенты. Вода с насосных станций поступает на водораспределительные батареи, а оттуда подается в нагнетательные скважины под высоким давлением.

Далее нефть поступает на последующие стадии подготовки и переработки нефти, такие как установка подготовки нефти, затем на пункт сдачи нефти или нефтеперерабатывающий завод [2].

На рисунке 1 представлена схема подготовки нефти, ПНГ.



АГЗУ – автоматическая групповая замерная установка; УПСВ – установка предварительного сброса воды; БКНС – блочная кустовая насосная станция; ПР – предварительное разделение; УПГ – установка подготовки газа; УПН – установка подготовки нефти; УПВ – установка подготовки воды; УУ и К – узел учета и контроля

Рисунок 1 – Схема подготовки нефти, ПНГ

Рассмотрим механизм взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду при 100% и 5% сжигании ПНГ [3, 4]. Сводные расчеты по факельному сжиганию и утилизации ПНГ рассматриваемой малой нефтяной компании представлены в таблице 1, при условии наличия средств измерений и (или) технических систем и устройств с измерительными функциями.

Таблица 1 – Данные о плате за негативное воздействие на окружающую среду при факельном сжигании и утилизации ПНГ (1095000 т/год)

	100 % сжигание до 2020 г.	100 % сжигание с 2020 г.	5 % сжигание	100 % утилизация
Повышающий коэффициент	25	100	–	–
Сумма платы, тыс. руб./год	76 869 000	118 260 000	54,750+172*	181

Примечание. \* – с учетом платы за негативное воздействие на окружающую среду при сжигании ПНГ в котельной для нужд близлежащего населенного пункта.

Результаты расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду в результате сжигания ПНГ в котельной для нужд отопления близлежащего населенного пункта, которая рассчитывается по методике выбросов загрязняющих веществ от котельных, приведены в таблице 2 [5].

Таблица 2 – Данные о плате за негативное воздействие на окружающую среду в результате сжигания ПНГ в котельной для нужд отопления близлежащего населенного пункта (1095000 т/год)

	5 % сжигание	100 % утилизация
Сумма платы, тыс. руб./год	172005,58	181058,64

При покупке природного газа из газораспределительной сети в количестве 112 072 м<sup>3</sup> (1095000 т), для отопления близлежащего населенного пункта, затраты составят 614154,56 руб. [6]. Но, предприятию-потребителю дополнительно необходимо будет внести плату за негативное воздействие на окружающую среду в размере 181058,64 руб. (при 100% утилизации ПНГ). Примерные расходы, связанные с обогревом зданий и сооружений газом, получаемом из газораспределительной сети, составят 795213,20 руб.



Кроме того, необходимо отметить следующее, что 1095000 т осушенного ПНГ в отопительный сезон позволит обогреть 20 жилых домов площадью 150 м<sup>3</sup>.

Следовательно, использование ПНГ для обогрева зданий и сооружений приносит выгоду (траты составят только плату за негативное воздействие на окружающую среду без учета эксплуатации УПСВ, т.к. ПНГ является побочным продуктом нефтепереработки).

Стоимость проектирования УПСВ достаточно велика, и поддержка ее в работоспособном состоянии тоже стоит больших затрат. Но наличие данных установок позволяет создавать замкнутые производственные циклы, снижать количество выбросов в атмосферу, снижать потребление пресной воды. Использование ПНГ для собственных нужд или для нужд близлежащих населенных пунктов позволит повысить эффективность процесса добычи нефти и уменьшить негативные последствия в районах нефтедобычи [7].

#### **Список литературы:**

1. <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-june/1715822>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
3. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
4. Постановление Правительства РФ от 08.11.2012 N 1148 «Об особенностях исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду при выбросах в атмосферный воздух загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа».
5. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».
6. Приказ Министерства строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Удмуртской Республики № 12/11 от 16.06.2020 «О ценах на природный газ, реализуемый населению Удмуртской Республики».
7. Арсибеков Д.В., Ахмадуллин И.Б., Короткий В.В., Кузнецов Н.П., Тетельмин В.В. Утилизация попутного нефтяного газа: – монография – Ижевск, 2017. – 420 с.

**Научный руководитель:** к.б.н., доцент А.Н. Журавлева

**ШЕРСТОБИТОВ Д.Н., ТУПИЦЫНА О.В., ЧЕРТЕС К.Л.**  
Самарский государственный технический университет

### **ОЧИСТКА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ГРУНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОНАПОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**SHERSTOBITOV D.N., TUPITSYNA O.V., CHERTES K.L.**  
Samara State Technical University

### **OIL-CONTAMINATED SOIL CLEANING USING HIGH-PRESSURE TECHNOLOGY**

В данной работе представлен способ для эффективной очистки нефтезагрязненного грунта с применением высоконапорной технологии. Предлагается закачивание подготовленного раствора в геосреду с последующей откачкой нефтепродуктов.

В настоящее время под многими нефтеперерабатывающими заводами на территории России сформировались техногенные залежи нефтепродуктов, образовавшиеся в результате аварийных проливов. Линзы нефтепродуктов образуются путем их просачивания через геосреду до верхнего водоупора, образуя нефтяные слои толщиной от нескольких миллиметров до 20 метров. При проникновении нефтепродуктов в толщу геосреды образуется большое количество нефтезагрязненного грунта, который невозможно экскавировать, глубина загрязнения обычно составляет более 10 метров. Для очистки загрязненной геосреды нами предла-



гается использовать нагнетание карбонизированной воды в качестве промывающего раствора, который после завершения очистки откачивается.

Метод очистки заключается в очистке нефтезагрязненного грунта, с использованием энергии высоконапорной струи карбонизированной воды и диоксида углерода. Очистка грунта, загрязненного нефтепродуктами, осуществляется при помощи нагнетания раствора в скважины с использованием высоконапорной технологии. Конечная глубина скважин должна быть ниже уровня нефтезагрязненного грунта. Раствором для очистки нефтезагрязненного грунта выступает карбонизированная вода. Закачка раствора в массив нефтезагрязненного грунта происходит с применением высоконапорной технологии при помощи соответствующих технических средств. При применении данной высоконапорной технологии, а также при дополнительной подаче диоксида углерода повышается эффективность очистки грунта в результате широкого распространения применяемого раствора в порах грунта. Неотъемлемой частью представленного способа очистки является устройство откачивающих скважин. После подачи и распространения раствора в толще массива происходит его извлечение при помощи предварительно пробуренных откачивающих скважин. Обеспечение высокой степени очистки при реализации способа достигается за счет высокого давления нагнетания, широкого прогнозируемого распространения применяемого раствора.

**Технический результат представленного метода.** Высокая степень очистки нефтезагрязненного грунта достигается тем, что закачку производят под высоким давлением при помощи высоконапорной технологии, с использованием энергии струи карбонизированной воды и диоксида углерода, создаваемой при обратном ходе нагнетательной форсунки, расположенной на нижнем конце буровой колонны без обустройства скважины, а также рассчитывают радиус распространения применяемого раствора в толще массива нефтезагрязненного грунта для определения оптимального расположения скважин и повышения эффективности очистки.

На рис. 1 изображен состав оборудования для высоконапорной технологии, где подача воды из емкости для хранения воды 1 и диоксида углерода из емкости для хранения диоксида углерода 2 происходит в промышленный сатуратор 3 для создания карбонизированной воды. Карбонизированная вода при помощи насоса высокого давления 4 и диоксид углерода при помощи компрессора 5 подаются в буровую установку 6 для закачивания в пласт загрязненного грунта.

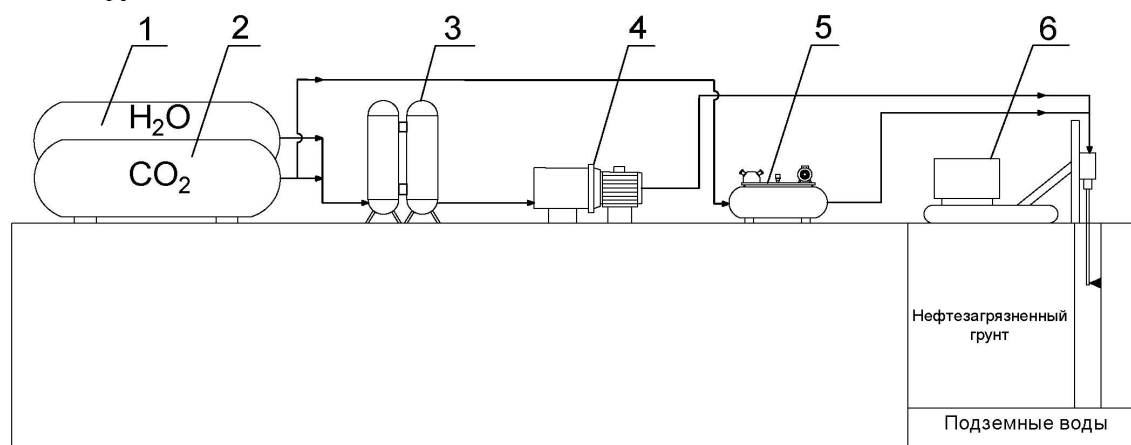


Рисунок 1 – Состав оборудования для очистки нефтезагрязненного грунта

Одновременное применение карбонизированной воды и углекислого газа обеспечивает ослабление связей нефтепродуктов с частицами грунта, за счет чего повышается подвижность углеводородов, что приводит к более эффективной очистке нефтезагрязненного грунта.

После завершения процесса санации геосреды при помощи откачивающих скважин происходит извлечение водонефтяной эмульсии и последующее использование ценных фракций нефтепродуктов. Смесь неоткачанных нефтепродуктов после процесса фильтрации

попадает в подземные воды и перемещается в область разгрузки подземных вод, где улавливается при помощи предварительно установленных дренажных коллекторов.

Скорость фильтрации в толще массива нефтезагрязненного грунта зависит от начального давления нагнетаемой жидкости в предварительно пробуренную скважину. При применении выше представленной высоконапорной технологии давление закачки раствора достигает 500 атмосфер.

Результатом очистки является повышение эффективности и уменьшение продолжительности процесса очистки с использованием энергии высоконапорной струи карбонизированной воды и диоксида углерода, создаваемой при обратном ходе нагнетательной форсунки, расположенной на нижнем конце буровой колонны.

Указанный результат достигается тем, что закачку производят под высоким давлением при помощи высоконапорной технологии, с использованием энергии струи карбонизированной воды и диоксида углерода, создаваемой при обратном ходе нагнетательной форсунки, расположенной на нижнем конце буровой колонны без обустройства скважины.

Одновременное применение карбонизированной воды и углекислого газа обеспечивает ослабление связей нефтепродуктов с частицами грунта, за счет чего повышается подвижность углеводородов, что приводит к более эффективной очистке нефтезагрязненного грунта.

При однородности массива нефтезагрязненного грунта по пористости и проницаемости, фильтрация происходит по закону Дарси и объемный дебит скважины нагнетания раствора -  $Q$  (отток жидкости) определяется по формуле Дюпюи:

$$Q = \frac{2\pi kh (p_c - p_k)}{\mu \ln \frac{R_c}{R_k}} \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент фильтруемости;

$\mu$  – динамический коэффициент вязкости;

$h$  - мощность массива нефтезагрязненного грунта;

$p_c$  - давление на забое скважины;

$p_k$  - давление на внешней границе массива нефтезагрязненного грунта;

$R_c$  - радиус скважины;

$R_k$  - радиус ограниченного горизонтального цилиндрического пласта грунта.

Расчет расстояний между двумя одинаковыми скважинами проводится по следующей формуле:

$$p_c (\ln b/2 - 0,95R_k - 0,05 \ln R_c) = p_k (\ln b/2 - \ln R_c) \quad (2)$$

При проведении эксперимента были выявлены следующие особенности: задавая начальные условия для закачивания карбонизированной воды в толщу массива нефтезагрязненного грунта (диаметр пробуренной скважины - 0,15 м, объем закачиваемого раствора - приблизительно 20 м<sup>3</sup>, напор создаваемый насосом - до 30 МПа) можно рассчитать расстояние  $b$  между скважинами нагнетания, скорость фильтрации и ожидаемое время закачки для различных зон присутствующих в массиве нефтезагрязненного грунта.

В соответствии с проведенными расчетами необходимое расстояние для эффективной очистки нефтезагрязненного грунта между скважинами должно составлять 30 - 40 м.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент кафедры ХТ и ПЭ «СамГТУ» В.В. Ермаков

**ШУМСКАЯ И.Ю.**  
Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ)  
имени М.И. Платова

**ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ  
БИОСФЕРОСОВМЕСТИМЫХ ОТХОДОВ АПК И АММОФОСА**

**SHUMSKAYA I.Y.**  
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)

**ORGANOMINERAL FERTILIZERS BASED ON BIOSPHERIC COMPATIBLE WASTE  
OF AIC AND AMMOPHOS**

Мировые запасы фосфорного сырья (26,2 млрд. т), представлены в основном фосфоритами  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , фторапатитом  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  и гидроксопатитом  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . Фосфорные руды представляют собой осадочные породы, сцементированные фосфатами кальция. Россия традиционно занимает одно из ведущих мест на мировом рынке фосфатного сырья наряду с США, Марокко и Китаем. Общее количество производимого фосфорного сырья (85%) перерабатывается в основном сернокислым способом на экстракционную фосфорную кислоту и далее на все виды минеральных растворимых фосфорсодержащих удобрений. Однако необходимо учитывать острую экологическую обстановку на всех жизненных этапах добычи и переработки фосфора. Любой способ добычи значительно влияет на природную среду. Литосфера испытывает колоссальное влияние, особенно верхняя ее часть, происходит выемка породы и ее дальнейшее перемещение, а первичный рельеф заменяется техногенным. Нарушается целостность определенного объема пород, возникают крупные полости. Так как недра относятся к элементам биосферы, охрана их должна предусматривать обеспечение научно-обоснованной и экономически-оправданной полноты и комплексности использования [1].

Россия прочно занимает первое место по экспорту удобрений в мире. 75% экспорта российского аммофоса и диаммофоса направляется в Латинскую Америку и Азию (Пакистан, Вьетнам). 30% российского аммофоса экспортируется в страны Западной Европы (Испания, Великобритания, Германия). При этом внутренний рынок удобрений РФ в основном представлен более дешевыми и быстро окупаемыми азотными удобрениями. По данным Министерства промышленности и энергетики средними нормами внесения удобрений (кг/га) считаются: в Российской Федерации- 21; в США- 250; в Китае-240; в ЕС-500. Таким образом, Российская Федерация занимает 1 место по изготовлению удобрений и лишь 95 место по их непосредственному применению. Такая «иммиграция» за границу, в виде минеральных удобрений, должна отвечать балансу запасов руд РФ. Высокие цены на качественные минеральные удобрения делают фермеров и агрофирмы неконкурентоспособными без достаточных дотаций в сельское хозяйство. Данные по инвестициям в сельское хозяйство по странам Евросоюза и РФ несопоставимы [2].

Наша страна является одним из лидеров по запасам и прогнозам добычи фосфатного сырья, при этом РФ является страной с колоссальными землями сельскохозяйственного назначения и пахотных земель на душу населения. В рейтинге стран вносимых удобрений на гектар пашни Россия замыкает первую сотню стран. В то же время импорт продуктов питания происходит на территорию РФ именно из тех стран, где пахотные земли намного меньше, а количество вносимых удобрений на порядок выше. Поэтому все более актуальным становится создание удобрений, отвечающих требованиям цена/качество для российских потребителей. Исследования и создание удобрений на основе отходов агропромышленного комплекса (АПК) и аммофоса ведутся на базе Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова. Отходы АПК являются ценным отходом с набором биогенных компонентов (N,P,K). Исследования направлены на создание органоминеральных удобрений, в основе которых многотоннажные высококонцентрированные отходы АПК подвергающиеся реагентной обработки подкисляющими реагентами и нейтрализация щелочными реагентами на основе аммофоса и других минеральных удобре-

ний. При этом количество аммофоса требуемое для получения органоминерального удобрения не велико [3]. В полученных удобрениях, согласно протоколу испытаний доля питательных веществ в % составила:

Массовая доля питательных веществ в полученном удобрении, %	Наименование НД, регламентирующее методику проведения испытаний	Фактическое значение показателей качества по результатам испытаний	Значения показателей качества и безопасности по НД
Азот общий	ГОСТ 26715-85	2,34	Не менее 0,6
Фосфор общий, в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ГОСТ-26717-85	4,05	Не менее 0,5
Калий общий, в пересчете на K <sub>2</sub> O	ГОСТ 26718-85	0,62	Не менее 0,6

В результате переработки отходов АПК с получением дешевого товарного продукта-удобрения, происходит уменьшение количества накопленных отходов, высвобождение территорий пахотных земель из-под накопителей этих отходов, сокращения выброса газов в зоне накопления и хранения отходов. При внесении в пахотные земли полученных удобрений улучшаются свойства, восстанавливается плодородие деградированных земель, улучшается экологическая обстановка на территории агропромышленного комплекса и прилегающих территориях.

В результате внедрения технологий по использованию обработанных отходов в качестве удобрений фермеры РФ смогут снизить затраты на приобретение дорогостоящих минеральных удобрений, за счет использования агромелиоративной ценности отходов АПК. Так, дополнительный доход фермерам и агрофирмам увечится с возрастанием удобряемой площади пахотных земель. На площади в 500га доход от применения предлагаемых удобрений составит 0,640 млн.руб, на площади 5000 га-3,6 млн.руб, а на 100 тыс га- свыше 65млн.руб.в год.

#### **Список литературы:**

1. С.Н. Подвиженский, В.И. Чалов, О.П. Кравчино, «Рациональное использование природных ресурсов в горнопромышленном комплексе», - Москва, «Недра», 1988 .
2. Фосфоритовая составляющая МСБ России в свете новых технологических возможностей. А.Е.Непряхин, Е.В.Беляев, М.И. Карпова, И.В. Лужбина//Георесурсы-4(63)-2015, т.1-С.67-74.
3. Ammophos efficiency application for treatment highly concentrated by biogenic elements wastes of agro-industrial complexes / Колесникова Т.А.; Куликова М.А., Грибут Е.А.;// EurAsian Journal of BioSciences - 2020. - Vol. 14, Is. 1. - P. 829-834.

**Научный руководитель:** старший преподаватель Т.А. Колесникова

## **Секция 17. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОТИВОРЕЧИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА**

**АБРАМКИН Г.В.**

Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина

### **ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОТИВОРЕЧИЯ РОССИЙСКО-ГЕРМАНСКОГО ГАЗОВОГО СОТРУДНИЧЕСТВА**

**ABRAMKIN G.V.**

The National University of Oil and Gas «Gubkin University»

### **PROSPECTS AND CONTRADICTIONS OF RUSSIAN-GERMAN GAS COOPERATION**

В работе предлагается экономическая оценка взаимодействия России и Германии в энергетической сфере. Сотрудничество двух стран в нефтегазовой отрасли имеет внушительную историю и основано на взаимовыгодных экономических интересах. Для доставки энергоносителей до западноевропейского, и в частности немецкого, потребителя российскими поставщиками сейчас используется преимущественно система магистрального транспорта.

Россию и Германию связывает продолжительное энергетическое партнёрство, начало которого было положено еще в 1970-е годы сделкой века «Газ в обмен на трубы». Стоит заметить, что США еще тогда многократно старались заставить ФРГ разорвать этот договор. Однако западногерманская сторона, невзирая на мощное давление со стороны Америки, не пошла на такой шаг и исполнила свою часть договоренностей.

Именно благодаря упомянутому соглашению в СССР были поставлены чрезвычайно необходимые трубы и другая наукоемкая инфраструктура для реализации масштабных проектов возведения трубопроводов в западноевропейском направлении. Например, появились экспортный магистральный газопровод «Союз» и газопровод «Уренгой-Помары-Ужгород». Определённо, это значительно активизировало газификацию обеих стран.

В последующем была заключена еще целая серия долговременных контрактов, функционировавших и в 2000-е годы. Так, например, «Союзгазэкспорт» (на данный момент «Газпром экспорт») и корпорация Ruhrgas завизировали договор о поставках в ФРГ дополнительно 8 млрд. м<sup>3</sup> газа в год в период с 1984 по 2008 год. Затем сотрудничество было продолжено внедрением газотранспортной системы и проектированием подземных газовых хранилищ на территории Германии.

Значимую функцию в совершенствовании российско-германского партнёрства сыграли и политико-экономические факторы конца XX века. Поэтому, даже после распада Советского Союза, экономическое сотрудничество двух стран было продолжено, хотя и в новых реалиях. Дело в том, что 1990 годы на европейском континенте произошли, по крайней мере, три чрезвычайно важных события. Конкретнее, следует отметить, что в 1991 увидела свет Европейская Энергетическая Хартия, причем именно в тот период, когда начались рыночные реформы в нашей стране и странах СНГ. Кроме того, по мнению экспертов, в те же 1990 годы начался и «третий энергетический переход», согласно которому природный газ был признан максимально экологичным и эффективным энергоресурсом.

Заметим, что в связи с процессами трансформации, начавшимися в России и странах бывшего СССР в конце XX века, остро встал вопрос о непрерывном обеспечении ЕС российским природным газом, сопряженный с тем, чтобы межгосударственная торговля голубым топливом не приостанавливалась невзирая ни на что. Напрашивается вывод, что Энергетическую Хартию ЕС вполне можно было рассматривать как политическую декларацию, направленную, среди всевозможных (собственно европейских) задач, в том числе, и на стимулирование энергетического сотрудничества между Востоком и Западом. Неслучайно Хартия ре-

гламентировала возможность для пролонгирования старых и подписания новых договоренностей со странами бывшего социалистического лагеря и в первую очередь с Россией, принимая во внимание те своеобразные условия, в которых пребывали некоторые государства Восточной Европы и СССР. В Хартии даже допускался поэтапный переходный период для приспособления экономик этих государств к рыночной системе, а также – к осуществлению тех конкретных положений Хартии, Основного соглашения и связанных с ними Протоколов, которые они (эти страны), в силу объективных причин, пока не в состоянии осуществлять немедленно и полностью. Россия подписала Хартию, не ратифицировав ее. Логично напрашивается вывод, что в России прекрасно осознавали, что стране была уготована участь стать составной частью создаваемой Евросоюзом Единой диверсифицированной энергетической системы ЕС в качестве поставщика дешевого природного газа. Не секрет, что данное обстоятельство объективно стимулировало ФРГ к развитию российско-германского газового сотрудничества.

На смену государственного монополизма СССР на поставки газа за границу пришел монополизм частный. В газовой сфере энергетики России за период рыночных реформ сложилась и заняла прочные позиции монополия ПАО «Газпром». Именно эта компания на сегодняшний день в большей степени представляет российскую энергетическую отрасль в поставках природного газа в ФРГ. И монополия ПАО «Газпром» сумела зарекомендовать себя в качестве многолетнего и надежного партнера.

С другой стороны, совершенно понятно, что все-таки существует определенный монополизм в европейской системе приобретения российского газа и дальнейшего его распределения. Здесь монополистом выступает уже германский капитал. Ведь почему-то до определенного момента все возражения европейских антимонопольных институтов против монополизма «Газпрома» носили почти декларативный характер. Для ПАО «Газпром» порою даже делались некоторые исключения из правил Третьего энергетического пакета («ThirdEnergy Package» образца 2009 года по либерализации газового рынка ЕС) как для надежного и устраивающего в ценовом отношении партнера Германии, которая, как известно, прочно лидировала в ЕС. Эта сложившаяся годами стабильная система двухстороннего монополизма также способствовала тесному сотрудничеству наших двух стран.

Немалую роль сыграла и монопольно низкая (по сравнению с другими поставщиками) цена на российский газ. Такие цены обычно называются «ценами прорыва» на привлекательный для компании-поставщика рынок. Они позволяют привлечь покупателей и затвердить за собой определенную нишу на рынке. Не секрет, что российский природный газ именно этим привлекает и удерживает рациональных европейских партнеров.

Препятствия, возникшие со стороны Евросоюза в качестве препятствия для сложившейся годами системы поставок российского газа, были обусловлены декларированием еще в Европейской Энергетической Хартии, в Договоре к ней и в Газовой директиве ЕС цели создания единого внутреннего европейского газового рынка.

Однако на самом деле главное препятствие на пути реализации проекта «Nord Stream 2» в настоящее время составляет не антимонопольная энергетическая политика ЕС, а жесткая позиция США – главного конкурента России на европейском рынке газа. При этом методы вытеснения российского газа из Европы применяются совсем не конкурентные. Напротив, они представляют собой полный набор самых что ни на есть монопольных атак по всем направлениям соперничества, начиная от финансово-экономических санкций в отношении российской стороны и компаний, так или иначе принимающих участие в проекте «Nord Stream 2», и заканчивая прямым давлением на ряд европейских компаний и стран, не исключая Германию.

Сенат и Палата представителей Конгресса США в 2020г. достигли договоренности в том, что под расширенные санкции в отношении газопровода Nord Stream 2, предусмотренные в проекте оборонного бюджета на следующий 2021 финансовый год могут попасть более 120 компаний не менее, чем из 12 стран Европы. Одним из примеров последствий подобного санкционного давления может служить выход сертификатора «Северного потока 2» – норвежской компании Det Norske Veritas - Germanischer Lloyd (DNV GL) из проекта в ноябре 2020 года. Эта компания должна была сертифицировать проект на соответствие стандартам

после его завершения. Однако она вышла из проекта после ознакомления с новым руководством в отношении закона «О защите энергетической безопасности Европы» (PEESA).

Таким образом, хочется верить, что образующиеся трудности так или иначе удастся разрешить, а экономическое партнёрство России и Германии в области энергетики будет продолжаться, невзирая на санкции ЕС и США. Ведь взаимоотношения стран в течение долгого промежутка времени интенсивно прогрессировали и благоприятствовали результативному функционированию европейского энергетического рынка.

**Научный руководитель:** к.э.н., доцент Е.К. Муравьева

**ВАЛИАХМЕТОВА Э.Р.**

Санкт-Петербургский горный университет

**ОРИЕНТАЛЬНЫЕ МОТИВЫ В УБРАНСТВЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА КАК  
ОТРАЖЕНИЕ ДИАЛОГА КУЛЬТУР. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА  
ЗАНИМАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**VALIAKHMETOVA E.R.**

St. Petersburg Mining University

**ORIENTAL MOTIVES IN ST. PETERSBURG'S DÉCOR AS A REFLECTION OF THE  
DIALOG OF CULTURES. DEVELOPMENT OF AN EDUTAINMENT QUIZ FOR  
STUDENTS' INDIVIDUAL STUDIES**

Среди студентов Горного университета (100 человек) был проведен опрос на тему любимых гуманитарных предметов. Молодым людям были заданы три вопроса: «Какие предметы вы бы убрали из программы курса?», «Какие гуманитарные дисциплины вам нравятся больше всего?», «Интересна ли вам культурология?».

Результаты не внушают оптимизма: 39% респондентов исключили бы культурологию, такой же процент опрошиваемых – русский язык и культуру речи, второе место занимает философия (33%), а третье – социология (32%). Больше всего студенты хотели бы изучать психологию, меньше всего – культурологию, а треть опрошенных ответили, что им не интересен данный предмет.

Нас, безусловно, обеспокоило отсутствие интереса к культурологии. Студенты объясняют эту ситуацию тем, что знания, полученные при изучении данного предмета, не имеют прямого отношения к выбранной профессии. «Технари» также ссылаются на то, что гуманитарные предметы скучны, поэтому тяжело даются техническому уму. Поскольку практическая польза предмета неочевидна обучающимся, иногда требуется дополнительно мотивировать их к изучению предмета. Поэтому преподавание гуманитарных дисциплин в техническом вузе требует особого отношения.

Один из способов решения описанной проблемы мы видим в составлении комплекта занимательных логических задач, напоминающих формат интеллектуальных игр. Задания раскрывают разные аспекты культурологии и могут быть предложены студентам в качестве самостоятельной работы по данной дисциплине. Такая форма заданий выгодно отличается от формального прослушивания лекционного материала в аудитории или поверхностной работы над докладами и рефератами, где усилия сводятся к копированию информации из интернета. Знания, полученные самостоятельным путем, крепче усваиваются, так как знакомство с материалом становится более осмысленным.

Поиск ответа является кропотливым, на пути решения вопросов студенты используют не только накопившийся потенциал знаний, но и включают логическое мышление, так как в самой формулировке вопроса содержится новая информация, которая путем последовательных умозаключений приводит к правильному ответу.

Мы работаем над созданием занимательных задач, объединенных узкой тематикой, они посвящены восточным мотивам в убранстве Санкт-Петербурга. В рамках курса «Культурология» эта частная тема имеет особое значение: во-первых, мы стараемся знакомить наших студентов (многие из которых приехали из разных регионов России и мира) с культурным наследием Петербурга; во-вторых, согласно требованиям ФГОС, студенты всех специальностей должны научиться положительно (толерантно) воспринимать культурное многообразие (об этом говорится в УК-5). Таким образом, знакомство с различными ориентальными мотивами в архитектуре Санкт-Петербурга одновременно способствует осознанию исторической ценности межкультурного взаимодействия. В задачах, созданных автором работы, речь идёт о культуре Египта (упоминаются памятники древней цивилизации и наследие мусульманской культуры) и о культуре Средней Азии, также разработаны вопросы, включающие упоминание мотивов, связанных с культурой мавританского мира и с культурой Китая. В дальнейшем предполагается создание задач, обращенных к ассирийским, турецким мотивам в архитектуре и к корейским скульптурным произведениям.

Приведём пример созданной задачи и одновременно проиллюстрируем логику её построения.

*Задача:* В Санкт-Петербурге много скульптур, изображающих разных животных – настоящих и мифических существ. Фасад одного из зданий, которое является самым северным на планете и самым крупным в Европе культовым сооружением для одной из религий, украшают скульптуры ланей. Это животное увековечено благодаря преданию, согласно которому две лани слушали первую проповедь великого мудреца, ставшего духовным учителем для миллионов людей. В Северной столице первыми его последователями стали волжские калмыки, прибывшие для строительства Петропавловской крепости. На фасаде какого здания можно увидеть ланей?

*Ответ:* Дацан (буддийский храм).

*Методический комментарий:* В вопросе идет речь о культовом сооружении одной из многомиллионной религии. Самыми многочисленными верованиями являются три мировые религии: христианство, ислам и буддизм. Логически исключая, не подходящие варианты, приходим к правильному ответу. Христианские храмы Петербурга не являются самыми северными на планете. В культуре ислама нет упоминания о ланях, и скульптурные композиции этих животных не украшают внешний облик мечетей. Таким образом, религией, о которой идет речь, является буддизм, а ее основателем – упомянутый великий мудрец Будда. Соответственно, религиозное здание – это буддийский храм, который носит название дацан.

Как показывает опыт выступлений на научных мероприятиях, тематика исследования и разработанные задания вызывают неподдельный интерес и пробуждают игровой азарт не только у студентов, но и у других слушателей с различным уровнем гуманитарной подготовки. Это позволяет нам говорить о практической значимости представленной разработки.

**Научный руководитель:** д.филос.н., профессор С.А. Рассадина



**МОТИВАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО СПЕЦИАЛИСТА  
В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

**VASILEVA V.D.**  
St. Petersburg Mining University

**MOTIVATION FOR THE FORMATION OF A COMPETITIVE SPECIALIST IN A  
TECHNICAL UNIVERSITY**

Очевидно, что формирование конкурентоспособного специалиста в техническом вузе остается весьма актуальной и значимой задачей, так как в 21 веке инженерное образование уже не может котироваться просто потому, что у выпускника технического вуза есть диплом. Практика показала, что предприятиям нужны конкурентоспособные специалисты, умеющие использовать на деле полученные в вузе знания, мобильные и стремящиеся к постоянному развитию и повышению собственной квалификации и компетенций. Это проявляется во всех отраслях, но в минерально-сырьевом секторе есть своя специфика. Остается открытым вопрос: «Как повысить мотивацию к обучению у студентов технических вузов, чтобы впоследствии они становились конкурентоспособными специалистами?» Дискуссий по данным вопросам великое множество.

Важно отметить, что между понятиями «мотивация» и «конкурентоспособность» существует неразрывная связь [5], которая подразумевает, что студент технического вуза может стать конкурентоспособным специалистом тогда, когда он имеет мотивацию и желание учиться, а также реализовываться в профессиональной сфере. Данная мысль прослеживается во многих работах [2], в которых авторы, например, предлагают модель формирования конкурентоспособности студентов вуза, одним из критериев эффективности которой является мотивационный, а его показателями – направленность личности на избегание неудач или достижение успеха [1]. По их оценкам, конкурентоспособный специалист – это тот, кто замотивирован на результат, кто нацелен на непрерывный процесс получения знаний и на последующем их применении на практике.

Анализируя проблему повышения мотивации к обучению у студентов технических вузов, в результате исследования были выделены следующие факторы, которые оказывают серьезное влияние на степень мотивированности обучающихся:

1. Материальное стимулирование. Как показывает практика, если студент получает материальное вознаграждение от вуза (в виде повышенной стипендии за успешную учебу, участие в научных конференциях, спортивных соревнованиях и т.д.) или от родителей, его уровень мотивации повышается, студент начинает стараться еще больше, успешнее двигаясь по пути становления конкурентоспособного специалиста, ибо для этого создаются дополнительные благоприятные условия.

2. Социально-психологическое окружение. Признание значимости деятельности студента и похвала со стороны, например, семьи и друзей является очень важным аспектом повышения его мотивированности к обучению, так как студент будет чувствовать, что он учится не зря. Что касается психологических аспектов, то речь идет о социальной среде, в которой находится студент в процессе обучения. Если коллектив в вузе дружелюбный, открытый, а среда в целом благоприятная для развития и получения знаний, то студент не будет чувствовать нервного напряжения, что положительно скажется на его мотивации к обучению [3].

3. Фактор физического здоровья. Фактор здоровья также является важным для повышения мотивированности студента. Разумеется, что если у обучающегося есть проблемы со здоровьем, у него в буквальном смысле не будет хватать сил и времени на плодотворный учебный процесс, так как его мысли будут заняты проблемами со здоровьем. Хорошо из-

вестно, что гармония физического и духовного здоровья – это одно из оснований для развития личности.

4. Научный и личный авторитет преподавателя. Пожалуй, одним из центральных факторов повышения мотивации студента является роль преподавателя в образовательном процессе. Преподаватель вуза – это человек, который может привить любовь и интерес к своему предмету или же, наоборот, вызвать полное отторжение у студента к изучаемой дисциплине [4]. На реакцию, которую преподаватель может вызвать у студента, оказывают влияние многие аспекты, например, отношение к аудитории, внешний вид, ораторское мастерство, его уровень научной компетентности и владения материалом, а также его способность обосновать практическую значимость изучения дисциплины.

5. Организационно-временной фактор. Рациональный подход к временным затратам на обучение также оказывает воздействие на степень мотивированности студента. Если студент умеет грамотно распределять свое время, выделяя определенное количество часов на учебу, на научно-исследовательскую деятельность, на спорт, на дополнительное образование и развлечения, он будет чувствовать себя полноценной личностью, развитой во многих сферах жизнедеятельности, что даст ему возможность повысить свою мотивацию к обучению.

6. Профессиональные стажировки и практики. Технический вуз может значительно повысить мотивацию студента к обучению, если он будет заинтересован в организации мест для прохождения практик и стажировок по специальности. Это даст возможность студенту заранее влиться в рабочий процесс, познакомиться со своей специальностью, что позволит студенту понять важность его будущей конкурентоспособности на рынке труда. Таким образом, синергетический эффект перечисленных факторов и должен дать тот результат, который приведет к повышению уровня конкурентоспособности специалиста среди «конкурентов». Отметим, что эта проблема носит прикладной характер, так как в эпоху четвертой промышленной революции, в частности в минерально-сырьевом комплексе, особенно нужны конкурентоспособные специалисты, которые смогут вывести производство и предприятие в целом на качественно новый уровень. Именно поэтому так важно понимать, как можно на ранних стадиях обучения в техническом вузе «вырастить» и «воспитать» специалиста будущего.

#### **Список литературы:**

1. Деменкова Л.Г., Куровский В.Н. Мотивация студентов вуза к освоению базовых дисциплин на основе их индивидуальных планов формирования конкурентоспособности // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2017. №12(189). С. 68-73.
2. Куба Е.А., Ярошенко С.Н. Формирование конкурентоспособности студентов вуза психолого-педагогических специальностей в условиях инклюзивного обучения // Современные проблемы науки и образования. 2015. №6.
3. Мельников В.Е. Мотивация к обучению студентов в вузе как психолого-педагогическая проблема // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2016. №5(96). С. 61-64.
4. Стародубцева В.К. Мотивация студентов к обучению // Современные проблемы науки и образования. 2014. №6.
5. Стрелец Е.А., Протасова И.И. Исследование влияния мотивации на повышение конкурентоспособности специалистов // Новые технологии. 2011. С. 84.

**Научный руководитель:** к.ф.н., доцент Н.А. Вахнин

**ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
К ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ**

**THE ATTITUDE OF STUDENTS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY  
TO DISTANCE LEARNING**

Развитие современного общества привело к тому, что все сферы деятельности человека неотрывно связаны с постоянно развивающимися компьютерными технологиями. Они упростили человеческий труд, а также способствовали сокращению времени, которое затрачивалось на то или иное действие.

По мере развертывания научно-технической революции и внедрения Болонского процесса, дистанционная форма обучения стремительно ворвалась в образовательный процесс. Первый процесс привел к быстрому внедрению в высшую школу новых информационных технологий, систем связи, прежде всего, интернета. Второй заставил российское высшее образование сверять свое развитие с западными трендами, в которых дистанционное обучение получило широкое распространение.

В 2020 году дистанционное образование стало «выходом» из сложившейся ситуации (пандемии) для всех форм образования, начиная от школ и заканчивая университетами.

В работе рассмотрена история развития дистанционного образования. Приведены ссылки на нормативно-правовые документы, которые закрепляют данную форму обучения в Российской Федерации.

Проведен сравнительный анализ развития дистанционного обучения в мире. В таблице 1 представлены показатели, по которым проводилось сравнение дистанционной формы образования.

Таблица 1. Сравнительный анализ развития дистанционного образования (ДО) в разных странах мира

<b>Показатель</b>	<b>США, Канада</b>	<b>Западная Европа</b>	<b>Азия</b>
Уровень развития технологий ДО	Высокий	Высокий	Средний/Низкий
Востребованность выпускников на рынке труда	Востребованы	Востребованы	Востребованы
Качество образования	Высокий	Высокий	Средний/Низкий
Востребованность ДО на рынке образования	Востребовано	Востребовано	Очень востребовано
Доступность обучения	Доступно	Доступно	Доступно
Средний возраст студентов	старше 30 лет	старше 35 лет	до 30 лет

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что уровень развития дистанционного образования высок в развитых странах, как и его качество, востребованность выпускников на рынке труда с дистанционным образованием также находится на высоком уровне. Следует отметить, что данная форма обучения на рынке образования востребована и постоянно совершенствуется.

В США, Канаде, а также странах Западной Европы возраст студентов дистанционной формы образования превышает 30-35 лет. Это связано с тем, что второе, а то и третье, высшее образование нужно для продвижения по карьерной лестнице, которое проще получить в заочной или дистанционной форме. Такая форма обучения позволяет работникам получить высшее образование, не отрываясь от производства, и повысить свою квалификацию.

В результате применения эмпирического метода исследования было выбрано online-анкетирование студентов Тюменского индустриального университета. Исследования проводились с целью необходимости внедрения дистанционного обучения в технических ВУЗах. В

данной работе был использован анонимный опрос, поскольку он дает респондентам выразить свое мнение, не подвергая, его критики со стороны исследователя.

Анкетирование проходило в два этапа:

- до введения дистанционного образования;
- после ввода дистанционного образования в ВУЗах.

Таким образом, своё мнение выразило на первом этапе 480 человек, на втором – 507 человек. Опрос был проведен среди различных направлений подготовки и курсов обучения. Такое большое количество студентов, участвовавших в исследовании, дало возможность более подробно изучить мнение участников образовательного процесса о дистанционном обучении.

Респондентам было предложено:

- оценить эффективность дистанционной формы обучения;
- выбрать наиболее подходящие мессенджеры и платформы для реализации дистанционного образования;
- выбрать образовательные услуги, которые можно реализовывать с помощью дистанционного образования;
- выявить положительные и отрицательные факторы данной формы обучения.

Проанализировав результаты опроса первого этапа, было выявлено, что около 10% учащихся имели практический опыт дистанционного обучения. По результатам второго этапа процент учащихся, владеющих дистанционным обучением, увеличился и составлял 100%.

По результатам исследования были выявлены основные факторы, влияющие на качество дистанционного обучения:

- уровень программ дистанционного обучения и онлайн-курсов;
- способ и качество управления учебным процессом;
- мотивация и дисциплина студентов в образовательном процессе.

В целом, с точки зрения респондентов, дистанционное обучение допустимо как дополнительный элемент и технология к очной форме обучения, поскольку качество образования традиционной формы обучения не имеет себе равных. Отсутствие прямого взаимодействия «преподаватель – студент», недостаток живой речи и эмоционального обмена ухудшают восприятие информации и снижают степень понимания материала.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент М.С. Остапенко

**ЗЫРЯНОВА А.Л.**

Тюменский индустриальный университет

## **АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 27.03.01 «СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ» В ВУЗАХ**

**ZYRYANOVA A.L.**

Industrial University of Tyumen

## **ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES IN THE DIRECTION 27.03.01 "STANDARDIZATION AND METROLOGY" IN UNIVERSITIES**

В связи с требованиями Министерства науки и высшего образования о переходе на новые федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС ВО 3++) необходимо актуализировать образовательные программы всех направлений подготовки. Одним из основных документов образовательной программы является Паспорт компетенций, в котором представлены универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, формирующиеся в ходе освоения знаний, умений и навыков обучающимися вузов.

Компетенции выпускников университетов формируются на основе профессиональных стандартов конкретных областей обучения, на анализе требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, изучении российского и зарубежного опыта при формировании образовательных программ, а также на исследованиях потребности в определенных специалистах работодателями.

На основании профессиональных компетенций, представленных в основных профессиональных образовательных программах высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» проведен анализ реализации профессиональных компетенций в различных университетах.

При изучении основных профессиональных образовательных программ были выбраны федеральные и национальные исследовательские университеты России, а именно:

- Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева (МГУ им. Н.П. Огарева);
- Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ);
- Южный федеральный университет (ЮФУ);
- Сибирский федеральный университет (СФУ);
- Уральский федеральный университет (УрФУ);
- Тюменский индустриальный университет (ТИУ).

Данный выбор обусловлен тем, что выбранные категории вузов не только достигают международного уровня развития образовательных программ, но и активно взаимодействуют с экономической и социальной сферой, региональными властями, а также создают и реализуют инновационные разработки.

Для данного анализа были отобраны высшие учебные заведения, разрабатывающие образовательные программы в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования.

В результате анализа было выявлено следующее:

- профессиональные компетенции ПК-1 – ПК-9, относящиеся к производственно-технологической деятельности, являются самыми часто встречающимися и нашли свое применение во всех образовательных программах университетов, подготавливающих специалистов по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология». Исходя из этого, можно выдвинуть предположение о том, что именно эти компетенции являются основной базой будущей профессиональной деятельности выпускника высшего учебного заведения по рассматриваемому направлению подготовки;
- формирование у обучающихся компетенций ПК-10 – ПК-17, относящихся к организационно-управленческой деятельности, осуществляется в 66% рассматриваемых университетах;
- компетенции ПК-18 – ПК-21, формирующиеся в ходе научно-исследовательской деятельности, отсутствуют лишь в одном университете из шести рассматриваемых, что также говорит о важности этих компетенций для выпускника, как будущего специалиста;
- наличие компетенций ПК-22 – ПК-25 позволяет заниматься проектно-конструкторской деятельностью, которые отсутствуют лишь в трети изучаемых образовательных программ университетов. Исключение компетенций именно этого вида деятельности обусловлено малым количеством предприятий, реализующих данный вид деятельности в тех регионах, где осуществляется подготовка данной категории специалистов;

В ряде образовательных программ высших учебных заведений включены профильные профессиональные компетенции (ПКП) и дополнительные профессиональные компетенции (ДПК). ПКП формируются в ходе производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности. ДПК, как правило, согласуются с ведущими работодателями регионов, в которых располагаются университеты, подготавливающие специалистов в области стандартизации и метрологии, и формируют специальные навыки, необходимые для работы в определенных областях и направлениях.

В дополнение к проведенному исследованию, был проведен сопоставительный анализ, в котором профессиональные компетенции образовательных программ вузов были разбиты на три группы:

1. компетенции, относящиеся к стандартизации;
2. компетенции, относящиеся к метрологии;
3. компетенции, относящиеся к стандартизации и метрологии одновременно.

В ходе проведения данного анализа, было выяснено, что подготовка специалистов в области стандартизации и метрологии в различных вузах проводится с одинаковой степенью направленности и на стандартизацию, и на метрологию.

Для того чтобы подготовить специалиста в области стандартизации и метрологии, который будет способен отвечать постоянно изменяющимся требованиям социально-экономической и культурно-профессиональной сферам жизни, который будет конкурентоспособным на рынке труда, необходимо в первую очередь обратить внимание на формирование профессиональных компетенций и проводить их актуализацию на регулярной основе. Формируемые в ходе освоения образовательных программ знания, умения и навыки должны давать возможность быть достаточно подготовленным к реальным задачам производственной деятельности. А это значит, что вузы, опираясь на существующий компетентностный подход, должны не просто подготавливать будущих работников предприятий – исполнителей служебных обязанностей, но и выпускать настоящих профессионалов, специалистов высокой квалификации.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент Д.С. Василега

**ИВАНОВА Н.А.**

Санкт-Петербургский горный университет

#### **ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ «КАМНИ ПЕТЕРБУРГА»**

**IVANOVA N.A.**

St. Petersburg Mining University

#### **LEXICAL-SEMANTIC GROUP "STONES OF SAINT-PETERSBURG"**

Интерес исследователей к изучению семантических полей начался в конце XIX — начале XX вв., что выразилось в близких к идеям В.Ф. Гумбольдта исследованиях А.А. Потебни, М.М. Покровского, Ю.Н. Караулова и других. В современном языкознании семантическое поле имеет более 30 определений. Исходя из них под лексико-семантическим полем (ЛСП) можно понимать иерархическую структуру, состоящую из слов разных частей речи, отражающих в языке определённую понятийную сферу. Лексико-семантическое поле состоит из лексико-семантических групп (ЛСГ), объединённых одной темой.

В работе рассматривается ЛСГ «Камни Петербурга», входящего в состав ЛСП «Камни» согласно универсальному идеографическому словарю Л.Г. Бабенко. Материалом для отбора лексем послужили труды А.Г. Буллаха и И.Э. Воеводского «Порфир и мрамор, и гранит...», М.В. Михайлова «Природный камень в искусстве и архитектуре Санкт-Петербурга». ЛСГ «Камни Петербурга» делится на лексико-семантические подгруппы: подгруппа «Гранит», подгруппа «Пудостский камень», подгруппа «Мрамор», подгруппа «Порфир».

Обращение к данной теме обусловлено лингвокультурологическими факторами, а именно, важной ролью камня в формировании городского ландшафта Санкт-Петербурга (дворцы, мосты, набережные, памятники). Петербург стал первым городом в России, где указом императора Петра I было регламентировано строительство только в камне, деревянное зодчество было запрещено. Русский царь назвал новую столицу в честь святого Петра. Имя «Пётр» с древнегреческого переводится как «камень». Большинство зданий, набережных, скульптурных групп в Петербурге построены именно из гранита, пудостского камня, мрамор-

ра и порфира. Многие из них сформировали образ города, например, гранитные набережные, гранитные Атланты у Нового Эрмитажа, колонны Казанского собора из пудостского камня, мраморные лестницы Зимнего дворца, порфиновые вазы в Летнем саду.

Исследование выполнено методом корпусного анализа на материале текстов Национального корпуса русского языка. Корпусный анализ предоставляет широкую выборку материалов, возможность анализа лексем на базе конкретного поиска (поэтический, акцентологический, мультимедийный). Также благодаря использованию Национального корпуса русского языка предоставляется возможность определять частотность употребления тех или иных лексем в конкретный исторический период. Вторым методом, применяемым в работе, является метод семантического поля. Данный метод позволяет выявить ядро и периферию каждой лексико-семантической подгруппы. Например, в лексико-семантической подгруппе «Гранит» ядром являются лексемы, в которых сема «гранит» доминирующая («гранитное мощение», «гранитный пьедестал», «береговой гранит»), на периферии подгруппы сема «гранит» присутствует, но выражена менее чётко («кварц», «слюда», «полевой шпат»), в подгруппе «Мрамор» ядро — «мраморное изваяние», «мраморная скульптура», периферия — «доломит», «кальцит», в подгруппе «Пудостский камень» ядро — «туф», «известняк», «камень-пластилин», «камень-хамелеон», периферия — «парицкий камень», «черницкий камень», в подгруппе «Порфир» ядро — «липарит», «трахит», периферия — «ортоклаз», «альбит», «биотит», «роговая обманка».

Таким образом, данное исследование лексико-семантической группы «Камни Петербурга» позволит в полной мере описать главные камни и минералы, формирующие образ Санкт-Петербурга. В лексико-семантических подгруппах «Гранит», «Пудостский камень», «Мрамор» и «Порфир» будут выявлены лексические и фразеологические единицы методом корпусного анализа на материале Национального корпуса русского языка.

#### **Список литературы:**

1. Буллах, А.Г., Воеводский, И.Э. Порфир и мрамор, и гранит.../ Каменное убранство Петербурга. Книга седьмая. – СПб, 2007
2. Васильев Л.М. Теория семантических полей / Вопросы языкознания, №5, 1971. – С. 105-113.
3. Караулов Ю.Н. Общая и русская идеография. – М., 1976.
4. Караулов Ю.Н., Молчанов В.И., и др. Под ред.: Бархударов С.Г. Русский семантический словарь. Опыт автоматического построения тезауруса: от понятия к слову. – М., 1982.
5. Михайлов М.В. Природный камень в убранстве и архитектуре Санкт-Петербурга. – СПб, 2007.
6. Потапова Н. А., Выделение паремий с лексемой «камень» в текстах национального корпуса русского языка / Филологические науки. Вопросы теории и практики, № 2, 2018. – С 131 - 135 .
7. Шмелев Д.Н. Проблемы семантического анализа лексики. – М., 1973.
8. Щур Г.С. Теория поля в лингвистике. – М., 1974.

**Научный руководитель:** д.ф.н., профессор Д.А. Щукина

## **УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ФИЛОСОФИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**

### **MANAGERIAL COMPETENCIES AND EDUCATIONAL PHILOSOPHY**

В связи с практической реализацией нового федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования становится актуальной необходимость уточнения терминологического аппарата. Отметим, что основной трудностью в реализации нового стандарта становится неоднозначное понимание участниками образовательного процесса тех положений документа, которые им приходится реализовывать на практике.

Образовательные стандарты второго поколения провозглашают в качестве целевых ориентиров общего образования формирование целостной совокупности личностных, предметных и метапредметных образовательных результатов.

Под личностными результатами понимается сформировавшаяся в образовательном процессе система ценностных отношений обучающихся к себе, другим участникам этого процесса, самому образовательному процессу и его результатам.

Под предметными результатами образовательной деятельности понимается усвоение обучающимися конкретных элементов социального опыта, изучаемого в рамках отдельного учебного предмета: знаний, умений и навыков, опыта решения проблем, творческой деятельности.

Под метапредметными результатами понимаются освоенные обучающимися на базе одного, нескольких или всех учебных предметов способы деятельности, применимые как в рамках образовательного процесса, так и при решении проблем в реальных жизненных ситуациях. В современной научной литературе греческая приставка «мета» указывает, во-первых, на такую систему знаний, которая служит для исследования и описания более общих систем знания, и, во-вторых, подчеркивает философскую фундаментальность предмета, превосходящую научно-экспериментальный уровень его освоения. Для фиксации этого второго смысла в философии традиционно используется термин «метафизика» (введенный в оборот А. Родосским при систематизации произведений Аристотеля) как учение о первоосновах сущего, составляющее ядро любой философской системы, вокруг которого разворачиваются все другие её разделы (этика, эстетика, философия науки, социальная философия, религия и т.д.). Таким образом, в гносеологическом плане приставка «мета» указывает на более «высокую» познавательную точку зрения, откуда целостно обзревается и систематизируется существующее знание, а в онтологическом плане – на большую глубину и основательность постижения исследуемого предмета [3].

Согласно позиции разработчиков нового стандарта, индикаторами метапредметных образовательных результатов являются универсальные учебные действия (УУД) – инвариантная основа образовательного и воспитательного процесса. В широком значении данное понятие означает умение учиться, т.е. способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путем сознательного и активного присвоения нового социального опыта. В более узком смысле термин «универсальные учебные действия» определяется как совокупность способов действия учащегося (а также связанных с ними навыков учебной работы), обеспечивающих его способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, включая организацию этого процесса [1].

В составе универсальных учебных действий можно выделить четыре блока: 1) личностный; регулятивный; познавательный; коммуникативный [7].

При определенной неоднозначности введения в практику самого понятия «универсальные учебные действия» необходимо обратиться к философии образования как к корпусу



доказанных техник анализа, аргументации и теоретического построения для решения проблем образования [8].

Осознание философии образования как пирамидальной структуры, базой которой является философская антропология с нейрофилософией, психологией и педагогикой (венчающей «пирамиду») [2], присваивает философии образования статус не только теоретической дисциплины, но и практической, предметной. Философия образования не просто направлена на исследование образования, а через влияние на образовательную политику, государственную образовательную модель, прописывает мировоззренческие основы и формирует в подрастающих поколениях основные характеристики образа гражданина, участника, конкретной макросоциальной организации (коллектива, государства, нации, региона), которые следуют из её теоретических разработок. Вышесказанное абсолютно не противоречит теоретическому представлению обучающегося, освоившего предметные знания, сформировавшего умения и компетенции, образы мира и ценностно-смысловые ориентиры личностного морального выбора, т.е. всего того, что входит в понятие УУД.

Целью данной работы является составление представления о понятии «универсальные учебные действия» в контексте философии и теории образования, рассмотрение общих ключевых компетенций и методологических основ.

Говоря о философско-теоретическом контексте, в первую очередь имеется в виду проблема содержания, принципов и смысла образования. Содержание образования традиционно определяется как передача опыта, накопленного предшествующими поколениями людей, а опыт – как деятельность, воплощенная в знаниях, умениях, творчестве, и отношении к миру [4]. При этом формирование содержания образовательного материала осуществляется с учетом конкретно-исторических, философских и психологических требований, подвергается педагогической переработке. В связи с этим в рамках идеологии образования последних десятилетий постоянно утверждается, что образование как усвоение социального опыта прошлых поколений, вступает в противоречие с реалиями жизни, потребностью в самореализации, в достижении собственных целей. Официально утвержденные т.н. системно-деятельностный и компетентностный подходы, позиционирующие себя как комплекс парадигматических, синтагматических и прагматических структур и механизмов в познании и/или практике, характеризующий конкурирующие между собой (или исторически сменяющиеся друг друга) стратегии и программы в науке недостаточно учитывают объективную взаимосвязь старого и нового и фактически дают противоречивую совокупность задач и установок обучения вместо непротиворечивого подхода (под подходом к обучению подразумевается методологическая основа, определяющая стратегию обучения и выбор методов обучения, т.е. подход к обучению является теоретической базой, которая строится на данных базисных наук).

Формирование универсальных учебных действий, в соответствии с требованиями ФГОС, необходимо осуществлять в ходе преподавания всех учебных предметов. Вместе с тем, существует мнение, что возможно выделить такие блоки УУД, формирование которых происходит наиболее эффективно в процессе обучения конкретным предметам. Так, например, в процессе обучения иностранному языку особо должно быть уделено внимание формированию коммуникативных универсальных учебных действий [6].

Универсальные учебные действия коммуникативного блока занимают особое место в общей системе УУД. Во-первых, главной в активной мыслительной деятельности учащихся является способность верно воспринимать информацию и передавать её другим. От качества коммуникации, от способности ученика работать с разными видами текстов зависит его успеваемость обучения. Следовательно, формирование умений коммуникации, на наш взгляд, должно стать первостепенной задачей каждого учителя-предметника. Во-вторых, данные умения особенно существенными становятся в условиях организации разных видов сотрудничества между обучающимися, без чего невозможно сформировать личностные, регулятивные и сами коммуникативные умения. Обучающийся готовится сотрудничать в социуме, приобретает умения вступать в диалог, принимать участие в совместном обсуждении проблем, обосновывать собственные высказывания, точно формулировать свои идеи, прини-

мать мнения других людей. Это требует от обучающихся умений взаимодействовать, организовывать собственную деятельность и деятельность других.

Итак, формирование коммуникативных УУД у учащихся содействует не только процессу умения сотрудничать с другими людьми, изменять и передавать информацию, исполнять разные социальные роли в коллективе, но и является эффективным ресурсом для их благополучной будущей жизни.

Современный подход к организации содержания процесса обучения представляется на двух уровнях: предметном и метапредметном. Метапредметный подход обеспечивает переход от существующей практики дробления знаний на предметы к целостному образному восприятию мира, который зачастую становится сложным в силу перегруженности школьных программ материалом частного характера, который не играет важной роли для формирования общей картины закономерностей в конкретной области знания. Проблема подготовки педагогических кадров также становится актуальной для должного понимания самой сути идеи УУД [5].

Таким образом, реализация новой концепции приводит к значительным изменениям во всей системе школьного образования. Они затрагивают не только умения обучающихся организовать свою деятельность по поиску и использованию полученной информации, но и подталкивают учителя к самообразованию и самосовершенствованию. При успешно сформированных универсальных учебных действиях предполагается решение проблемы преемственности ступеней образования и достижение конечной цели – способности обучающимися к решению задач, носящих метапредметный характер.

#### **Список литературы:**

1. Асмолов А.Г. и др. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя / под ред. А.Г. Асмолова. – М.: Просвещение, 2010. – 159 с.
2. Базалук О.А. – Современное понимание философии образования // Философская мысль. – 2015. – № 4. – С. 248-271.
3. Иванов, А.В. Живая этика как метазнание [электронный ресурс]. URL: <http://www.ufo.narod.ru/bibliotheca/Metaznanie.htm> (дата обращения: 20.10.2020).
4. Лернер, И.Я. Содержание образования / И.Я. Лернер // Педагогическая энциклопедия в 2 т. – Т. 2. – М., 1999. – С. 349.
5. Турчен, Д.Н. Универсальные учебные действия как фактор обеспечения преемственности среднего и высшего образования / Д.Н. Турчен // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2013. – № 2. – С. 106-110.
6. Тюрикова, С.А. Коммуникативные универсальные учебные действия: сущность и показатели сформированности / С.А. Тюрикова // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 3. – С. 159.
7. Фундаментальное ядро содержания общего образования: проект / под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. – М.: Просвещение, 2009. – 48 с.
8. Introduction in Philosophy and Education / ed. Jonas F. Soltis. – Chicago: The University of Chicago Press, 1981. – 305 p.

**Научный руководитель:** д-р филос. наук, доцент И.Н. Тяпин

ЛЕЛЕН А.  
Санкт-Петербургский горный университет

**КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЙ ФОН ЛЕКСЕМЫ РОЖДЕСТВО В ПРОЦЕССЕ  
ИЗУЧЕНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА СТУДЕНТАМИ ИЗ СЕРБИИ**

LELEN A.  
St. Petersburg Mining University

**CULTURAL BACKGROUND OF THE CHRISTMAS TOKEN IN THE PROCESS OF  
LEARNING RUSSIAN BY STUDENTS FROM SERBIA**

Язык это источник знаний о национальном сознании, который включает в себя не только грамматические и морфологические аспекты, а в том числе представления о культуре и быте нации. Иностранцам студентам из Сербии на современном этапе изучения русского языка важен комплексный подход к изучению языковых, культурных и социокультурных процессов. Русский и сербский языки относятся к славянским языкам и общая религия, и частично культура, находятся в постоянном взаимодействии друг с другом. Национально-культурный уровень, в процессе восприятия и обучения русскому языку студентов из Сербии предполагает умение определять национально обусловленную специфику в содержании языка. Национально культурная специфика подразумевает и эксплицитный и имплицитный характер и может проявлять себя на экстралингвистическом и коннотативном уровнях. Важно, что именно знание коннотаций слов - это важнейший компонент национально-культурного уровня владения языком, так как именно коннотации ценностный комплекс смыслов, представленный в реалиях русского языка.

Отметим, что способность правильно воспринимать и понимать те или иные реалии при изучении языка необходимо понимать культурологический фон, который стоит за определенной лексемой. На примере праздника Рождество студенты из Сербии в процессе изучения русского языка смогли не только погрузиться в лексико-языковую тематическую группу, но также и в культурный фон, который стоит за данной лексемой. С целью провести сравнительный анализ лексемы Рождество, которая есть как в Сербском так и в русском языках был проведен в 2020 году ассоциативный эксперимент среди студентов из Сербии 19-24 лет и взят за основу эксперимент русских студентов 18-23 лет, проведенный ранее М.Н. Дмитриевой. Рассматривая ассоциативно-вербальный потенциал русскоговорящих студентов, можно выделить обширный фрагмент лексики для обучения русскому языку сербских студентов. Было выделено несколько тематических групп, в которых отмечено, что Рождество русскими студентами приоритетно ассоциируется с именем центральной личности в христианстве, Иисусом Христом, и верой (*вера, религия, христианство, православие, Иисус Христос, Спаситель*). В сербских группах зафиксированы такие же приоритетные реакции, но появляется слово *молитва*, а также название центрального храма Белграда, столицы Сербии - *Храм Святого Савы: Христос, Бог, молитва, вера, православие*.

Интересно, что были реакции, связанные с именами собственными и среди русских и среди сербских студентов, так в работах Н.М. Дмитриевой отмечено, что носители русского языка дают следующие реакции: *Кустодиев, Репин, Гоголь, Дед Мороз, Путин*; а в эксперименте среди студентов из Сербии: *певец Бали Мали Книнджа, Божич, Радован, он же Положайник* (человек, который поздравляет всю семью с праздником, с пожеланиями счастья и благополучия, в ответ члены семьи его угощают и приветствуют, обычно в этой роли выступает ближайший родственник или сосед, который считается счастливым и удачливым), *дети* (тоже, что Радован, так как дети сами по себе несут радость и часто выбираются на эту роль). Например, лексемы, которые отражают святочные традиции, принятые в российской культуре, показали следующие реакции: *гадание, ряженые, мистика, зеркало, колядки, колядовать, гадать*. Большинство студентов из Сербии выделили реакцию: *бадняк, бадни вечер, дукат (золотая монета)*. Отметим, что реакции, репрезентирующие семантику рождественских блюд среди русских студентов были следующие: *мандарины, гусь, оливье*, а среди сербских

учащихся такие как: *честиница* (уникальный сербский хлеб, который готовится на Рождество), *сарма* (голубцы), *печенье* (мясо свинины или ягненка запеченное), *дукат* (монета, которую кладут в чесноцу).

Таким образом, изучая язык через культуру, традиции и праздники в русском языке иностранные студенты из Сербии формируют не только языковую и коммуникативную компетенции, но также охватывают лингвокультурологический и лингвострановедческий аспекты. Сравнение в полученных реакциях помогает проследить общее и разное в современных реалиях русского и сербского, что может способствовать в перспективе дальнейшим исследованиям.

**Научный руководитель:** к.ф.н., доцент М.Н. Дмитриева

**МОРГУНОВ В.В.**

Санкт-Петербургский горный университет

## **КОНЦЕПТ АДАПТАЦИИ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**MORGUNOV V.V.**

St. Petersburg Mining University

## **THE CONCEPT OF ADAPTATION IN THE HIGHER EDUCATION SYSTEM**

Образование является сложным многофакторным процессом формирования высококвалифицированного специалиста, на который влияют социальные, психологические и экономические аспекты. Поэтому, если речь заходит об анализе качества образования, буквально, невозможно учесть влияние всех факторов.

Однако если попытаться представить процесс формирования специалиста с точки зрения упрощенной модели функционального моделирования, то сделав определенные допущения ее можно представить в следующем виде: формирование высококвалифицированного специалиста – непосредственно сама функция, абитуриент и все, что связано с приемной комиссией и поступлением можно определить, как «вход» системы, «выходом», как следует ожидать, можно считать факт подготовки высококвалифицированного специалиста. В качестве условия, которое описывает, что функция должна получить на выходе, можно описать как «Современные требования», предполагая совокупность таких факторов как, например, конкуренция. И последней частью модели можно считать управляющее воздействие, а именно «организация учебного пространства». В данном случае, это некий инструмент, отражающий влияние университета на функцию и позволяющий получить из входного параметра выходной, согласно заданным условиям. Таким образом, используя данную модель можно более четко представить учебный процесс и методы его изучения.

Данный доклад базируется на материалах авторского исследования, которое включает в себя поэтапное анкетирование учащихся горного университета с 2019 по 2021 год. Суммарно за этот период в опросах поучаствовало более полутысячи студентов.

Итак, в соответствии с описанной моделью, следует начать с входных параметров и описать основные факторы, которые действуют на абитуриента, а также определить его приоритеты и методы поиска информации. Так, основным фактором, влияющим на абитуриента, является семья. В ходе исследования была разработана классификация «Взаимоотношения родителей и детей на этапе поступления», включающая в себя категории: «Самостоятельный», «Неуверенные», «Нежелающие», а также было определено, что ключевой целью взаимодействия родителя и ребенка на данном этапе является достижение компромисса в вопросе выбора университета и специальности. Указанная классификация сопоставляется со статистикой, касающейся влияния друзей и знакомых на поступление. Кроме того, в исследовании затрагивается вопрос влияния стилей воспитания на поступление. Приведенные материалы, позволяют сравнить методы поиска информации студентов из Санкт-Петербурга и иног-

родних студентов. Доминирующую роль занимает, конечно, интернет. Затем определяются такой важнейший параметр, как причина поступления: получение диплома, научная деятельность или работа по профессии и обнаруживается её прямая взаимосвязь с приоритетами по выбору специальности и университета, а также дальнейшая мотивация к обучению.

Затем речь идет непосредственно об этапе обучения, для анализа которого разработана методика динамического анализа успеваемости, позволяющая изучить большое количество факторов в группах с различной динамикой оценок от школы к университету. На основе проведенного анализа составлена классификация студентов, включающая в себя следующие пункты: «Средняк», «Старательный студент», «Студент отличник», «Перспективный студент», «Дипломник». Далее изучается влияние различных социальных факторов на этапе обучения.

В следующем разделе представлен анализ модели усвоения знаний. Именно от успешности её формирования зависит успешность процесса обучения и, как следствие, достижение конечной цели.

В заключение обосновываются нововведения, призванные повысить качество образовательного процесса. Их цель - повысить количество межпредметных связей и сделать систему более гибкой. Называется данный комплекс концепцией адаптивной системы образования.

Таким образом, проведенное исследование позволяет детально изучить функцию высшего образования и сформулировать предложения по его улучшению.

**Научный руководитель:** к.и.н., доцент Е.С. Новикова

**НАЗАРОВА В.Ю.**

Тюменский индустриальный университет

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СЕГОДНЯ**

**NAZAROVA V.Y.**

Industrial University of Tyumen

## **DIGITALIZATION OF INDUSTRY AND ENGINEERING EDUCATION TODAY**

В связи с повышением требований работодателей к выпускникам технических вузов качество инженерного образования является важным критерием при реформировании и модернизации российской экономики. Требования к уровню подготовки инженеров с каждым годом возрастают. Для предприятий, которые хотят успешно развиваться, повышать свою конкурентоспособность, а также разрабатывать и внедрять инновации необходимы качественно подготовленные квалифицированные кадры. Одним из факторов, который способствует росту производительности труда, является внедрение автоматизации производства (цифровизацию предприятия), повышение квалификации персонала.

Цифровизация сегодня находится в центре внимания общественности и исследователей. Концепцию четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0) впервые сформулировали как внедрение киберфизических систем в заводские процессы.

«Индустрия 4.0» является «проектом будущего» немецкого федерального правительства. Данный проект был инициирован в 2011 году бизнесменами, политиками и учеными как «средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию киберфизических систем в заводские процессы».

В работе представлены данные об Индустрии 4.0 и ее влиянии на развитие современного предприятия. Основой индустрии 4.0 является следующее:

- Автоматизация и роботизация;
- Умные транспортные средства;

- Технологии машинного обучения и анализ big data.

В 2017 году распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля № 1632-р была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», после чего стали приниматься довольно энергичные меры по ее реализации.

Совершенствование технологий является «толчком» для изменений в образовании. Меняющиеся трудовые и технологические потребности глобальной экономики знаний меняют характер инженерной подготовки, требуя гораздо более широкого круга компетенций, чем просто овладение научными и технологическими дисциплинами. В своей статье Иванов В.Г., Кайбияйнен А.А., Мифтахутдинова А.Т. отмечают, что в условиях цифровой экономики всё более востребованными становятся инженеры, обладающие качественно новыми компетенциями. Высокотехнологичные предприятия во всём мире испытывают дефицит квалифицированных кадров, владеющих широким спектром актуальных компетенций, включая предпринимательские, способность обучаться самостоятельно в течение жизни, умение фокусироваться на решении проблем, а не накоплении знаний.

Инженерное образование, как и другие профессиональные области образования, несет ответственность за обучение инженеров, которые смогут исправить существующие устойчивые проблемы и предотвратить будущие. Из вышесказанного следует, что образование инженеров в вузе должно двигаться в ногу с активно развивающимися технологиями. ВУЗы сегодня являются основой инноваций, развития науки и поставки новой научной информации для развития техники, технологий и социальной среды. Примеры тому служат такие известные университеты, как Массачусетский технологический университет, Оксфорд, Гарвард, Кембридж и т.д.

Основной проблемой инженерного образования в России, по мнению Соболева Л.Б., является отсутствие соответствующей исследовательской базы для практической подготовки студентов и повышения квалификации профессорско-преподавательского состава.

Брусник О.В., Муратова Е.А. в своей статье «Методология формирования профессиональных компетенций в области нефтегазового дела» указывают на основные задачи, которые должен ставить перед собой современный преподаватель. Среди этих задач присутствуют следующие: проведение обучения в интерактивном режиме, повышение интереса студентов к изучаемой дисциплине, приближение учебного процесса к практике повседневной жизни, а также обучение студентов навыкам урегулирования конфликтов, работе в команде.

Университет сегодня ориентирован на выпуск специалистов, которые в будущем будут способствовать экономическому развитию страны.

Сегодня система российского образования имеет высокий потенциал для подготовки креативных специалистов. Мышление специалиста в России формируется на основе системного образовательного принципа «от общего к частному» (учит делать логистические умозаключения). Необходимо освободить науку и высшее образование от бюрократизации, обеспечить мировые нормы соотношения учебной и исследовательской работы профессорско-преподавательского состава.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент М.С. Остапенко

**ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАГРУЗКИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ****PROKOF'EV V.A.**

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

**PROSPECTS FOR LOADING THE NORTHERN SEA ROUTE**

В данной работе рассматриваются перспективы загрузки Северного морского пути, приведена структура управления и нормативные документы. Северный морской путь набирает нагрузку, что позволит обеспечить России уверенное положение как транзитной страны. Северный морской путь нуждается в значительных капитальных вложениях, что невозможно без ГЧП в этой сфере. Текущие проекты уже реализуются, что на них оказывают влияние внешние факторы (цена на энергоресурсы, карантинные ограничения). Политико-экономическая нестабильность в мире позволяет рассматривать Севморпуть как вторую транспортную артерию в обход Суэцкому каналу.

Северный морской путь развивается с 1932г., когда было принято Постановление СНК СССР от 17 декабря 1932 №1873 «Об организации при СНК СССР главного управления северного морского пути». Позднее в 1938г. и 1950г. было внесены уточняющие изменения касательно работы главного управления и улучшения его работы. Объем перевозки в территориальных водах СССР и под флагом союза ежегодно рос вплоть до 1990гг. (табл.1)

Таблица 1 Перевозка внешнеторговых грузов на судах под флагом СССР/РФ, млн. т.

Виды транспорта	1950	1960	1970	1985	2020
Морской	8,3	44,7	121,4	231,1	20,3
Речной	1,6	3,8	11,2	12,2	116,2
Всего	30,2	99,3	246,4	458,4	816,5
Доля морского (%)	27,7	45	49,3	53	2,5

С развалом Союза судостроительная отрасль пришла в упадок, Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июня 1994 г. №718 «О мерах по совершенствованию управления Северным морским путем» предполагалась государственная поддержка в соответствии с заключенными договорами в части компенсации расходов по содержанию и использованию ледоколов и других подлежащих приватизации судов и объектов ремонтно-технологического предприятия "Атомфлот", не покрываемых доходами от их эксплуатации. Предлагалось направить часть дивидендов по закрепленным в федеральной собственности акциям морских пароходств и портов, обеспечивающих перевозки по Северному морскому пути, в Фонд возрождения торгового флота России и на финансовую поддержку указанных пароходств и портов и внести при необходимости в Правительство Российской Федерации согласованные предложения, но указанные меры не дали должного результата.

В Постановлении Совета Федерации от 05 марта 1997 года №80-СФ «О состоянии Северного морского пути и обеспечении доставки грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности» отмечались коренные нерешенные проблемы отрасли. «Объемы перевозок грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности сократились более чем в три раза. Снизилась и объемы авиаперевозок. Средства из федерального бюджета для завоза грузов, поддержки ледокольного флота и полярной гидрографии выделяются несвоевременно и в недостаточном количестве. Из-за этого доставка грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности ежегодно осуществляется посредством чрезвычайных мер. Навигация затягивается до критических сроков и проходит в сложной ледовой обстановке, на грани риска для судов и их экипажей» [7].

В результате объем перевозок грузов через порты и пункты в акватории Северного морского пути (далее - СМП) по итогам 2018г. составил 20 180,2 тыс. тонн (рост в 2 раза к уровню 2017 года, но по сравнению с 1990г. падение), в том числе транзитных - 491,3 тыс. тонн.

В акватории Северного морского пути действует разрешительный порядок плавания судов. В 2018 году ФГБУ «Администрация СМП» выдано 792 разрешения на плавание судов в акватории СМП, из них судам под иностранным флагом выдано 91 разрешение.

В 2018 году продолжено гидрографическое исследование в акватории СМП, выполнено техническое обслуживание 287 объектов средств навигационного оборудования, где установлены и действуют 3 комплекта автономных источников питания на основе светодиодных технологий, солнечных панелей и ветрогенераторов. Уровень технической оснащённости трасс Северного морского пути составил 40%.

По данным таможенной статистики в январе-ноябре 2020 года внешнеторговый оборот России составил 511,4 млрд долл. США и по сравнению с январем-ноябрем 2019 года сократился на 16,3%. Сальдо торгового баланса сложилось положительное в размере 92,7 млрд долл. США, что на 69,2 млрд долл. США меньше чем в январе-ноябре 2019 года [1].

В 2018 году общий объем грузоперевозок по СМП составил 17 млн тонн, в 2019 году - 31,5 млн тонн. В 2024 году грузопоток СМП должен составить 80 млн тонн, к 2030 - 120 млн тонн, а к 2035 году - 180 млн тонн. Основная доля перевозок должна прийти на уголь, сжиженный природный газ, нефть и газовый конденсат, а также оборудование для освоения месторождений и строительства инфраструктуры.

В 2019 году грузооборот по СМП существенно вырос в основном за счет увеличения отгрузки СПГ из порта Сабетта [2].

Главные проблемы, которые могут возникнуть в области загрузки СМП, связаны с падением спроса на энергоресурсы в мире и цен на них из-за пандемии коронавируса. Арктические проекты весьма дороги, и в сегодняшней ситуации велика вероятность переноса сроков их запуска.

Загрузка СМП будет обеспечиваться за счет разработки арктических месторождений, преимущественно углеводородных, но как считает руководитель международной практики КПМГ по оказанию услуг компаниям нефтегазового сектора Антон Усов: «арктические проекты капиталоемкие, их продвижение невозможно в условиях низких цен на нефть» [3]. Вместе с тем, компании заявляют о своей готовности их осуществить, поскольку они являются стратегически важными как для них самих, так и для страны, поэтому надеются на меры господдержки.

В случае повышения цен и спроса на нефть и газ возможен возврат к планируемым показателям в среднесрочной перспективе.

Компания «НОВАТЭК» подтверждает ввод в эксплуатацию в 2022 году двух перевалочных терминалов СПГ - в Мурманске и на Камчатке. Без изменений пока остается и срок запуска - в 2023 году первой очереди значительно более мощного, чем «Обский СПГ», завода «Арктик СПГ 2» производительностью 19,8 млн тонн в год (три линии по 6,6 млн тонн в год каждая). Пока на два года отложен запуск завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) «Обский СПГ» мощностью 5 млн тонн в год, который должен был выйти на полную мощность работы как раз к 2024 году. Теперь в 2024 году ожидается только запуск первой очереди - мощностью 2,5 млн тонн в год.

Но основной удар по объемам перевозок нанесет изменение планов по добыче проекта «Востокуголь», который должен был обеспечить 25% загрузки СМП в 2024 году. Вместо 20 млн тонн угля к этому сроку теперь ожидается, что к 2025 году в проекте будет добываться 5 млн тонн. Но даже с учетом этого суммарные потери загрузки СМП в 2024 году в самом худшем случае составят около 20 млн тонн.

Значительное увеличение загрузки СМП ожидается после 2024 года, когда запланированы выходы на полную мощность крупнейших арктических сырьевых проектов, прежде всего «Восток Ойл» и «Арктик СПГ 2».

Нельзя не сказать о принципе, действующем в конкурентной экономической гонке, если не можешь обогнать соперника, «насыпь ему битое стекло в ботинки». Застревание нефтяного танкера в Суэцком проливе тому подтверждение. До недавнего момента через данный пролив лежал минимальный путь из Европы в Китай. Неблагоприятные ситуации требуют пересмотра путей логистики.



«Каждый час простоя танкеров обходится мировой торговле в \$400 млн.», - пишет Bloomberg [4]. Доставка морских контейнеров из Китая в Европу подорожала в 4 раза, нефть выросла на 3%. В Суэцком заливе стоят и российские танкеры с нефтью общей стоимостью \$160 млн.

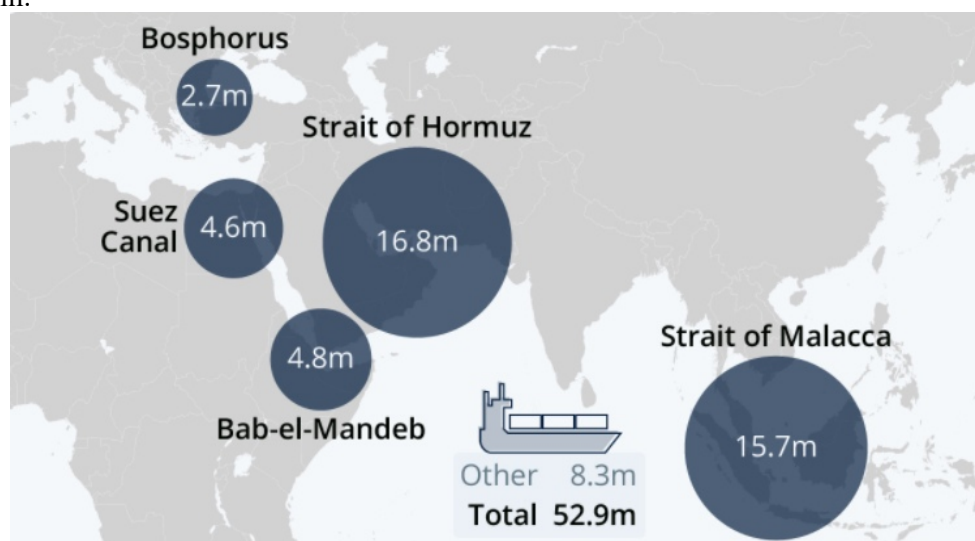


Рисунок 1 – Объем перевозки нефти, млн. барр./день в 2018г. по данным Statista

Таким образом, загрузка Северного морского пути является благоприятным фактором развития для России. Под это уже создается инфраструктура: очищается морское дно, реализуется программа компенсации расходов компаний, эксплуатирующие ледоколы, в Арктику приходит широкополосный интернет и связь 5G [5]. Несмотря на негативные внешние факторы, случаются и позитивные. Необходимо и дальше продвигать на политическом уровне целесообразность торговых отношений через Севморпуть. Сейчас действует разрешительный порядок допуска судов, суда предоставляют документы в Администрацию Севморпути, которые рассматриваются в течение 5 дней.

Отметим, что без усиления межгосударственного сотрудничества позитивный эффект от выполнения мероприятий в рамках Распоряжения Правительство Российской Федерации от 21 декабря 2019 года N 3120-р «Об утверждении плана развития инфраструктуры Северного морского пути на период до 2035 года» будет минимален. На текущий момент в перечень включены ключевые мероприятия добывающих компаний и мероприятия в области инфраструктуры, которые невозможно выполнить без достижения договоренностей между государствами и компаниями. Внешние факторы по прежнему имеют значительное влияние, однако климатическая повестка также стимулирует необходимость жесткого экологического контроля в Арктике.

#### Список литературы:

1. ФТС. Товарооборот РФ январь-ноябрь 2020г. [Электронный ресурс]:<https://customs.gov.ru/press/federal/document/263604> (дата обращения: 01.02.2021)
2. Росморречфлот [Электронный ресурс]:[http://morflot.gov.ru/deyatelnost/napravleniya\\_deyatelnosti/morskoy\\_flot.html](http://morflot.gov.ru/deyatelnost/napravleniya_deyatelnosti/morskoy_flot.html) (дата обращения: 01.02.2021)
3. KPMG [Электронный ресурс]:<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/05/ru-ru-transport-survey-052019.pdf> (дата обращения: 01.02.2021)
4. Suez Canal Traffic Snarl Is Making Shipping Costs Skyrocket [Электронный ресурс]:<https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-25/suez-canal-traffic-snarl-is-making-shipment-costs-skyrocket> (дата обращения: 01.02.2021)
5. Совещание о развитии Северного морского пути [Электронный ресурс]:<http://government.ru/news/40660/> (дата обращения: 01.02.2021)

6. Федеральный закон от 28 июля 2012 года №132-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части государственного регулирования торгового мореплавания в акватории Северного морского пути» [Электронный ресурс]:<http://docs.cntd.ru/document/902360311> (дата обращения: 01.02.2021)

7. Постановление Совета Федерации от 05 марта 1997 года №80-СФ «О состоянии Северного морского пути и обеспечении доставки грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности» [Электронный ресурс]:<http://docs.cntd.ru/document/9039394> (дата обращения: 01.02.2021)

8. Прокофьев В.А. Инновационная активность нефтегазового комплекса // Сборник трудов 74й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2020». – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, - 2020. - С.317-322.

**Научный руководитель:** к.э.н., доцент В.Н. Лындин

**СУМИН Е.И.**  
Санкт-Петербургский горный университет

## **ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ**

**SUMIN YE.I.**  
St. Petersburg Mining University

### **GEOPOLITICAL ASPECTS OF THE FUNCTIONING OF A RUSSIAN OIL AND GAS COMPANY**

До недавнего времени мировой рынок энергоресурсов зависел на 90 % от экономических факторов и лишь на 10 % — от геополитических. Сегодня положение в корне изменилось: геополитика доминирует. Она влияет на спрос и предложение, на цены и на функционирование инфраструктуры транспортировки нефти и газа, реализацию ряда трубопроводных проектов, таких, как, например, «Северный поток-2».

Введенные в 2014 году санкции в отношении российской нефтегазовой отрасли создают серьезные сложности для глубоководного бурения, разведки арктических шельфов, разработки месторождений вязкой нефти. С целью снижения зависимости по оборудованию и услугам в нефтегазовой отрасли Россия совершила «поворот на восток» – теперь нефтегазовые компании начали искать финансирование и партнеров по проектам в Китае, Индии и других странах, не применяющих санкции против России.

Важным следствием санкций против российской энергетической сферы стал уход из России западных компаний, занимающихся реализацией проектов в сфере нетрадиционной нефти. Как следствие, приостановка всех разработок в данной области. Главная причина заключается в отсутствии у отечественных компаний опыта реализации подобных проектов, а также в необходимости применения при их реализации специальных технологий и оборудования.

Заметные трудности, вызванные текущей геополитической обстановкой, имеются в реализации уже упоминавшегося проекта газопровода «Северный поток — 2» (СП-2) по дну Балтийского моря, направленного на расширение поставок газа из России в Германию и другие страны ЕС.

К основным геополитическим достоинствам этого проекта можно отнести следующие:

1. отсутствие посредников между производителем и потребителем, что исключает политическую составляющую проекта.

2. развитие газотранспортной инфраструктуры между РФ и ЕС, что будет содействовать укреплению энергетической безопасности ЕС, а также геополитической стабильности в регионе.

Кроме Германии к сторонникам проекта можно отнести Австрию, Францию и Чехию.

К противникам СП-2, как и СП-1, относятся: 1) страны-транзитеры, которые терпят убытки за транзит газа: Украина, Польша; 2) страны, удаленные от места поступления газа: Венгрия, Молдова и Румыния, для них транзитные платежи могут вырасти; прибалтийские страны: Эстония, Латвия, Литва; Дания, а также США, которые считают, что реализация данного проекта будет препятствовать поставкам американского СПГ в ЕС в будущем.

К числу геополитических реалий, которые будут влиять на развитие мировой экономики и энергетики в 1<sup>й</sup> половине 21 века, относится и освоение углеводородных ресурсов Арктики, в частности ее шельфа. Этот труднодоступный регион притягивает к себе внимание нефтегазовых компаний как ни один другой в мире.

Ресурсы шельфа и трудноизвлекаемой нефти составляют весомую долю в структуре запасов и в перспективе должны обеспечить значительную долю в структуре добычи.

Подводя итоги отметим, что сложившаяся геополитическая ситуация актуализирует развитие производства отечественного оборудования и услуг в сфере разведки и добычи нефти и газа, т.е. всестороннее импортзамещение. Кроме того, в ближайшие годы можно ожидать усиления конкурентной борьбы за место в энергетическом балансе углеводородов, добытых на шельфе арктических морей, произведенных в результате повышения нефте- и газоотдачи разрабатываемых месторождений и освоения глубоководных и нетрадиционных источников нефти и газа. Данное обстоятельство должно еще в большей мере стимулировать независимость российской энергетической сферы.

**Научный руководитель:** к.соц.н., доцент Ю.А. Яковлева

**СЫНЧИКОВА Д. А**

Санкт-Петербургский государственный университет

**ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА СТРАН  
АРКТИЧЕСКОГО СОВЕТА В КОНТЕКСТЕ ОСВОЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ**

**SYNCHIKOVA D.A**

St. Petersburg State University

**PROSPECTS FOR INTERNATIONAL COOPERATION BETWEEN THE ARCTIC  
COUNCIL COUNTRIES IN THE CONTEXT OF THE RUSSIAN ARCTIC  
DEVELOPMENT**

В работе предлагается обширная оценка состояния Арктики как уникального региона и его роль во взаимодействии на международной арене. Дело в том, что Арктический регион всегда демонстрировал миру беспрецедентную активность в международном сотрудничестве и выдвигаемых исходя из него инициативах. Это приоритетное направление не только в России, но и в других 7 странах, входящих в Арктический совет: в Канаде, Королевстве Дания (включая Гренландию и Фарерские Острова), Финляндии, Исландии, Норвегии, Швеции и, конечно же, США. В последнее время к обширным арктическим территориям заметно повышение интереса КНР: несмотря на то, что страна не располагает в регионе собственными землями, она старается получить доступ к природным ресурсам и разрабатывать инновационные подходы в экономической и научной сферах деятельности. Китай является наблюдателем Арктического совета, но стоит отметить, что его амбиции с каждым разом возрастают. В данной части статьи приводятся политические интересы каждого государства Арктического совета, общие проекты, противоречия и изменения во взаимодействии в связи

с осложнением внутривнутриполитических и экономических ситуаций из-за пандемии коронавируса.

**Особое понятие фронта на Арктических территориях.** Страны Арктического совета стремятся не только к добыче нефти и газа, как принято считать. Арктика - это идеальный регион для инновационного поиска и развития, поэтому то государство, которое имеет преимущества в рамках освоения Арктических пространств, по праву может считаться одним из самых мощных на международной арене. В данном контексте Арктику часто называют последним фронтиром человечества, однако что подразумевается под этим понятием и каково его основное свойство?

Фронтиром является передний край освоения, но, на взгляд автора, он не до конца передает смысл этого освоения в Арктике. Понятие фронта было введено американским историком Ф. Дж. Тернером в конце 19 века. В своей работе «Смысл фронта в американской истории» он писал о трудностях, с которыми пришлось столкнуться европейцам. Например, агротехническими проблемами, сложностями во взаимодействии с местным населением и их культурой, после чего вчерашние европейцы изменились и стали американцами. Стало быть, фронт - это не столько о запасах ресурсов, предпринимательстве и получении прибыли, сколько о вызове, который стимулирует к эволюции, творческому поиску и эксперименту. Исходя из этого автор предполагает, что несмотря на то, что разные страны имеют различные пружины развития, толчком к дальнейшей инновационной деятельности в Арктике является, в первую очередь, проблематика данного региона: изменчивый климат и суровые природные условия. Если государство впервые может устранить проблему или предлагает новый метод решения уже давно существующей, то оно мгновенно приобретает преимущества.

Что касается российских арктических фронтов, необходимо рассмотреть феномен ее рубежей освоения, которые проявляются по-разному. Почему это так важно для освоения именно Арктических территорий? Рубеж возникает только в особых ареалах, в которых сосредотачивается человеческий ресурс и энергия для преобразования либо около развитой инфраструктурной сети, либо вдоль береговой линии, либо рядом с некой сетью ресурсных объектов. В России особого внимания заслуживают следующие рубежи: Мурманская область как военно-морской рубеж и центр развития Арктической зоны Российской Федерации и Архангельская область как инфраструктурный рубеж с достаточно проблемными зонами добычи полезных ископаемых. В статье описаны черты каждого из рубежей, их уникальность и некоторые проблемные точки.

Упомянуты подходы «Газпрома», «Лукойла» и «Роснефти» к арктическому освоению.

**Стратегии стран Арктического совета и их реализация.** Страны, имеющие Арктическую зону, разработали и продолжают работать над стратегическими документами по ее развитию. Сквозными целями в рассмотренных автором документах являются сохранение окружающей среды и кооперация с другими странами Арктического совета. Конкретными направлениями международного сотрудничества являются освоение ресурсов континентального шельфа, мониторинг арктической среды, безопасность в сфере транспорта и навигации в арктических морях, а также урбанизация, повышение условий жизни граждан и более целесообразное распределение ресурсов. В статье автор также рассматривает стратегию развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г. и выделяет ее основные положения.

**Психологический аспект арктических партнерств и особые стереотипы поведения.** Существуют также особые стереотипы поведения арктических сообществ, которые способствуют достижению успеха в арктических партнерствах. Фундаментальной чертой является кооперативность, присущая арктическим природным системам, что отмечается в работах С. С. Шварца по эволюционной экологии северных экосистем. В своей статье автор акцентирует внимание на том, что суровые природные условия не подразумевают жесткую конкуренцию, а наоборот, предполагают некое добровольчество и даже волонтерство. Однако необходимо отметить, что кооперативность имеет под собой не только экономические интересы, как принято считать в современном обществе, в котором экономика является двигателем прогресса, но и биологическую подоплеку. Резкие перепады температур, слабая минерализация почв, непродолжительность светового дня, частые перепады атмосферного давле-

ния и ультрафиолетовая недостаточность приводят к снижению возможностей человеческого организма, поэтому нахождение в данных условиях в любом случае приводят к взаимопомощи и поддержке.

**Роль арктического предпринимательства и модели реализации экономической политики.** В рамках темы о кооперации упоминается арктическое предпринимательство как одно из наиболее перспективных направлений в реализации экономической политики в регионе. Интересно, что страны Арктического совета имеют три разные модели предпринимательской экономики, а это значит, что каждая из них по-особому подходит к этой области своего развития. Можно выделить англосаксонскую (США и Канада), скандинавскую (Дания, Финляндия, Норвегия, Швеция) и отдельно заслуживает внимание российская модель с наименее развитым арктическим предпринимательством. В статье автор анализирует сходства и различия данных подходов, а также проблемы, с которыми страны сталкиваются в процессе арктического предпринимательства.

**Заключение.** Возможно ли, учитывая нестабильность арктического региона, сделать точный прогноз на ближайшее будущее? Как Россия будет развиваться на данных территориях? Изменится ли ее стратегия еще через несколько лет или Россия будет следовать намеченному пути? Однозначного ответа на данные вопросы дать не получится из-за специфических особенностей арктических территорий. Здесь необходимо использовать особые методы прогнозирования.

Постепенно происходит адаптация инфраструктуры под постоянное миграционное движение и изменяющееся количество населения путем расширения городских агломераций и усиления их роли. В дополнение к этому идет наращивание научного потенциала путем финансирования научно-исследовательских центров, привлечение талантов, а также стран не из Арктического совета, таких как Белоруссия, обладающих немалым собственным потенциалом. Более того, немаловажным фактором является изучение психосоматики человека и его работоспособности в суровых природных условиях для обеспечения комфорта работы в будущем. В заключение, автор делает акцент на том, что Российская Арктика находится на новом этапе освоения. Он значительно отличается от тенденций, которые прослеживались в Советское время. Это крупная инновационная платформа, которая буквально обречена дать толчок для развития науки, промышленности, экономики и международного сотрудничества.

**Научный руководитель:** д.и.н, профессор Л. С. Хейфец

**ТАХМАЗИДИ И.И.**

Санкт-Петербургский государственный университет

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО УРЕГУЛИРОВАНИЯ КОНФЛИКТОВ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЕ**

St.Petersburg State University

## **ACTUAL PROBLEMS OF LEGAL SETTLEMENT OF CONFLICTS IN THE ECONOMIC COMPETITIVE ENVIRONMENT**

Конкуренция это деятельность экономических агентов, целью которых является получение установленных ограниченных ресурсов, за достижение которых стороны прибегают к определенным усилиям. Соответственно субъекты взаимодействуют между собой для реализации своих целей, что в свою очередь также приводит к конфликтам, поскольку конкуренция предполагает соперничество, противостояние и состязательность участников рынка. Конкуренция представляет из себя инструмент благодаря которому субъекты добиваются преимущества перед своими конкурентами, предлагая потребителям более выгодные предложения, сам рынок, механизм его действия не могут нормально существовать без развитых форм конкуренции.

Экономист Галина Гукасян описывает конкуренцию как борьбу на рынке ради достижения своих целей, наращивания капитала, стремления достичь превосходства над своими конкурентами, а в зависимости как от моральных устоев, так и материальных возможностей, экономические агенты, принимают решение, каким способом достигать преимущества на конкурентном рынке, использовать добросовестные методы, одобренные большинством т.е. использовать инструменты честной, добросовестной конкуренции, либо прибегать к недобросовестным методам и преувеличивать свое положение, нарушая как устоявшиеся обычаи рынка, так и законы государства. Крайне активная деятельность направленная на подавление потребительского спроса своего конкурента разрушает устоявшиеся нормы в организации общества, что соответственно приводит к конфликтам.

Сам рынок можно представить как множество экономических конфликтов, которые выражаются в форме конкурентной борьбы, позиционного торга, сделок, которые сопряжены с переговорами, согласованиями и компромиссами. Т.е. можно сказать, что конкуренция представляет из себя конфликт в экономической сфере деятельности, конфликт интересов, сторон, которые будь то на локальном рынке борются за увеличение спроса и прибыли, так и на глобальном за раздел сфер влияния.

Как именно проявляется конфликтное взаимодействие участников рынка? На данный момент, с точки зрения права, мы можем выделить такие формы, как злоупотребление доминирующим положением, антиконкурентные соглашения и согласованные действия, недобросовестная конкуренция, действия органов, власти ограничивающие конкуренцию. Перечисленные выше аспекты помогают утверждать, что конкуренция обладает довольно обширным конфликтным потенциалом, соответственно для того, чтобы конкуренция работала на общее благо экономики и общества, государство посредством исключительной монополии на право, формирует кодексы, законы и иные нормативно-правовые акты, благодаря которым, конкурентное взаимодействие не переходит общепризнанных границ взаимодействия между экономическими агентами, не нарушает принятые на рынке обычаи, не создает атмосферу анархии. Правовая защита конкуренции — это совокупность норм частного и публичного права, регулирующих отношения между государством, хозяйствующими субъектами и гражданами. Ссылаясь на федеральный закон № 135 «О защите конкуренции», можно утверждать, что в интересах государства лежит идея по усовершенствованию правового регулирования отношений в экономической конкурентной среде. Поэтому необходимо пояснить, как право определяет конкурентную среду и какие законы существуют, которые строят границы правового взаимодействия экономических агентов и как данные законы урегулируют конфликты в рыночных отношениях. Основным законом, регулирующим конкуренцию, является нормативно правовой акт «О защите конкуренции». Настоящий Федеральный закон определяет организационные и правовые основы защиты конкуренции, в том числе предупреждения и пресечения: монополистической деятельности и недобросовестной конкуренции, кроме того государство следит за недопущением какого-либо ограничения, устранения конкуренции федеральными органами всех ветвей власти, включая подконтрольные им Федеральные органы. Основной целью данного Федерального закона является обеспечение единства экономического пространства, свободного перемещения товаров, свободы экономической деятельности в РФ, защита и создание условий для эффективного функционирования товарных рынков. Главным органом, регулирующим конкуренцию, является Федеральная антимонопольная служба.

Итак, основные функции антимонопольного органа: обеспечение соблюдения антимонопольного законодательства всеми органами власти, всеми юридическими и физическими лицами во всех сферах деятельности; выявление нарушения антимонопольного законодательства, применение мер по прекращению нарушения антимонопольного законодательства и привлекает к ответственности за такие нарушения; не допускает монополистической деятельности и недобросовестной конкуренции; осуществление государственного контроля за экономической концентрацией. Как мы видим из данного закона вытекает, что именно государство, посредством права определяет, что есть конкуренция и какие совершенные действия хозяйствующими субъектами нарушают границы права и в связи с фактом нарушения границ подзаконных актов, легитимная конкуренция перерастает, в такое состояние, как вне конку-

ренции, в такое положение, где конфликт в условиях рыночных отношений перестает быть правомочным.

Антимонопольный орган удерживает конфликт в рамках права, не давая легальной, т. е. санкционированной законом конкуренции перерасти себя и превратиться в недобросовестную конкуренцию, либо обратиться в монополию, пожалуй это главное для чего существует данный аппарат практически во всех государствах базирующихся на частной собственности, частном праве и свободных рыночных отношениях. Поэтому можно сказать, что конфликт в экономике отражается в праве как конкуренция, а значит конкуренция есть правовое определение экономического конфликта, а в соответствии с этим оно получает легальную и легитимированную формы, выражающуюся как соревнование ради прибыли. Но когда экономический конфликт выходит за рамки права, то конкурентная среда соответственно изменяется от достаточной и не разрушающей сам конкурентный способ взаимодействия до избыточной, постоянно работающей на её разрушение, т. е. ослабления до степени полного упразднения.

В данной работе было проведено исследование, направленное на выявление взаимосвязи конкуренции и конфликта, как данные рыночные отношения регулируются государством. Из описанного следует, что конкуренция — это борьба, а итогом борьбы является чье-то поражение и чья-то победа, но так как конкуренция — это часть рынка, а рынок формирует привычное нам понимание экономики, то данный аспект подчиняется непосредственно праву, поэтому роль государства стоит понимать как роль арбитра, государство не может искоренить конкуренцию и все вытекающие из нее конфликты, оно может лишь регулировать данные отношения и определять для них рамки дозволенного.

#### **Список литературы:**

1. Кара А.Н., Минина А.П. Анализ подходов к сущности понятия “конкурентоспособность” // КНЖ. 2016. №1.
2. Гукасян Э.Т. Экономическая теория. // СПб.: Питер, 2005.
3. Шилов В. Н. Человек и конкуренция как форма социального взаимодействия // Философия. Социология. Право. 2012. №2.
4. Mark J.C. Economic Competition, Market Power, and Conflict // Department of Political Science University of North Carolina. 2010.
5. Coleman P.T. Deutsch M. Cooperation, Competition, and Conflict // Morton Deutsch. 2015.
6. Мартыненко Г.И., Мартыненко И.П. Правовая защита конкуренции: учебное пособие. М., 2016.
7. Федеральный закон от 26.07.2006 N 135-ФЗ (ред. от 01.03.2011) «О защите конкуренции» (принят ГД ФС РФ 08.07.2006).

**Научный руководитель:** д.п.н., профессор А.И. Стребков

**ШАРАФУТДИНОВА Л.Р.**  
Вологодский государственный университет

**ДЕЛОПРОИЗВОДСТВО И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ**

**SHARAFUTDINOVA L. R.**  
Vologda State University

**OFFICE MANAGEMENT AND MANAGEMENT TECHNOLOGIES IN MODERN  
SOCIETY**

В работе даны основные понятия документационного обеспечения управления человеческими ресурсами, их сущностное изменение под влиянием экономических, социальных и политических факторов. Описана необходимость и важность делопроизводственного обеспечения управления человеческими ресурсами в сфере образования. Отражены проблемы необходимой систематизации и всестороннего исследования терминологии делопроизводства.

Проблема кадрового и делопроизводственного обеспечения системы управления персоналом достаточно актуальна и представляет научный и практический интерес в связи с тем, что роль деятельности кадровой службы в общей системе управления обуславливается ее функциями, основой которых является деятельность, связанная с документированием трудовых отношений и организацией работы с персоналом. Мировой и отечественный опыт наглядно демонстрирует тот факт, что именно человеческие ресурсы (или, другими словами, кадровый потенциал организации) являются тем ключевым элементом системы управления, воздействуя на который можно поднять на качественно новый уровень развития любое предприятие, регион и экономику в целом. Без их участия нельзя эффективно использовать ни финансовые, ни информационные, ни материально-вещественные факторы производства [1, с. 102]. В современных условиях необходим новый концептуальный подход к человеческим ресурсам, нужны новые формы и методы управления кадровым потенциалом. Составной частью управления любой организационной системой является делопроизводство – отрасль деятельности, обеспечивающая документирование (обеспечение своевременного и правильного создания документов) и организацию работы с официальными документами (получение, передача, обработка, учет, регистрация, контроль, хранение, систематизация, подготовка документов для сдачи в архив, уничтожение) [2, с. 233]. Управление как вид профессиональной деятельности базируется на обоснованном применении управленческих технологий. В самом общем виде понятие «технология» объединяет действия и способы преобразования организационных ресурсов для получения желаемых результатов. Соответственно, управленческую технологию можно определить, как выстроенную в определенной последовательности и оптимизированную систему действий субъектов управления, ориентированную на наиболее эффективное достижение целей организации [3, с. 376]. В целом тенденции управления человеческими ресурсами имеют глобальный характер и отражают поиски передовых компаний в создании высокоэффективных систем реализации творческого и производительного потенциала. В уходящем веке в теории и практике управления произошла смена концепций кадрового менеджмента, обусловленная изменениями в экономическом, социальном, техническом развитии общества [4, с. 875]. Если говорить о системе образования, то в этой сфере цель управления персоналом состоит в том, чтобы создать команду, способную удовлетворять требованиям ее реформы и требованиям задаваемых ею стандартов, обеспечивать качество, увеличить вклад персонала управления в решение поставленных задач в целях обеспечения запросов общества. В современном обществе образовательным учреждениям требуется системный подход к организации управления, следовательно, возникает необходимость документационного обеспечения управленческой деятельности. Каждый этап процесса принятия управленческого решения в образовательном учреждении самым тесным образом связан с документационным обеспечением управления.



Документационное обеспечение управления в образовательных учреждениях требует создания многих видов управленческих документов, без которых невозможно решать задачи планирования, финансирования, оперативного управления, кадрового обеспечения деятельности учреждения. Без правильной постановки делопроизводства в организации невозможно справиться с потоком документов, оборачивающихся в ней, быстро найти требуемый документ и навести по нему справки, проконтролировать его исполнение и обеспечить сохранность.

Перед директором организации стоят сложные задачи по планированию, организации, контролю деятельности. И все чаще перед управленцами встают вопросы по рациональному управлению кадрами. Управление персоналом в образовательной организации может быть стратегическим (обеспечивать условия конкурентоспособности и долгосрочного развития), тактическим (осуществляется текущая кадровая политика, подбор и расстановка кадров, мотивация и стимулирование, повышение квалификации) и оперативным (направленное на решение текущих задач). Система управления персоналом позволяет формулировать цели, функции, организационную структуру управления, устанавливать вертикальные и горизонтальные взаимосвязи.

Поиск путей эффективного управления человеческими ресурсами в образовательной организации обуславливает необходимость определения ведущих принципов как руководящих идей, положенных в основу данного процесса. Среди них можно выделить следующие: системность, многообразие, открытость, учет индивидуально-психологических качеств людей, учет социально-психологических основ развития коллектива, преемственность и опора на традиции, корпоративная культура.

Характеризуя степень научной разработанности проблематики кадрового и делопроизводственного обеспечения системы управления человеческими ресурсами, стоит отметить, что данная тема уже была освещена в ряде работ, которая используется в делопроизводственной практике в целом.

Делопроизводственная деятельность, ее формирование и развитие рассматривалась в рамках отечественной историографии (труды по истории России В. О. Ключевского, С. М. Соловьева и др.). Непосредственно к изучению и описанию истории делопроизводства в Российском государстве ученые обратились только в середине XX века (работы К. Г. Митяева, М. П. Илюшенко, Н. П. Ерошкина и др.). В данных исследованиях отражены основные этапы развития делопроизводственной деятельности, отмечается ее прямая зависимость от системы государственного управления. Терминологические обозначения в этих исследованиях представлены лишь в тех случаях, когда дается описание истории создания тех или иных документов.

Терминология делопроизводства частично отражена и в работах по исторической лексикологии, в рамках которой изучались особенности делового языка (работы С. С. Волкова, С. И. Коткова, Е. Э. Биржаковой, Л. А. Войновой, Л. Л. Кутиной и др.).

Осмысление теоретических и практических аспектов документационного обеспечения управления, определению их ключевых понятий представлено трудами Я.З. Лившица, В.А. Цикулина, Т.В. Кузнецовой, А.Н. Соковой, М.В. Ларина, В.С. Мингалева, В.М. Магидова, А.В. Пшенко, И.Л. Бачило, В.Д. Банасюкевича, А.С. Красавина, В.И. Андреевой, В.Ф. Янковой, С.Л. Кузнецова и др.).

Принципиальное значение для разработки темы исследования имеют работы К.Г. Митяева, который первым предложил термин "документоведение" и внес большой теоретический и практический вклад в становление документоведения как научной дисциплины. К.Г. Митяев впервые систематически изложил историю делопроизводства в дореволюционной России и СССР, выделив основные периоды его развития, специфику различных типов делопроизводства, показав взаимосвязь делопроизводства с соответствующими системами построения государственного аппарата, взаимообусловленность развития делопроизводства и архивного дела. Последующие учебные пособия Историко-архивного института в основном лишь увеличили объем излагаемого материала по истории делопроизводства, расширив хронологические рамки охватываемого периода.

В 70-80-е годы появились учебные пособия Т.В. Кузнецовой, Я.З. Лившица, М.П. Илюшенко и других ученых, которые развивают документоведение как научную дисциплину и отражают вопросы терминологии документа и систем документации, функции документа и их развитие, роль документации в процессах управления, ставят основополагающие для документоведения вопросы документообразования, рассматривают проблемы влияния электронно-вычислительной техники на документационное обеспечение управления.

Работы по проблемам управления образованием в целом, в том числе и по вопросам документационного и информационного обеспечения управления образованием Российской Федерации, теоретические предпосылки управления образовательными системами в условиях их реформирования рассматривает А.В.Ефремов, Г.А. Балыхин раскрывает экономические методы управления образованием. Такие исследователи как М.Л. Агранович, А.В. Полетаев и А.В. Фатеева рассматривают вопросы состава и сбора информации, подготовки документов по разработке макетов для ежегодных публичных докладов о состоянии и результатах деятельности системы образования на федеральном, региональном и субрегиональном уровнях, и отчетов общеобразовательных учреждений.

Таким образом, анализ научных работ по делопроизводственной терминологии показывает, что исследования в данной области ограничены либо описанием терминологии определенного исторического периода (прошлых эпох), либо характеристикой терминов какой-либо конкретной и узкой области.

Обзор основных источников (ГОСТов, словарей, учебной и справочной литературы), отражающих терминологические единицы сферы делопроизводства, а также научных работ показывает, что данная терминология разрабатывается, как правило, с ориентацией по преимуществу на отдельные ее стороны, что приводит к известной фрагментарности описания. Для устранения этой фрагментарности необходимы систематизация и всестороннее исследование данных терминов.

В наше время в связи с изменением политических, социально-экономических условий наблюдаются активные процессы вовлечения терминов исследуемой области в самые разные отрасли жизнедеятельности. Эти процессы в первую очередь требуют нормализации корпуса терминологических обозначений. Такая нормализация может быть осуществлена при специальном научном исследовании делопроизводственной терминологии с учетом достижений современной науки.

#### **Список литературы:**

1. Баскаков, М.И. Делопроизводство: конспект лекций / М.И. Баскаков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 378 с.
2. Пирогов, А.И. Философия управления как методологическая основа социального управления в информационном обществе / А.И. Пирогов, И.Ю. Привалова // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2014. – № 1 (1). – С. 108-117.
3. Управление персоналом организации: учебник / под ред. А.Я. Кибанова. – М.: ИНФРАМ, 2014. – 695 с.
4. Гернега, К.С. Мировой опыт управления человеческими ресурсами в сфере образования: материалы 67-й научной конференции в сборнике Наука ЮУрГУ / К.С. Гернега, Н.Ш. Гафуров. – 2015. – С. 875-879.

**Научный руководитель:** д. филос. н., доцент И.Н. Тяпин

**ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ ВЕДЕНИЯ ПЕРЕГОВОРОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ  
ИНЖЕНЕРОВ**

**SHERSTNEV V.A.**  
Saint-Petersburg mining university

**SKILLS DEVELOPMENT OF NEGOTIATION DURING TRAINING OF ENGINEERS**

Переговорами занимается каждый и везде, независимо от профессии, возраста и месторасположения. Во многих отраслях это настолько важный процесс, что от него зависят жизни людей, животных, экосистемы. Эти факторы дают понять, что искусству переговоров должен быть обучен любой специалист и, конечно, инженер.

Переговорный процесс позволяет сторонам договориться о деталях сделки, в результате которой одна сторона приобретает, а другая теряет. При этом переговоры - это «динамический процесс со сложной структурой, оказывающий влияние не только на общий результат, но и на его участников» [1, с. 51]. Однако во время переговоров может быть создана дополнительная ценность – шанс добиться обоюдной выгоды для сторон.

Существует большое количество техник, с помощью которых возможно добиться компромисса, а также избежать конфликтной ситуации. Для обучения необходимо выделить самые важные аспекты, которые приводят к успешному решению наиболее часто.

Если обратиться к опыту зарубежных коллег, которые рассматривают переговоры в течение долгого времени, то увидим «Гарвардский метод», который заключается во взаимной выгоде. Проблема, которую каждый хочет решить, должна стать общей, т.е. «ваш» оппонент должен стать «вашим» партнером, У. Ури сравнивает это с нахождением в одной лодке посреди озера, океана и т.д.. Суть метода состоит в том, чтобы не «задавить» своего оппонента аргументами, а понять, что проблема касается обоих.

Ятманова М.Г. в своем учебно-методическом пособии говорит о том, что существует такое понятие, как НАОС – наилучшая альтернатива обсуждаемому соглашению. НАОС – это весьма полезное при подготовке к переговорам понятие, буквально означающее – план действий в том случае, если данные переговоры закончатся провалом, и мы не достигнем своей цели [3]. У иностранных коллег также можно заметить такое определение, только на английском языке – «BATNA». То есть, мы видим переплетения тактик у разных людей, которые изучают данный процесс, что может говорить об эффективности данного метода.

Таким образом, переговорный процесс является одной из главных составляющих наших взаимоотношений. От результата переговоров очень часто зависит не только то, в какой ресторан пойти или какое кино посмотреть с семьей, но и очень важные глобальные вопросы. В профессии инженера данный процесс является неотъемлемой частью его взаимоотношений с руководителем и коллегами, так как способность преподнести свое решение и быть гибким в разговоре с людьми окажут положительное влияние на любой коллектив.

**Список литературы.**

1. Ашурков А.А. Психологические условия эффективного ведения деловых переговоров // Вестник МИТУ–МАСИ. 2018. № 2. С. 51-55. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologicheskie-usloviya-effektivnogo-vedeniya-delovyh-peregovorov/viewer> (дата обращения: 01.03.2021).
2. Ятманова М.Г. Ведение переговоров. Стратегии и тактики: учебно-методическое пособие. СПб.: СПбГУ, 2012. С. 5.

**Научный руководитель:** к.ист.н., доцент Е.С. Новикова

## **Секция 18. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**АЛЕКСЕЕВА И.Д.**  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

### **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЖИЛОГО РАЙОНА И ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИЙ Г. ЗЕЛЕНОДОЛЬСК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**ALEKSEEVA I.D.**  
Saint-Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering

### **REORGANIZATION AND DEVELOPMENT OF THE CENTRE LIVING DISTRICT AND RIVERSIDE TERRITORIES OF ZELENODOLSK REPUBLIC OF TATARSTAN**

В работе предлагается преобразование и развитие центрального жилого района и прибрежной территории г. Зеленодольск. Проведение комплексного градостроительного анализа исследуемой территории, для определения проблем центрального жилого района и прибрежной территории, поиска отечественных и зарубежных аналогов по выявленным проблемам, и построения комплексной модели преобразования и развития исследуемой территории.

**Актуальность** научно-исследовательской работы обусловлена необходимостью совершенствования планировки и застройки центрального района, и преобразованием прибрежной территории. Исследование направлено на создание благоприятной среды жизнедеятельности, устойчивого развития города, обеспечение экологической безопасности, сохранение природного и культурного наследия.

В рамках данной научно-исследовательской работы прибрежные территории понимаются как территории, ограниченные с одной стороны водной поверхностью – р. Волгой, с другой стороны крупными планировочными элементами (улицами, ж/д линиями, границами промышленных территорий), учитывая целостность восприятия рассматриваемой территории.

**Целью** исследования является разработка направлений преобразования и развития центрального жилого района с прибрежной территорией в городе Зеленодольск. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи исследования**:

1. Проанализировать историческое развитие города;
2. Провести комплексный градостроительный анализ центрального жилого района и прибрежной территории;
3. Выявить проблемы исследуемой территории;
4. Определить критерии выбора мировых аналогов;
5. Изучить отечественный и зарубежный опыт в преобразовании жилых районов и прибрежных территорий;
6. Выявить возможности и приемы градостроительного проектирования с использованием новых технологий и опыта передовых стран;
7. Предложить основные принципы и методы формирования модели развития и преобразования центрального жилого района с прибрежной территорией;
8. Сформировать систему единого зеленого каркаса;
9. Разработка комплексной модели преобразования и стратегия развития;
10. Обосновать проектное предложение;

**Объектом** исследования является центральный жилой район, а именно центральная часть города и прибрежная территория со сложившейся планировочной структурой промышленных зон.

**Предметом** исследования являются поиск принципов, методов, и ландшафтно-градостроительных и урбоэкологических подходов по преобразованию и развитию жилого района и прибрежной территории.

**Границами** исследования выступает ветка железной дороги Казань-Йошкар-Ола, Куйбышевское водохранилище, граница Республики Марий-Эл и Зеленодольское лесничество.

Зеленодольск – один из молодых, индустриально развитых городов Республики Татарстан, расположен на левом берегу Волги, в 38 км от Казани. Зеленодольск является вторым по значимости субъектом Казанской агломерации, Столичного экономического района Татарстана и Казанско-Зеленодольского территориально-промышленного узла. На схеме №1 представлено административное расположение города Зеленодольск

Площадь территории города Зеленодольск- 37,7км<sup>2</sup>

Численность населения города Зеленодольск- 100 039 чел. (2020 г.)

Средняя плотность населения - 2 633 чел./км<sup>2</sup>

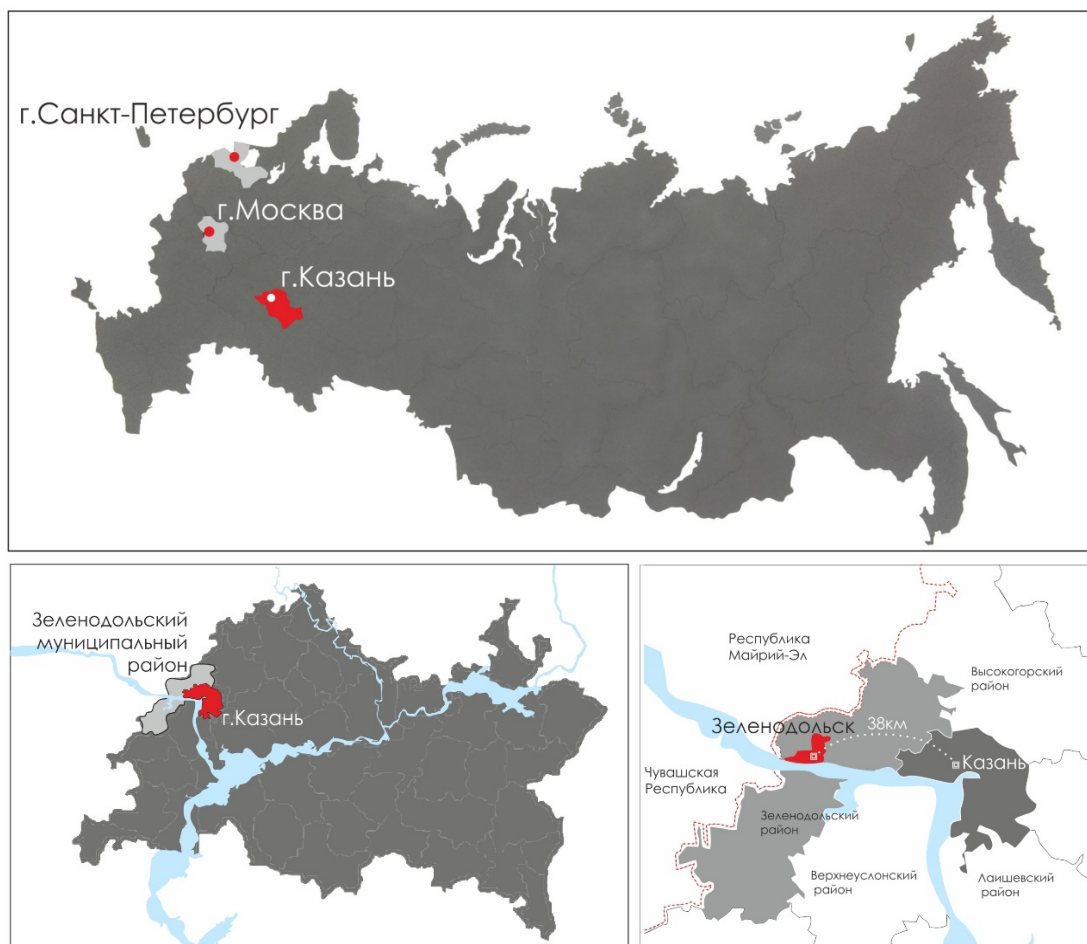


Рисунок 1 – Административное расположение города Зеленодольск

Территория будущего города и его окрестности были издавна освоены человеком. История образования самого города начинается около 1820 года. Город возник на месте марийского посёлка Порат, входящего в Большепаратскую сотню. С 1897 года посёлок носил название Паратский затон (Паратск). С конца XIX века затон стал местом зимовки и ремонта речных судов, что положило начало Зеленодольскому судостроительному заводу (ныне Зеленодольский завод им. Горького).

Середина 90-х годов XIX века - начало зарождения производственных предприятий будущего города. Большинство промпредприятий города Зеленодольска являются градо- и бюджетообразующими, в производственной сфере занято более 40% трудоспособного населения города.

Территория исследования была условно разделена на 2 части с целью нахождения на каждой проблематики и возможности развития. В качестве первой части исследуемой территории выступает центральный жилой район, который располагается на севере исследуемой территории. В качестве второй части исследуемой территории выступает промышленная зона, которая находится на прибрежной части города. На схеме №2 представлена ситуационная схема города Зеленодольск.



Рисунок 2 – Ситуационная схема города Зеленодольск

В центральном жилом районе планировочная организация представлена регулярной структурой с прямоугольной сеткой дорог. Селитебная центральная района г. Зеленодольска в западной его части образована многоквартирной жилой застройкой различной этажности (3-5- 10 эт.), объектами обслуживания, разрозненными коммунальными и производственными объектами. Северо-восток центрального района застроен, в основном, жилыми домами усадебного типа. В среднем квартал секционной застройки занимает территорию 4-7 га, усадебной – около 2 га.

Существующим центром западной части г. Зеленодольска можно считать территорию улиц Ленина, ул. Татарстан, ул. Гоголя, ул. Гагарина. Промышленная территория исторически сложилась и располагается на первой надпойменной террасе р. Волги, на юге городской территории. Она трансформировалась в современную производственно-коммунальную зону г. Зеленодольска. В настоящее время в производственно-коммунальной зоне сосредоточены основные склады продовольственных и промышленных товаров для обслуживания населения города, в подавляющем большинстве - неотапливаемые. Здесь же расположено овощехранилище, городские очистные сооружения.

Главными проблемами выступают:

1. Транспортный коридор, который состоит из железной дороги и автомобильной дороги городского значения; который полностью отрезает селитебную зону от воды;
2. Промышленная зона, которая располагается на прибрежной территории города, и занимает более 3 км берегового фронта.

В ходе комплексного градостроительного анализа было выявлено:

1. Природно-экологический каркас г. Зеленодольск не имеет целостности между элементами каркаса: природные объекты разбросаны по территории города, между экологическими коридорами и ядрами не прослеживаются зеленые коридоры.

2. Город обладает выгодным транспортно-географическим положением, находясь на пересечении всех основных видов транспортных магистралей. По р. Волге обеспечивается выход к Каспийскому, Азовскому, Черному, Белому и Балтийскому морям. Железнодорожный транспорт и автомобильные дороги связывает город Зеленодольск с городами регионов Российской Федерации во всех направлениях.

3. Зеленодольск не является городом с компактной территорией — некоторые его части достаточно удалены от центра и других, а местность между ними временами имеет непростой рельеф. Город пока не имеет широкого и удобного выхода к Волге, хоть и тянется вдоль неё на 9 километров.

4. Озелененные территории города не разграничивают различные функциональные зоны города, они не подчеркивают основные планировочные оси, не выделяют композиционно и функционально важные точки.

5. По результатам исследования процессов исторического освоения и развития территории, установлено, что территория развивалась как промышленная и не меняла своей направленности.

Комплексная градостроительная реконструкция производственных территорий позволит преобразовать территории в социально ориентированные, экологически эффективные и экологически безопасные пространства.

По итогу комплексного градостроительного анализа исследуемой территории центрального жилого района и прибрежной территории города Зеленодольск были выделены следующие критерии выбора аналогов, для изучения отечественных и зарубежных опытов:

1. Прибрежные промышленные территории на больших реках;
2. Жилые районы 19-20 века застройки при промышленных комплексах;
3. Промышленные районы крупных городов;
4. Прибрежные поселения в системе транспортных коридоров;
5. Поселения, находящиеся при мостах через крупные реки;
6. Ревитализация промышленной набережной;
7. Схожесть проблематики прибрежных территорий;

**Научный руководитель:** доктор архитектуры, профессор кафедры Градостроительства СПбГАСУ А.Г.Вайтенс

**АЛСИХ А.С.М.**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ДЕЛОВОГО ТУРИЗМА СО  
СПОРТИВНОЙ ФУНКЦИЕЙ В ГОРОДЕ ЭЛЬ-МУКАЛЛА  
(ЙЕМЕНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

**ALSEH A.S.M.**

Saint-Petersburg Mining University

**BASES FOR FORMING A BUSINESS TOURISM COMPLEX WITH SPORTING  
FUNCTION IN THE CITY OF EL-MUKALLA (YEMEN REPUBLIC)**

Деловой туризм – один из важнейших и стремительно развивающихся элементов в экономике Йемена. При постоянно растущей потребности в сфере туристической и популяризации бизнес-туризма уровень развития в стране деловых туристических центров не позволяет полностью обеспечить данное направление и требует повышения качества среды в соответствии с мировыми стандартами.

Республика Йемен находится в Юго-Западной Азии, на юге Аравийского полуострова, занимает 49-е место в мире по численности населения (более 30 миллионов человек) и по площади территории (527 970 км<sup>2</sup>). Йемен состоит из 22 провинций, которые делятся на кады, кады – на нахии. Сана – самый крупный город и столица Йемена.

Архитектура Йемена имеет уникальный, восточный колорит, который является результатом сохранения традиционных принципов и приёмов, строительных технологий. Городская архитектурно-пространственная среда сформировалась с учётом особенностей народного зодчества и региональных традиций. Влияние архитектурных традиций Великобритании проявилось в южных провинциях страны на протяжении почти 130 лет, начиная с 1839 года.

В настоящий период в Йемене есть все ресурсы (статус страны, местоположение, климатические особенности, разнообразие горного и прибрежного природных ландшафтов, топографии, наличие большого количества островов, среди которых ближайший к Эль-Мукалла – остров Сокотра) для выведения сферы делового туризма на высокий уровень и интеграции в общемировое сообщество.

Концепция создания современной инфраструктуры делового туризма со спортивной функцией, отвечающей актуальным потребностям, соответствует международным стандартам к качеству услуг в данной сфере. Спортивная функция в проекте будет представлена горнолыжным комплексом, включающим первый горнолыжный парк в Йемене и второй на Ближнем Востоке после парка *Ski Dubai*. Предлагается также название парка – *Ski Mukalla*.

Деловой туризм сегодня – это деловые встречи, конференции, семинары, выставки и поиск бизнес-партнеров, сотрудничество и повышение квалификации специалистов, обмен опытом, информацией и ценными идеями для дальнейшего развития бизнеса. Он включает индивидуальные и групповые деловые поездки руководителей и сотрудников, участие в мероприятиях, организуемых промышленными и торговыми корпорациями, участие в съездах, конференциях, семинарах, устраиваемых политическими, экономическими, научными, культурными, религиозными и другими организациями, посещение торгово-промышленных выставок и ярмарок и участие в их работе, бизнес-курсы, бизнес-тренинги, поощрительные поездки для сотрудников и клиентов. Обычно насыщенная деловая часть сочетается с обширной экскурсионной программой. На данный момент многофункциональные деловые комплексы, которые реализованы, не включали в свои структуры спортивные функции.

Многофункциональный комплекс делового туризма предполагается общей площадью больше 5 тыс. м<sup>2</sup>, и будет включать общественно-деловую, спортивную и культурно-развлекательную виды деятельности. Горнолыжный парк будет играть главную роль в структуре многофункционального комплекса и являться туристической достопримечательностью. Предполагается, что это будет первый в стране парк, который дает опыт катания на лыжах по искусственному снегу, несмотря на климатический пояс.

Для полноценного функционирования современного бизнес-центра и удовлетворения всех потребностей общества, следует обозначить несколько важных критериев архитектурных и объемно-планировочных решений:

- универсальность;
- смена традиционного функционального доминирования в структуре многофункционального туристического комплекса и обеспечение механизма гибкой трансформации функций;
- архитектурно-художественный образ и функциональное планировочное решение всех составных частей комплекса рассчитаны на синтез национальных традиций и мировых тенденций в архитектурной практике;
- условия для работы и общения должны быть организованы на основе единой универсальной модели.

Таким образом, функциональная направленность деловых центров должна учитывать современную популярность бизнеса как самостоятельной структуры и возможность развития бизнеса практически из любой отрасли человеческой деятельности, что предполагает



многофункциональную направленность деловых комплексов. Объекты культурного наследия и их транспортная и пешеходная доступность относительно делового комплекса напрямую влияют на уровень предоставляемого сервиса и, как следствие, на возможность устойчивого развития. Развитая транспортная инфраструктура, в том числе сухопутная и морская, является одним из основополагающих факторов при проектировании многофункциональных комплексов делового туризма. Адаптивное проектирование и гибридность современных деловых комплексов – необходимое условие долгосрочного функционирования. Реализация данного многофункционального комплекса будет способствовать преодолению социальной замкнутости и функционального однообразия прилегающей с запада депрессивной территории, отразится на устойчивом развитии городской среды Эль-Мукалла и региона в целом.

**Научные руководители:** доцент кафедры архитектуры М.П. Копков, зав. кафедрой архитектуры, к. архитектуры, доцент И.В. Поцешковская

**БАРЫШНИКОВА Е.Е.**

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

#### **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА РЕКЕ КАМА В ГОРОДЕ НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН**

**BARYSHNIKOVA E.E.**

Saint-Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering

#### **TRANSFORMATION AND DEVELOPMENT OF THE KAMA RIVIER'S COASTAL AREAS IN THE CITY OF NABEREZHNYE CHELNY REPUBLIC OF TATARSTAN**

В работе предлагается преобразование и развитие прибрежных территорий города Набережные Челны на основании проведенного комплексного градостроительного анализа исследуемой территории. В ходе анализа участка были выявлены проблемы, определены потенциал и возможности преобразования прибрежных территорий реки Камы, проведен поиск и анализ зарубежных и отечественных аналогов.

**Актуальность исследования** определена необходимостью преобразовать прибрежные зоны города Набережные Челны, так как в данный момент территория имеет проблемы, связанные с градостроительной, социальной, экономической и экологическими сферами. Необходимо переосмыслить прибрежные территории с учетом существующих факторов, таких как функциональное наполнение, ландшафтный урбанизм для формирования устойчивой планировочной структуры.

В процессе развития города Набережные Челны приречные территории реки Кама являлись важнейшим градоформирующим и стратегическим объектом. Возле вод развивался и формировался город, по воде осуществлялась основная связь между соседними городами и рекой Волга, река служила основным торговым путем. Именно с созданием речного порта город начал расти и формироваться.

Территория, прилегающая к реке Кама, имеет особое значение для города, поэтому необходимо насытить береговые территории города жизнью, создать зеленый каркас, соединив и преобразовав уже существующие рекреационные зоны.

Прибрежные территории реки Камы на перспективных участках градостроительного развития могут стать качественно новыми для города по средовому и пространственному решению.

В рамках данной научно-исследовательской работы прибрежные территории ограничены с одной стороны водой, с другой – крупными планировочными элементами (улицами, магистралями) с учетом целостности восприятия рассматриваемой территории.

**Цель исследования.** Определение направлений градостроительного преобразования и разработка модели по развитию прибрежной территории города Набережные Челны.

**Задачи исследования:**

1. Анализ исторических этапов развития городов вдоль реки Камы и города Набережные Челны, выявление речных сообщений между городами;
2. Определение потенциала развития исследуемой территории;
3. Анализ основных проблем территории;
4. Изучение мировых аналогов, схожих с исследуемой территорией по архитектурным, средовым и градостроительным критериям;
5. Определение приемов и методов преобразования территории на основе результатов исследования;
6. Разработка модели по градостроительному преобразованию прибрежной территории.

**Объект исследования.** Прибрежная территория левого берега реки Камы в границах города Набережные Челны и прилегающих городских территорий.

**Предмет исследования.** Поиск особенностей проектных подходов в преобразовании и развитии прибрежной территории города Набережные Челны.

**Границы исследования.** Географические границы: административные границы города Набережные Челны и прилегающие территории.

Хронологические границы: краткая историческая справка по территории проектирования с 1930-ых по 2020-ые года.

Численность населения – 533 840 человек (на 2020 г.)

Площадь территории города – 171,1 км<sup>2</sup>.



Рисунок 1 – Административное расположение города Набережные Челны и исследуемой территории

Впервые в русских летописях город Набережные Челны упоминается в 1626 году, по документам, сохранившимся в государственных архивах.

Поселение, основанное в 1626 году, первоначально носило название Чалнинский Починок, позднее переименовалось в Береговые, далее в Бережные и, наконец, в Набережные Челны.

Во второй половине XIX века Бережные Челны постепенно превращаются в торговый и деловой центр на Нижней Каме.

В начале XX века Бережные Челны представляют собой большое и богатое торговое село. В селе находилась самая крупная пристань на реке Кама. Бережные Челны вели активную торговлю хлебом.

Символом города стал крупнейший в России речной элеватор, построенный под руководством иностранных фирм и специалистов в 1914-1917 годах. Элеватор действует до сих пор и является единственным сохранившимся в городе памятником промышленной архитектуры.

В 1921-1930 годах Набережные Челны были кантонным и одновременно волостным центром. В 1930 году селу Набережные Челны присвоен статус города.

13 декабря 1969 года началось строительство Камского автозавода. Комплекс заводов на Каме раскинулся на обширной территории в 57 квадратных километров.

Благодаря «КАМАЗу» в Прикамье был создан мощный промышленный и научный центр, а также развита инфраструктура пригородной сельскохозяйственной зоны.

В настоящее время город Набережные Челны является крупным промышленным центром Республики Татарстан, главным городом Нижнекамского территориально-производственного комплекса и Набережночелнинской агломерации.

Территория для исследования располагается на северо-западе города Набережные Челны, вдоль реки Камы.

Рассматриваемая территория ограничена с севера садоводческими некоммерческими товариществами «Боровинка» и «Аврора», с востока и юго-востока – проспектом Чулман и улицами Раскольников и Нариманова, с юга – автомагистральной дорогой регионального значения Набережночелнинский проспект, с юго-запада – реками Челна и Мелекес, с запада и северо-запада – рекой Кама.

Площадь территории в границах исследования составляет 14,5 км<sup>2</sup>.

Выбор территории обусловлен следующими факторами:

1. В настоящее время исследуемая территория представляет собой непривлекательный участок с социально-экономической стороны, большая часть прибрежной территории имеет ограниченный доступ, остальная решена частично либо вовсе не решена для общего пользования;

2. Парк «Прибрежный» является местом отдыха для жителей и гостей, но градостроительно парк не решен;

3. Близ жилой зоны имеется значительная часть территории, принадлежащая промышленным предприятиям.

В ходе исследования были проанализированы транспортная инфраструктура, функциональное использование территории, природные условия и ограничения территории.

Территория исследования была разделена на три части с целью нахождения на каждой проблематику и возможности для развития.

На первой части, севернее выбранной территории, главной проблемой является то, что эта территория не используется и почти вся территория имеет заболоченные участки. Рассматриваемая территория является потенциально привлекательным участком для застройки средне- и малоэтажными домами, а также имеется возможность для создания единого зелёного каркаса, соединяющего крупные парки города.

Во второй части имеется крупный городской парк у реки, территория не имеет точек притяжения. Создание приречных общественных пространств для жителей и гостей города, строительство речного порта для туристических круизных лайнеров – все это является потенциалом для развития этой части исследуемой территории

Третья имеет непродуманное функциональное зонирование, в основном, частные и блокированные жилые дома, наличие промышленных предприятий близ жилой застройки, не организована система улично-дорожной сети. Потенциал - создание устойчивого «зеленого каркаса», скверов, бульваров, парков, набережных; участок привлекателен для инвесторов и девелоперов, так как находится близ реки и к главной дороге города; имеет возможность переноса промышленных территорий за пределы города, в промышленную зону, для создания на их месте общественно-деловой или жилой зоны.

В результате исследования были определены критерии для поиска аналогов отечественного и зарубежного опыта, главными из которых являются многофункциональность приречных территорий, благоустройство рекреационных зон и комплексный подход к реорганизации территорий, находящихся у воды.

**Научный руководитель:** доктор архитектуры, профессор кафедры Градостроительства СПбГАСУ А.Г. Вайтенс

**БИРЮКОВ А.Д., ОЛЕНЬКОВ В.Д., КОЛМОГорова А.О**  
Южно-Уральский государственный университет

**ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ В  
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**BIRUYKOV A.D., OLEN'KOV V.D., KOLMOGOROVA A.O.**  
South Ural State University

**VIRTUAL REALITY AS VISUALIZATION TOOL FOR THE CFD-MODELING IN  
URBAN PLANNING**

В данной работе приводится описание реализации программно-технического решения, предназначенного для интерактивной визуализации и постобработки результатов компьютерного моделирования аэродинамических процессов в застройке методами вычислительной гидродинамики.

В связи с неуклонным ростом экологической нагрузки на урбанизируемые территории в теории и практике градостроительства все более явно прослеживается проблема планировки и проектирования крупных городов с учетом их локальных климатических и экологических факторов. Как известно, биоклиматический комфорт человека определяется не только природно-климатическими факторами, но и в значительной степени городским микроклиматом, который может меняться локально, а следовательно, существует возможность по оптимизации и учету его параметров при выполнении задач городского или районного планирования.

Методы вычислительной гидродинамики (computational fluid dynamics -CFD) находят все более широкое применение в задачах изучения и моделирования микроклиматических параметров города в рамках общей задачи по созданию комфортной и безопасной городской среды. В настоящее время для задач CFD-моделирования существует множество программных пакетов, базирующихся на конечно-элементных и конечно-объемных методах моделирования. Функционально большинство существующих программных решений ориентированы на профессиональных САЕ-инженеров и встроенные средства постпроцессинга результатов, как правило, являются достаточно сложными для конечных исследователей и специалистов архитектурного или градостроительного профиля. Кроме того, особую актуальность в период пандемии приобретает обеспечение удаленного взаимодействия исследователей при работе над совместными проектами. Особенно сложным процессом при этом является удаленная визуализация и постпроцессинг CFD-задач ввиду большого размера и сложности синхронного воспроизведения каждого расчетного случая.

Таким образом, можно говорить о наличии ряда технологических барьеров для начинающих специалистов в вопросе эффективного применения современных CFD методов в градостроительстве. Существующие пакеты гидродинамического моделирования обладают высоким порогом входа для непрофессиональных пользователей, плохо совместимы между собой, а также не обеспечивают гибкого механизма совместного взаимодействия для удаленной работы специалистов.

Данные факторы определяет потребность в создании нового класса инструментов интерактивной визуализации в виде универсального внешнего постпроцессора, поддерживающего современные технологии виртуальной реальности (VR) и сетевого взаимодействия. С целью преодоления данных барьеров был проведен ряд научно-исследовательских изысканий, для создания упрощенного CFD-постпроцессора, ориентированного на непрофессиональных пользователей и обладающего возможностями интерактивного взаимодействия и визуализации результатов с помощью технологий виртуальной реальности (VR). Данное исследование базируется на гипотезе о том, что оценка локальных параметров воздушного потока в масштабе отдельного человека с помощью технологий виртуальной реальности (VR) может значительно повысить информативность процесса моделирования микроклимата.

В качестве тестовых данных для испытания и отладки комплекса была выбрана задача из прикладного исследования по компьютерному моделированию аэрационного режима жилой застройки. Объектом исследования являлся процесс обтекания ветровым потоком серии из нескольких вариантов архитектурно-планировочной композиции жилой застройки, состоящей из 5 зданий высотой в 5 этажей, параллельных друг другу.

Предложенное программно-техническое решение было построено на базе среды Unity3D, в качестве источника данных для визуализации был использован пакет Ansys Fluent. В рамках реализации системы PLT-Sim была проработана архитектура комплекса, а также реализованы алгоритмы основных подсистем визуализации данных в виде векторов, системы частиц, линий тока и плоскостей.

В работе предложено описание реализации алгоритмов основных инструментов интерактивной визуализации параметров воздушного потока в режиме виртуальной реальности, а также описание системы импорта и интерполяции неравномерных исходных данных из разных систем CFD-моделирования. Полученные в ходе реализации первого прототипа результаты позволили отработать на практике основные идеи по применению технологий виртуальной реальности для визуализации прикладных гидродинамических задач в рамках архитектурно-строительной деятельности. Также были проведены испытания клиент-серверной модели реализации сетевого режима взаимодействия нескольких пользователей. Полученные графические результаты симуляции были подвергнуты сравнению с оригинальными данными из стандартных пакетов постпроцессинга. Обобщенное представление архитектуры комплекса и испытания работы в VR-режиме приведены на рисунке 1.

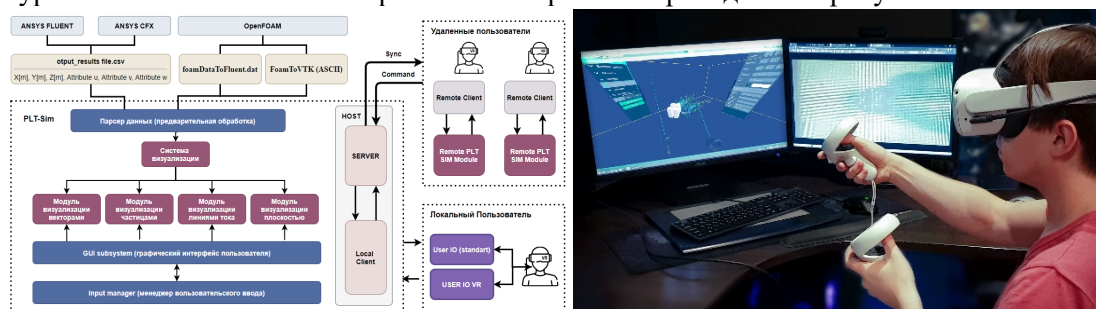


Рисунок 1 – Блок-схема архитектуры системы (слева) и работа прототипа(справа)

В текущем варианте прототип подтвердил свою жизнеспособность в качестве упрощенного инструмента для VR-визуализации CFD-задач с плотностью расчетной сетки более 10 млн. узлов в рамках одной сцены.

В ходе дальнейшего развития планируется проведение дополнительной оптимизации для доведения пиковой производительности комплекса до 1 млрд. узлов в сцене. Представленное решение одним из первых позволило отработать концепцию применения VR технологий для архитектурной и градостроительной визуализации за рамками простой демонстрации объемно-планировочных решений. По результатам реализации программно-технического решения было получено авторское свидетельство на программу для ЭВМ №-2020615983 от 05.06.2020 и продукт был включен в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных на основе решения уполномоченного органа: Приказ Минкомсвязи России от 30.10.2020 №567

Описанные в работе методики и технологии будут полезны для исследований в области городского микроклимата и градостроительного проектирования, так как в значительной степени облегчат процесс поиска оптимального решения для расположения и ориентации жилой застройки с точки зрения биоклиматических параметров.

*Работа выполнена в рамках НИР по результатам победы в конкурсе УМНИК 2019 «Цифровая Россия»*

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор В.Д. Оленьков

**БОРЦОВА А.**

Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна

### **ОРГАНИЗАЦИЯ «УМНОГО» ГОСПИТАЛЯ, ОРИЕНТИРОВАННОГО НА УРОВНИ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПАЦИЕНТА**

**BORTSOVA A.**

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

### **ORGANIZATION OF A "SMART" HOSPITAL ORIENTED TO THE LEVELS OF PATIENT NEEDS**

Во всем мире ежегодно отмечается рост различных заболеваний, что является значимой социальной и экономической проблемой всех стран [1]. Все это накладывает огромное бремя на систему здравоохранения и обуславливает необходимость построения новых больниц, которые для достижения цели полноценного лечения пациентов должны выполнять многочисленные функции и соответствовать понятию «умный» госпиталь. При планировании внутреннего устройства необходимо учитывать многочисленные аспекты в зависимости от поставленных задач: создание операционных или отделений реанимации, клинических подразделений с обычными или боксированными палатами или инфекционных подразделений. Важным аспектом является также рациональное расположение помещений по отношению друг к другу в зависимости от характера взаимодействий подразделений между собой. В настоящей работе освещается тема организации «умного» госпиталя, ориентированная на уровни потребностей пациентов [Maslow A. N. Motivation and Personality. — New York: Harper & Row, 1954.].

Согласно исследованиям Абрахама Маслоу, человеческие мотивы устанавливаются на разных уровнях в соответствии с иерархией потребностей и содержат 5 уровней: первые 3 относятся к группе покрытия дефицита, 4-й и 5-й уровни – к группе возможности роста [3]. Внизу данной иерархии (1-й уровень) находятся потребности, которые должны быть удовлетворены в первую очередь - физиологические. Они являются фундаментальными для выживания и приспособления человека. Следующий, 2-й уровень - потребность в безопасности. Социальные потребности занимают 3-й, последний, уровень в группе покрытия дефицита. Этот уровень касается связей, которые обеспечивают поддержку, таких как семья, близкие и друзья [3]. В группе возможностей роста (4-й уровень иерархии потребностей) представлен потребностью к самоуважению и признанию, возможности личностного роста. На вершине уровней иерархии (5-й уровень) находится самоактуализация. Люди должны реализовать свои способности и свой потенциал [3]. Иерархия потребностей Маслоу помогает дизайнеру оценивать пациентов как целостных личностей, с их физиологическими, интеллектуальными, эмоциональными чертами, социальными возможностями и духовно-нравственными ориентирами.

Для обеспечения 1-го уровня прежде всего необходимо наличие источника воды и пищи. Они должны быть в доступном для пациента месте в любое время. При отсутствии эпидемиологической опасности зоны потребления пищи должны имитировать общественные пункты питания (столовые, кафе и рестораны), чтобы пациент мог на некоторое время от-

влечется от больничной обстановки. Важное значение в жизнедеятельности человека имеет качество воздуха, поддерживаемое правильно спроектированной системой вентиляции и возможностью проветривания помещения. Также госпитализированные пациенты имеют повышенную потребность в отдыхе и особенно во сне. Хорошо продуманная планировка пространства, выбор звукопоглощающих материалов, создание звукопоглощающих перегородок и бесшумной сигнализации способствуют созданию спокойной обстановки. Другим средством обеспечения комфорта для больного является предоставление ему возможности доступа к естественному свету через окна, управления освещенностью помещения и температурным режимом в рамках допустимых норм в соответствии с предпочтениями. Обеспечение 2-го уровня иерархии потребностей осуществляется с помощью создания у пациента чувства безопасности, в данном случае, от потенциального физиологического и психологического вредного воздействия. Визуальные качества помещений и мебели должны сочетать в себе эстетику, поскольку будут влиять на оценку уровня получаемой пациентом медицинской помощи, и практичность – используемые конструкции и материалы должны легко дезинфицироваться. У пациента должна быть возможность уйти в закрытое пространство при одновременном сохранении у персонала возможности легко получить доступ к этому помещению в случае необходимости, что обеспечивается установкой электронных замков [2].

Для обеспечения 3-го, социального, уровня иерархии потребностей необходимо учитывать психологические аспекты личности. В каждом отделении, а также в общих пространствах требуются зоны, позволяющие пациенту по своему желанию общаться с посетителями и другими больными. Дизайн этих пространств должен подходить как для формальной, так и неформальной обстановки. Для семейных визитов к тяжелому пациенту также может подойти палата, в которой необходимо обеспечить достаточное количество сидячих мест. При необходимости создания конфиденциальности пациентов следует размещать в одноместной палате, а в рамках многоместной палаты целесообразно предусмотреть перегородки, ограждающие пациент друг от друга. Быстрое и эффективное взаимодействие больного с медицинским персоналом может быть обеспечено с помощью размещения поста в непосредственной близости к палатам. Потребность в самоактуализации и личностном росте реализовать несколько сложнее, тем не менее, в этом может помочь создание вдохновляющей атмосферы пространства. Арт-объекты, доступ к природе и досугу дают пациенту возможность сосредоточиться на себе и своих способностях. Поддержанию у больного ощущения собственной идентичности способствует наличие возможности участия пациента в организации окружающего пространства с помощью личных вещей. При проектировании больничных помещений следует избегать дезориентирующего дизайна, особенно длинных и темных коридоров.

Таким образом, создание «умного госпиталя» подразумевает правильный учет всех потребностей, согласованность, структурированность и предсказуемость стимулов среды госпиталя, способствует пониманию пациентом, что имеющиеся ресурсы существуют для удовлетворения его потребностей [4] и дают возможность легче перенести стресс, сопряженный с необходимостью пребывания в стационаре.

#### **Список литературы:**

1. Amini M, Zayeri F, Salehi M. Trend analysis of cardiovascular disease mortality, incidence, and mortality-to-incidence ratio: results from global burden of disease study 2017. *BMC Public Health*. 2021 Feb 25;21(1):401. doi: 10.1186/s12889-021-10429-0
2. Iselin Tomsdatter Ellingsen. (2017) *Designing for Hospital Environment, Salutogenic design and motivators*, Department of Design, Norwegian University of Science and Technology
3. Kaufmann G. & Kaufmann A. (2015). *Psykologi I organisasjon og ledelse*. 5. Utgave, Fagbokforlaget, Bergen
4. Pretty, G. H., Chipuer, H. M., & Bramston, P. Sense of Coherence. *identity*, 23, 273-287.

**Научный руководитель:** Директор института дизайна пространственной среды, директор центра дополнительных образовательных услуг ИДПС, кандидат технических наук, доцент, член Ученого совета Ю.Н. Ветрова

**БЫКАСОВА В.И.**

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

**ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
ЭКОПОСЕЛЕНИЯ В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ НА БАЙКАЛЬСКОЙ  
ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ**

**BYKASOVA V.I.**

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**FEATURES OF THE ARCHITECTURAL AND PLANNING ORGANIZATION OF  
ECOVILLAGE IN SEISMIC AREAS ON THE TERRITORY OF LAKE BAIKAL**

Работа посвящена актуальной теме создания уникальной архитектурно-планировочной организации экопоселения, расположенного на территории Иркутской области, в 65 км от озера Байкала. Рассмотрены особенности территории, влияющие на процесс проектирования планировочной структуры экопоселения и архитектурных сооружений, находящихся в сейсмоопасном районе Байкальской природной территории.

В условиях повышенного антропогенного воздействия на территории озера Байкал тема организации экопоселений является актуальной. Ежегодно на Байкал приезжает около 1,7 млн туристов. 5 декабря 1996 года озеро Байкал было включено в список объектов ЮНЕСКО. Туристическая деятельность носит стихийный характер, и оказывает негативное влияние на акваторию озера (на уникальную эндемическую флору и фауну и биоразнообразие озера), на живописный ландшафт вокруг байкальской котловины с горными массивами, бореальными лесами, тундрой, озерами, островами и степями. Это отражается на экологической ситуации территории в целом. В основе экопоселения лежит концепция устойчивого развития, к которой относятся прекращение нерационального увеличения использования ресурсов окружающей среды и самодостаточность. Устройство экопоселений позволит реализовать щадящий режим использования территории, снизить уровень антропогенного воздействия, тем самым улучшить экологическую обстановку региона и сохранить предмет охраны.

Согласно карте Общего Сейсмического Районирования, более 26 % площади Российской Федерации является сейсмоактивными. К данным территориям относится и Прибайкалье. Таким образом, здания и сооружения на данной территории зачастую подвергаются сейсмическим воздействиям, поэтому тема сейсмостойкого строительства является актуальной при создании планировочной схемы и архитектуры объектов экопоселения. Грамотная архитектурно-планировочная организация экопоселения должна исключить во время землетрясения возможность человеческих жертв, обеспечить бесперебойное функционирование жизненно важных служб и свести к минимуму экономический ущерб, должны применяться меры по предотвращению вторичных бедствий.

Вышеперечисленное указывает на стоящую перед архитектором и градостроителем задачу создания уникальной архитектурно-планировочной организации экопоселения, отвечающую экологическим стандартам и обеспечивающую безопасную эксплуатацию в условиях повышенной сейсмической активности района.

В результате анализа зарубежного и отечественного опыта проектирования экопоселений, изучения нормативных документов по строительству в районах с сейсмической активностью и анализу опыта проектирования зданий и сооружений в сейсмоопасных районах были выявлены рекомендации по проектированию и архитектурно-планировочной организации экопоселений в сейсмических районах.

1. **Сейсмоопасные зоны Байкальской рифтовой зоны.** Озеро Байкал находится в середине Байкальской рифтовой зоны - разлома земной коры. Согласно карте сейсмического районирования Российской Федерации, Байкальская природная территория включает 4 зоны с сейсмической интенсивностью землетрясения в 7, 8, 9, 10 баллов. По мере приближения к озеру, баллы увеличиваются, таким образом целесообразным является организация и строи-



тельство таких градостроительных образований, как экопоселение на удалении от береговой линии озера.

2. **Охранное зонирование озера Байкал.** Согласно Федеральному закону от 1 мая 1999г. № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» на Байкальской природной территории выделяют несколько экологических зон – центральная, буферная и экологическая зона атмосферного влияния. Режим охраны данных территорий зависит от принадлежности к той или иной экологической зоне. Так, в буферной экологической зоне разрешено строительство объектов отдыха и туризма. На Байкальской природной территории располагаются особо охраняемые природные территории (заповедники, национальные парки, заказники и др.), целью которых является сохранение уникальной экосистемы озера. Строительство на данных территориях запрещено.

3. **Особенности планировочной структуры экопоселений.** На образ экопоселения оказывают влияние множество факторов: природно-климатические характеристики, величина градообразующей группы предприятий; условия функционального зонирования; организация транспортных связей между жилыми районами и местами приложения труда; учет перспективного развития – развития системы; требования охраны окружающей среды; условия инженерного оборудования и др. Эти факторы находят отражение в планировочной структуре экопоселения, наиболее характерной являются линейная и линейно-лучевая. Данные схемы дают возможность дальнейшего развития поселений, удобны для создания инфраструктуры, функционального зонирования территории.

4. **Архитектурно-типологическая организация.** Здание должно иметь простую форму плана – в виде квадрата, прямоугольника и др. Протяжённые здания должны разделяться антисейсмическими швами, в случае перепада высот, здание также разделяется на отдельные блоки. Ограничения по высоте и этажности зданий зависят от выбора конструктивной схемы и конкретной сейсмичности – для каркасной схемы и 9 баллов сейсмичности в экопоселении принято 3 этажа.

5. **Архитектурно- конструктивные мероприятия.** Большую значимость имеют архитектурно-конструктивные мероприятия.

Сейсмостойкость здания обеспечивается как выбором благоприятного в сейсмическом отношении участка строительства, так и разработкой наиболее рациональных конструктивной и планировочной схем сооружения. В качестве конструктивной системы возможно примененные каркасной, при проектировании малоэтажных зданий выделяют каркас рамно-связевый и каркас с ядрами жесткости. Наиболее устойчивым к сейсмическим воздействиям является сруб, что достигается его конструктивными особенностями. Сруб может сооружаться из оцилиндрованного или строганного бруса, возможно применение нескольких типов узловых соединений – «в лапу», «в чашу» и др, обеспечивающие прочность и устойчивость здания.

Научная работа проводится в рамках многолетних исследований, проводимых на кафедре архитектурного проектирования Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета под руководством Колодина Константина Ивановича по теме озера Байкал.

**Научный руководитель:** кандидат архитектуры, доцент каф АП  
К.И. Колодин

**DAR V.V.**

Уральский государственный архитектурно-художественный университет

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

**DAR V.V.**

Ural state university of architecture and art

### **FUNCTIONAL ADAPTATION OF GREEN SPACES AS A FACTOR OF INCREASING THE COMFORT OF THE URBAN ENVIRONMENT**

В течение последних десятилетий отмечаются радикальные изменения характера пребывания человека на озелененных территориях города: в скверах, садах, парках. Традиционно они предлагали пассивный отдых в окружении природы, но на сегодняшний день всё чаще создаются пространства для активных видов отдыха и обеспечивающие динамичный характер рекреационной деятельности. Многообразие запросов посетителей приводит к необходимости наполнения ландшафтных комплексов полифункциональными пространствами с возможностью сохранения природных компонентов.

В ответ на социальный запрос местные муниципалитеты совместно с ландшафтными архитекторами и дизайнерами проводят реконструкции в городских садах, скверах, парках и дворах, создавая новые площадки для экстремальных и командных видов спорта, воркауты, площадки для проведения культурных мероприятий, площадки для дрессировки собаки и др. Появляются легко изменяющиеся модели развивающихся пространств с возможностью обновления и дополнения их функций. Так, например, в садах микрорайона, скверах организуются площадки со сценой, навесами, местами для сидения. Данные пространства могут быть использованы как для проведения тематической выставки, так и для концерта или фестиваля. В зонах активного отдыха выделяются территории с оборудованием, которое может быть одновременно использовано для нескольких видов спорта: паркура, фрирана, роллерблейдинга, самокатного спорта, скейтбординга или BMX-спорта. На детских площадках размещаются игровые комплексы, разработанные для спокойных и активных видов игр дошкольников и младших школьников. Зоны тихого отдыха дополняются образовательной функцией: устанавливаются информационные стенды с описанием культурных мероприятий, историй данного ландшафтного комплекса, происхождения различных видов растений и пр.

Таким образом, на основе требований различных групп посетителей к пространственной организации озелененных пространств определяются и их новые функции, так как без учета интересов человека как «потребителя» ландшафтного дизайна, без представления о мотивациях его пребывания в конкретном фрагменте городской среды не существует цивилизованного обустройства его жизненного пространства. Ведь ландшафт современного города – это многофункциональная постоянно развивающаяся система.

На сегодняшний день первая и самая важная функция городских ландшафтных комплексов – это создание возможностей для безопасного общения людей разных возрастов посредством организации ландшафта с разнообразной растительностью, различными сценариями общения и полифункциональными территориями. Для создания образа современного «зеленого» пространства в городской среде используются объекты с семантическими значениями, оригинальная геометрия планировки, геопластика, водные поверхности, а также устойчивая к агрессивным экологическим условиям декоративная древесно-кустарниковая и травянистая растительность, злаки.

Универсальность и адаптивность данных пространств заключается в возможности проведения нескольких рекреационных процессов, схожих по функциональности, но различающихся по их видам: сочетание тихого отдыха с образовательным процессом у информационных стендов, занятия на одной спортплощадке несколькими видами спорта, попеременная организация фестивалей, концертов или выставок на открытой площадке, совмещение игровой и познавательной деятельности на детских площадках. Удачным примером подоб-

ной организации ландшафта может послужить Моавитский городской сквер (г.Берлин, Германия) и Сад Тамарита (г.Барселона, Испания).

Вторая функция городской озелененной территории – организация пространства для уединения и тихого отдыха, которые становятся источником психологической разгрузки. Зоны тихого отдыха располагаются в отдалении от центральных площадок и основных транзитных путей, поэтому в целях обеспечения рекреационных условий в периферийной зоне парка, сад или сквера могут использоваться деревья, кустарники, живые изгороди и экраны из высокой растительности. Для городских условий следует использовать богатый ассортимент природных форм, которые не требуют постоянного ухода или восполнения. Помимо древесных культур целесообразно вводить разнообразные кустарники, злаки, почвопокровные и вьющиеся растения для среднего и нижнего яруса пейзажа. Для создания выразительных видов и композиций применяются растения с круглогодичной декоративностью, как, например, в Теневом саду или в Саду лекарственных трав в Ботаническом саду МГУ имени М.В. Ломоносова «Аптекарский огород» в Москве.

Следующая, третья функция – это создание условий для разнообразного отдыха с учетом интересов детей и их родителей. Для них в садах, скверах, дворах создается безопасная игровая среда со сказочными персонажами, с антивандальным игровым оборудованием и специальными яркими «мягкими» покрытиями и пр. Растительность и разные уровни поверхности земли могут применяться для масштабирования и разграничения пространств детских площадок. Яркой иллюстрацией является «Сад детских развлечений» в парке Ла Виллет (г.Париж, Франция).

Четвертой функцией современного сквера, сада или двора является обеспечение свободы выбора характера поведения и передвижения, в том числе и транзитного. Способствовать этому может создание понятного, легкого для ориентирования пространства с удобными связями функциональных зон с главными входами и между собой. Рисунок покрытия, определенные типы растительности, геопластика, водные поверхности, указатели и ограждение являются главными помощниками при определении местоположения. Освещение основных элементов и путей движения посетителей также должно соотноситься с удобной ориентацией, размещением ключевых объектов и безопасностью в вечернее время. Образцом такого решения служит Сад Атлантик в Париже.

Рассмотренные функции (создание условий для комфортного общения, тихого отдыха, спортивно-игровой деятельности и свободного передвижения) являются основными для современных городских озелененных пространств. Грамотная организация, сочетание и дополнение данных функций новыми, необходимыми для горожан, на территории сквера, сада или парка позволит им стать более востребованными, посещаемыми, значимыми для города и, следовательно, экономически выгодным. Таким образом, функциональная адаптация совместно с применением природных элементов ландшафтных комплексов создают наиболее благоприятные условия для устойчивого развития городской среды, так как предоставляют возможность видоизменяться пространству в зависимости от переменных рекреационных потребностей человека и при этом сохранять эстетическую привлекательность в течение возможно более продолжительного периода. Функциональная адаптация как фактор устойчивого развития создает условия для перерождения традиционного облика озелененной территории, перехода на новый качественный уровень городского ландшафта.

**Научный руководитель:** канд.арх. Е.Ю. Витюк

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ**

**DARAEVA A.P.**  
Samara Polytech

**DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR CONVERSION OF NOISE POLLUTION  
INTO ELECTRIC POWER**

Снижение шумового воздействия на территории современных городов стало серьезной проблемой. Шум от различных источников (оживленных городских трасс, улиц, строительных площадок и железных дорог) приносит много неудобств, вызывая дискомфорт, мешая работе, учебе, отдыху и комфортной жизни. Научой доказано, что шум, исходящий от автотранспортного потока, является одной из наиболее опасных проблем, оказывающих влияние на здоровья человека. Из проведенных экологами научными исследованиями было выявлено, что население, находящееся на тротуарах и примагистральной территории, менее остро реагирует на более низкие уровни транспортного шума, чем население, находящееся в различных типах помещения.

Уровень шума измеряется в дБ (децибелах). Допустимый уровень шума находится в пределах 40-55 дБ – это громкость обычного разговора. Для более наглядного примера в табл. 1 представлена шкала шумов.

Таблица 1 - Шкала шумов

<i>Уровень шума в дБ</i>	<i>Выражение шума</i>
0	Ничего не слышно
10	Шелест листьев
20	Шепот человека на расстоянии 1 метр
30	Шум от компьютера
40	Работа холодильника
50	Кипящий чайник
60	ТВ на средней громкости
70	Шум пылесоса
80	Шум от шоссе
90	Перфоратор
100	Бензопила

Если дома постоянно слышны звуки перфоратора или бензопилы, то это может оказать серьезное негативное воздействие на организм человека. Чтобы обеспечить защиту здоровья человека, государством разработаны санитарные нормы и иная нормативно – техническая документация, которые контролируют уровень шума. Основными документацией в данной области являются:

1. Федеральный закон № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
2. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
3. СанПиН 2.1.2.2465-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».
4. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

На базе их содержания разработаны различные методы снижения уровня шума в жилых помещениях как снаружи, так и внутри. К одним из таких методов относится

применение шумозащитных экранов.

Вышеуказанные конструкции позволяют снизить уровень шума в жилых домах и офисах до допустимого уровня. К тому же такие экраны имеют высокие эстетические свойства, а также предотвращают попадание людей, детей и животных на проезжую часть автомобильной дороги.

Данные конструкции по типу применяемого материала делятся на три группы:

- Звукоотражающие экраны – наиболее часто выполняются из однослойных материалов типа кирпич, акриловые и пластиковые панели, стекло и др. Представители данной группы имеют самый низкий уровень поглощения звука (коэффициент - 0,01 – 0,04), однако, отличаются высокой эстетичностью и простотой монтажа;

- Звукопоглощающие экраны – представляют конструкцию, изготовленную из многослойных металлических панелей, которые заполняются специальными звукопоглощающими материалами. Коэффициент поглощения находится в пределах от 0,6 до 1;

- Комбинированные экраны – изготавливаются из металлических многослойных и прозрачных пластиковых панелей. Обеспечивают высокий уровень звукопоглощения, эстетичность и хороший обзор. Отражающие свойства этих экранов определяются коэффициентом звукопоглощения равным от 0,01 до 0,04 - они менее эффективны, в сравнении с экранами, смонтированными из звукопоглощающих материалов.

Такие конструкции используют:

- Для защиты от автотранспортных потоков. Высота экранов, в зависимости от интенсивности движения и этажности защищаемых зданий колеблется в пределах 2 – 6 м. При приближенности дороги к жилым домам устанавливаются Г-образные экраны. Эффективность экранов – снижение шума до 20 дБ;

- Для защиты от шума со стройплощадок. Особая конструкция экранов позволяет быстро собрать и разобрать его без больших материальных затрат. Эффективность – до 17 дБ;

- Для снижения шума от ЖД-транспорта. Благодаря возможности установить экраны непосредственно у железнодорожного полотна достигается высокая эффективность звукопоглощения. Эффективность – снижение шума до 12 дБ.



Рисунок 1 – Основные элементы шумозащитного экрана

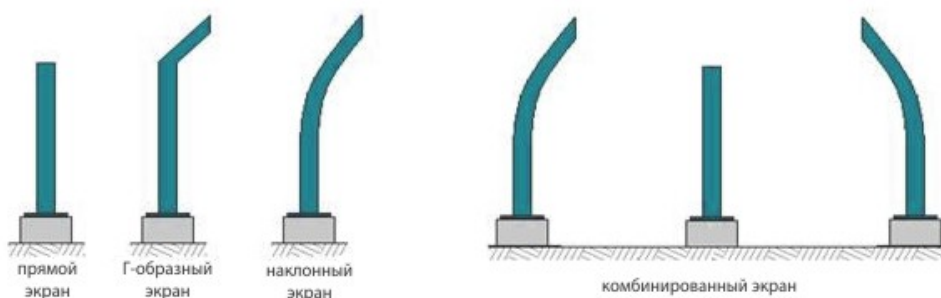


Рисунок 2 – Типы конструкций шумозащитных экранов

В настоящее время для увеличения коэффициента полезного действия данной строительной конструкции предлагается расширить ее функции следующим методом - разработкой и внедрением конструкции экранов, в которые будут интегрированы линейные генераторы, преобразующие микроколебания в электричество с последующим ее накоплением и использованием по месту требования.

Линейный генератор представляет из себя устройство, в котором неэлектрические виды энергии (механическая, химическая, тепловая) преобразуются в электрическую энергию. Основная функция любого электрического генератора — вырабатывать электрический ток, но на самом деле генератор ничего не производит, а лишь преобразует один вид энергии в другой.

Принцип работы прост. На тонкой мембране - катушка с большим количеством витков тонкого эмалированного провода, входящая в кольцевой мощный магнит. От колебаний катушки в ней индуцируется электродвижущая сила (ЭДС), которая выпрямляется и подключается к светодиоду, загорающий от резких движений.

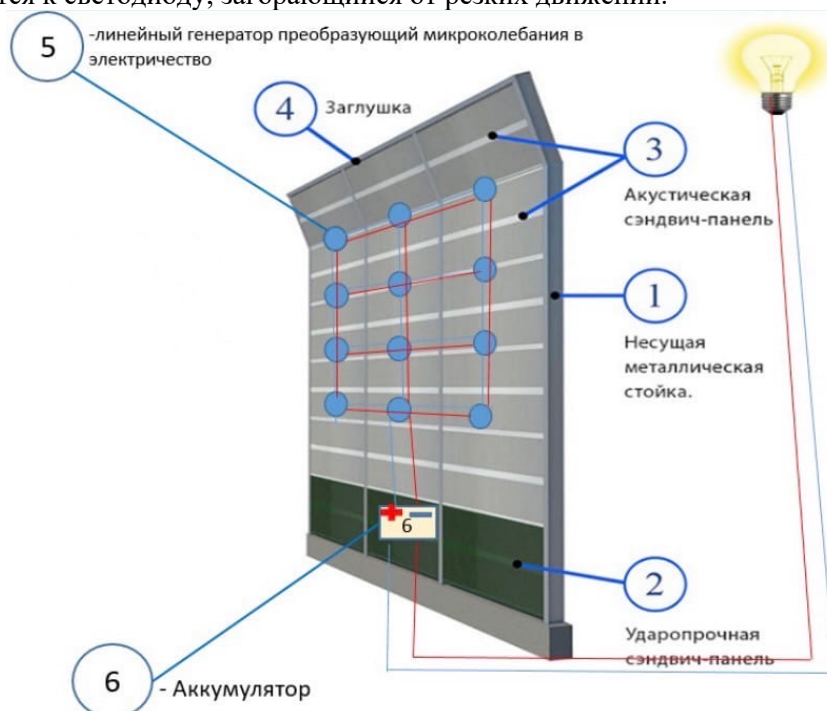


Рисунок 3 – Блок схема предлагаемой методики

Таким образом, мы получили линейный генератор, преобразующий микроколебания в электричество. В его основе находятся медная катушка, в которой более 500 витков тончающего провода толщиной 0,07 миллиметра; большой магнитный неодим (зажатый между железными магнитопроводами), создающий магнитное поле; по центру имеем кольцевой проем, в который помещаем катушку.

Основными преимуществами данной конструкции будут являться:

- Отсутствие вредных факторов для человека от применения конструкции;
- Снижение уровня шумового загрязнения (конструкция ШЗЭ после внедрения ЛГ полностью сохраняет свои свойства);
- Снижение затрат на электроэнергию;
- Простота в эксплуатации и обслуживании;
- Снижение времени на окупаемость конструкции с помощью увеличения КПД.

**Научный руководитель:** к.т.н., профессор, Т. В. Дормидонтова

**ГЕНЕРАТИВНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ**

Dmitriev N.V.  
St. Petersburg Mining University

**GENERATIVE DESIGN METHOD IN THE STRUCTURAL ORGANIZATION OF  
THE SPATIAL ENVIRONMENT**

Генеративные методы поиска форм существовали в архитектуре задолго до цифровой революции. Уже в начале двадцатого века многие архитекторы, инженеры и дизайнеры применяли методы проектирования, которые были очень похожи на современные вычислительные подходы. Использование цифровых инструментов в архитектурном проектировании существенно сократило процесс перехода от стадии концепции до стадии реализации объекта, расширив влияние метода на будущее развитие профессии. Время, которое когда-то рассматривалось как препятствие или источник задержки для строительства, приняло новую роль в архитектуре – теперь оно участвует в кинематическом моделировании пространства. Сегодня время и движение стали инструментами в архитектуре благодаря мощному программному обеспечению. Вместо того, чтобы создавать архитектуру, которая, по сути, представляет собой организацию стационарных, инертных форм, архитекторы начинают формировать пространство как в высшей степени пластичную, гибкую материю, в которой сама форма здания непрерывно развивается посредством движения и трансформации со сложными временными последовательностями и симуляциями. Формы перестают определяться простыми параметрами масштаба, объема и размеров.

С помощью программных процедур, которые отслеживают связанные со временем факторы, такие как движение пешеходов и автомобилей, условия окружающей среды (движение ветра и солнца), характер городской застройки, архитекторы моделируют пространства, в которых виртуальные и реальные медиа-технологии неразрывно связаны. Подобная идея прослеживается уже в античной философии, где понятие «дискретизм» трактует бытие как делимую реальность, находящуюся в движении. В начале XXI века, в 2008 году, манифест «Параметризм» директора архитектурной студии Zaha Hadid Architects архитектора Патрика Шумахера окончательно утвердил эти положения. Помимо вопроса стиля, истоки дискретизма, по мнению П. Шумахера, относятся к совокупности теоретических и практических достижений логики, физики и математики, приведших человечество к эпохе эффективности, в то время как цифровое производство занимает главенствующую роль. Схожесть дискретной, созданной по законам искусственной логики, архитектуры с реальной, «человеческой», не должна вводить в заблуждение. Тем не менее, синтез этих методик привёл к возникновению «нео-неорационалистического» архитектурного идеализма («постцифровой архитектуры») и неопозитивистской биомиметической архитектуры, воспроизводящей явления природы в виде антропоморфных преобразований, отсылающих к эпохе Ренессанса.

В основе генеративной архитектуры лежит мерология. Это означает, что проектирование производится через части и повторения. Мерология позволяет описать здание через его фрагменты, используя свойства переноса, отражения и склеивания. Это термин, производный от греческого слова *meros*, означающего «часть», относится к изучению целого через отношения между его частями. «Целое больше суммы своих частей» – фраза, приписываемая Аристотелю.

Архитектура параметризма отличается беспрецедентной степенью свободы при создании архитектурных форм. В то же время архитекторы, такие как Нери Оксман и Грег Линн, отмечают «растворение» тектоники, поскольку архитектурно-пространственная среда стала более текучей и непрерывной, устраняя необходимость в частях. При этом материей можно управлять с бесконечно большой степенью точности путем накопления и усиления

ния свойств материала в микроскопическом масштабе – задача морфо-экологии, которая применяет риторику устойчивости, специально интерпретированную к оптимизации производительности в масштабе здания.

Теоретическое ядро для применения принципов самоорганизации и новейших технологий в архитектуре составляют публикации трёх основателей студии *EmTech* Архитектурной ассоциации (АА) – Майкла Вайнстока, Майкла Хензеля и Ахима Менгеса. Майкл Хензель описывает цифровой морфогенез как процесс самоорганизации, лежащий в основе роста живых организмов, из которого архитекторы могут извлекать все необходимые знания. Цифровой морфогенез рассматривается как использование генеративных сред для получения материальной формы и её эволюционной мутации. Его ключевые понятия включают топологическую геометрию, генетические алгоритмы, параметрическое проектирование и анализ производительности.

В настоящее время не существует единого определения термина «генеративное проектирование», но существует множество взаимодополняющих определений, которые, по мнению различных теоретиков архитектуры, являются общими. В целом его можно описать как метод проектирования, где генерация формы основана на правилах или алгоритмах, часто получаемых из вычислительных инструментов, таких как *Processing*, *Rhinoceros*, *Grasshopper* и других скриптовых платформ. Генеративное проектирование представляет собой логический синтез творческого процесса с использованием правил (алгоритмов) трансформации. Как и все творческие процессы, данный метод включает субъективность в определении того, как этот процесс работает, и как правила преобразования создаются и организуются в систему. Вычислительные эволюционные алгоритмы могут быть применены для анализа связи объекта с рядом критериев экологической пригодности и влияния на окружающую среду.

#### **Список литературы:**

1. Cogdell C. Toward a Living Architecture? Complexism and Biology in Generative Design –Minnesota: University of Minnesota Press, 2019. – p. 62.
2. Hensel M., Menges A., Weinstock. M. Emergent technologies and design. Towards a biological paradigm for architecture. – NY: Routledge, 2010. – p. 23.
3. Leach N. Style for Architecture and Urban Design // Architectural Design. – 2009. – №4. – p. 14-23.
4. Generative Design. A swimmer in a natural sea frame // URL: [http://www.soddu.it/papers/soddu\\_GA2006.htm](http://www.soddu.it/papers/soddu_GA2006.htm) (дата обращения: 23.12.2020).

**Научный руководитель:** зав. каф. архитектуры, к. архит., доцент И.В. Поцешковская

**ЗИМНУХОВА А.Е., ЗИМНУХОВ М.А.**  
Тюменский индустриальный университет

### **ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ**

**ZIMNUKHOVA A.E., ZIMNUKHOV M.A.**  
Tyumen Industrial University

### **CREATING A COMFORTABLE ENVIRONMENT IN THE EXTREME CONDITIONS OF THE ARCTIC ZONE**

Развитие северных территорий неразрывно связано с освоением месторождений полезных ископаемых, а также со строительством стратегически важных объектов, которые в свою очередь в основном также связаны с разработкой месторождений. Арктическая зона



принадлежит территориям с особыми природно-климатическими характеристиками, которые можно назвать экстремальными.

К понятию «экстремальные условия» относятся внезапные, продолжительные, интенсивные, опасные для жизни и здоровья обстоятельства, в которых осуществляется деятельность человека. Такими условиями считаются природные и климатические факторы (например, крайне низкие или крайне высокие температуры), военные действия, техногенные катастрофы. Также стоит отметить, что в Арктическом регионе многие характеристики среды находятся в экстремальных зонах распределения. Такими характеристиками являются температурный, инсоляционный, ветровой и другие режимы, отсутствие развитой инфраструктуры и т.д.

От экстремальности условий обитания напрямую зависит комфорт архитектурной среды. По мере развития человек научился создавать для себя наиболее благоприятные искусственно созданные условия, чем освободился от влияния экстремальной среды.

Проблема формирования комфортной и безопасной искусственной среды в циркумполярных регионах – одна из наиболее актуальных. Рассмотрим данный вопрос с точки зрения проектирования объектов жилого и общественного назначения.

В настоящее время при освоении месторождения устраиваются вахтовые жилые комплексы. Они состоят из зданий жилого и административно-бытового назначений. Здания являются, как правило, блочно-модульными прямоугольными в плане, довольно компактными. Строительство именно таких объектов вполне логично, так как работа осуществляется вахтовым методом, а здания и сооружения нужны только на период разработки, обустройства и эксплуатации месторождения. В процессе ликвидации месторождения происходит разборка всех зданий и сооружений с дальнейшим их перебазированием на новое место. При этом такие объекты не обладают какой-то эстетической составляющей, что пагубно сказывается на психоэмоциональном состоянии рабочих. Помимо этого, для перемещения между зданиями необходимо выходить на улицу, что в экстремальных условиях является стрессовой ситуацией для любого человека. Адаптация к таким неблагоприятным условиям возможна при формировании целостных единиц с искусственным микроклиматом.

Проекты таких особых поселений предлагали ещё архитекторы времён СССР. Одним из первых проектов является проект Константина Агафонова, предложенный в 1960 году (рисунок 1). Было предложено всё поселение разместить в пяти зданиях круглой формы высотой по 5 этажей и соединить их между собой системой крытых переходов. В четырёх из них должны были располагаться квартиры, а в одном – помещения административного назначения, социального-бытового обслуживания и т.д. Внутренние дворы отводились для размещения защищённых от ветра площадок для прогулок или зимних садов.

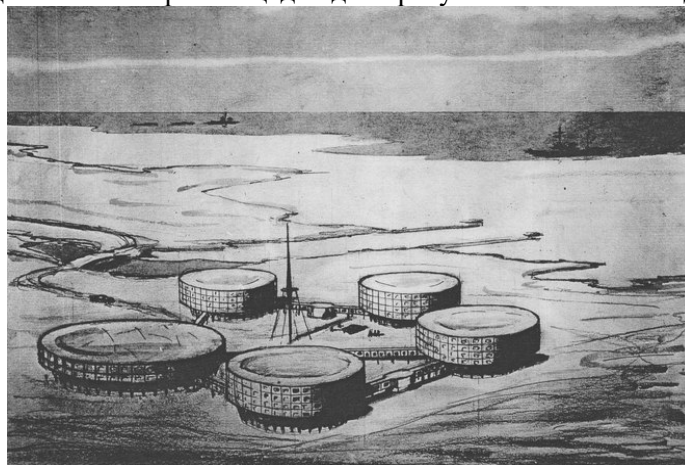


Рисунок 1 – Проект Константина Агафонова

Каждый объект разработан не только на основании эстетической составляющей, но и является рациональным с технической точки зрения, а также научно обоснованным. Например, отсутствие углов понижает тепловые потери и положительно сказывается на необходи-

мом количестве энергетических ресурсов. Помимо этого, круглая форма предотвращает образование снежных заносов.

Аналогичные идеи предлагали и другие архитекторы. Например, архитекторы из Ленинграда С. Одновалов и М. Цимбал в 1964 году разработали похожий проект, но с жилыми домами, имеющими в плане форму эллипса.

Однако, строительство таких масштабных объектов в отдалённых районах вызывает ряд сложностей. Также стоит учесть, что это временное жильё и после ликвидации месторождения его нужно либо перебазировать на новое место, либо оно останется заброшенным. В связи с этим нерационально использование каких-либо монолитных конструкций, а предпочтение всё же отдаётся блочно-модульному методу строительства.

Возникает вопрос разработки технических решений для создания закрытых систем с искусственным климатом, возведённых из блоков или с частичным каркасом. Кроме того, такие проекты должны быть экономически обоснованными, иначе любому недропользователю будет не выгодно возводить такие поселения. Также важно оценить влияние таких объектов не только на уровень комфорта человека, находящегося в экстремальной среде, но на окружающую среду, так как Арктика – наиболее хрупкая экосистема и нерациональный подход к её освоению может быть губителен для всего человечества.

**Научный руководитель:** ст. преподаватель кафедры ПЗиГ О. Ш. Белявская

**КОНЯЕВА А.А.**

Санкт-Петербургский горный университет

## **РЕНОВАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ И ЗДАНИЙ КИНОСТУДИИ «ЛЕНФИЛЬМ»**

**KONYAEVA A.A.**

St. Petersburg Mining University

### **RENOVATION OF THE TERRITORY AND BUILDINGS OF THE LENFILM CINEMA STUDIO**

Выявленный объект культурного наследия «Главное здание киностудии «Ленфильм» с садом» расположен в южной части Петроградской стороны в квартале, ограниченном Кронверкским проспектом, Каменноостровским проспектом, улицей Мира и Кронверкской улицей.

Обширный участок в границах сегодняшних домов 10 и 12, вытянутый в глубину от Каменноостровского проспекта до Кронверкской улицы и занятый огородами, не позднее 1883 г. был приобретен Георгием (Егором) Александровичем Александровым. Покупая пустопорожний участок, он вначале намеревался заняться доходным строительством. В 1883 г. он получил разрешение на строительство деревянного жилого дома и служб, которые быстро осуществил. Александров решает развивать на своем участке новое дело, связанное с общедоступными развлечениями. Вначале он намеревался соорудить и открыть для публики большой аквариум с редкими рыбами и пресноводными животными. Затея эта не осуществилась, от нее осталось только слово «Аквариум», которое закрепилось в названии главного детища Г.А. Александрова – сада и театра. С 1885 г. территория была распланирована под сад с пейзажной планировкой и прудом. Сад «Аквариум» с рестораном открылся 31 мая 1886 г.

В 1889 г. Александров решил начать строительство большого зала, предназначенного специально для оперных концертов, варьете и пр. Проект был заказан архитектору А.В. Малову. По проекту 2-этажное «каменное с железной крышей» здание концертного зала, довольно внушительное по площади, прямоугольной конфигурации с небольшими выступами лестниц на северном и южном фасадах, было размещено в центре участка. Фасады были выполнены в формах эклектики, с элементами французского ренессанса. Ядром

здания являлся огромный зал с балконами во втором ярусе, по периметру окруженный вспомогательными помещениями. Новый зал был открыт для публики 23 ноября 1891 г. первоначально под названием – «Театр Александрова». Но со временем название сада «Аквариум» перешло и на театр.

Около 1898 г. в юго-восточной части был построен из металлоконструкций летний так называемый «железный» театр, который позднее в 1909–1910 гг. был достроен двумя полукруглыми в плане крыльями открытых колоннад.

Значительная глубина квартала определила принципы зонирования участка. На Каменноостровский проспект, где был главный вход в сад «Аквариум», были ориентированы здания театра, «открытой сцены», «железного театра», за которыми в глубине участка располагались вспомогательные хозяйственные постройки, закрепляющие заднюю границу участка. Эти постройки возводились одновременно (в период с 1880-х до 1900-х гг.) без единого проекта.

Ансамбль сада завершило в 1901 г. строительство каменной ограды вдоль восточной границы, по красной линии проспекта, автор проекта архитектор-художник И.С. Петров. В ограде имелся вход в виде полукруглого в плане павильона, крытого сложной формы крышей с переломами. Фасад ограды был выполнен в вычурных формах французского ренессанса. Ограда стала визитной карточкой сада «Аквариум» и своеобразным архитектурным акцентом на Каменноостровском проспекте.

В 1911 г., уже после смерти Г.А. Александрова, была произведена реконструкция театрального зала, который в соответствии с модными веяниями того времени был приспособлен под круглогодичный каток и переименован в «Ледяной дворец».

Апогеем доходного строительства на участке можно считать два доходных дома-близнеца 10 и 12, выходявшие на Каменноостровский проспект, выстроенные в 1905 и 1906 гг. П.М. Мульхановым и Д.А. Крыжановским.

Необходимо выделить еще одно направление строительной деятельности Александрова – коммерческое. В 1903 г. в северо-западной части участка были снесены деревянные постройки и возведен комплекс Центрального рынка. Проект разрабатывался архитектором Мульхановым и был высочайше утвержден императором Николаем II. Рынок, выстроенный из металлических конструкций, был 2-этажный, второй этаж – двусветный, с огромными подвалами, оборудованными по последнему слову техники.

В 1918 г. при народном комиссариате просвещения был образован Кинематографический Комитет, при котором создан отдел производства фильмов. Выбор базы пал на заведение «Аквариум». В декабре 1918 г. Кинокомитет начал переоборудовать помещения под съемочные павильоны.

4 января 1936 г. ГУКФ издало приказ о переименовании всех кинофабрик в киностудии. С этого времени ленинградская кинофабрика получила наименование – Ленинградская ордена Ленина киностудия «Ленфильм». В этот период вынашивались амбициозные планы перестройки киностудии в связи с расширением кинопроизводства. В период с 1948 до 1956 г. были проведены следующие работы: - реконструкция павильонов 1, 4 (бывший театр) и павильона 5 (бывший рынок); - строительство павильона 2 (главное здание); - строительство гаража; - строительство корпуса 4 ОДТС; - благоустройство территории, в том числе были разобраны конструкции «железного театра».

Необходимо более подробно остановиться на строительстве павильона 2 – главного корпуса киностудии «Ленфильм», архитектором которого был Г.К. Петров. Архитектор расположил проектируемое здание со значительным отступом от красной линии проспекта, на месте разобранного исторического сооружения («открытой сцены»). Главный фасад нового 4-этажного здания был решен с использованием ордерных форм, характерных для «сталинского» неоклассицизма.

В здании предлагалось разместить новый съемочный павильон и организовать главный вход на киностудию. Павильон 2 занимал большую часть здания, и, соединяясь с павильонами 1 и 4, размещавшимися в зданиях бывшего театра и ресторана, образовывал единый съемочный комплекс. На первом этаже был организован главный входной вестибюль, оформленный в стиле неоклассицизма. Портик главного входа стал своеобразной визитной

карточкой киностудии «Ленфильм». Дата окончания строительства и ввода в эксплуатацию главного здания «Ленфильма» – 1956 г. В период 1955–1957 гг. производилось полное техническое переоснащение киностудии.

В советский период сквер перед главным фасадом павильона 2 на месте первоначального сада «Аквариум» сохранялся, но историческая планировка дорожек изменилась. Начиная с 1967 г. на топосъемке зафиксированы криволинейные дорожки, ведущие к главному входу киностудии. Центром планировочной композиции сквера стала круглая клумба, разбитая по оси входа. Данная планировка без значительных изменений сохранилась до настоящего времени.

В 1962 г. на участке № 35-37 по проспекту Горького на месте снесенной деревянной застройки был выстроен Г-образный в плане 6-этажный корпус, к которому со стороны дворового фасада примыкали пониженные объемы. Автор проекта – архитектор Г.В. Чарнецкий. Здание предназначалось для размещения монтажно-тонировочного комплекса, который начал функционировать с 1964 г. Строительство данного корпуса было, по-видимому, последним крупным этапом в строительной истории «Ленфильма». В 1975 г. во внутреннем дворе на месте разобранного «железного театра» был устроен мемориал, посвященный памяти погибших в годы Великой Отечественной войны и блокады Ленинграда сотрудников студии. Автор мемориала – архитектор Г.Г. Гончаров (1935–2004).

**Научный руководитель:** Ст. пр. Г.В. Иванов

**МИЛЯЕВ И.А.**

Тюменский государственный университет

## **РОЛЬ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ**

**MILYAEV I.A.**

Tyumen State University

## **THE ROLE OF GREEN INFRASTRUCTURE IN SOLVING PROBLEMS OF MODERN CITIES**

В работе анализируется роль зеленой инфраструктуры в развитии городов, рассматриваются проблематика влияния инфраструктуры на решение городских проблем и примеры практической реализации концепции.

Процесс планирования городской зеленой инфраструктуры – стратегическое планирование, имеющее своей целью разработку сетей озелененных и водных пространств на городских территориях, проектируемых и управляемых для предоставления широкого спектра экосистемных услуг горожанам. Зеленая инфраструктура минимизирует негативное антропогенное воздействие на окружающую среду в контексте устойчивого развития города.

Важность городской зеленой инфраструктуры обосновывается ее возможностями в решении таких проблем городов, как сохранение биоразнообразия, смягчение последствий изменений климата и адаптация к ним, развитие и поддержание зеленой экономики, увеличение социального капитала. Отдельно стоит выделить потенциал зеленой инфраструктуры в смягчении таких экстремальных погодных явлений, как волны жары, сильные дожди, ливни, град, сильные ветры, и аномалий вроде островов тепла, а также в минимизации рисков распространения вирусных инфекций и улучшении состояния физического и психического здоровья горожан, расширении возможностей для отдыха в пешеходной (10-20 минут) доступности от места проживания. Кроме того, создание общественных пространств способствует увеличению социальных связей, повышению уровня доверия в обществе, придает городским ландшафтам большую эстетическую привлекательность, делает урбоэкосистемы более устойчивыми (resilient), снижает уровень шума и запыленности. Все вышеперечисленные

преимущества развития зеленой инфраструктуры особенно актуальны для российских городов, в значительном числе которых экологическая обстановка оценивается как достаточно напряженная.

Города на сегодняшний день представляют собой сложные системы с многообразными внутренними связями и требуют научно обоснованных подходов в управлении, в том числе с использованием больших данных (big data) по необходимым параметрам, геоинформационных систем и методов пространственно-временного анализа, применением прогностического моделирования. Роль наиболее крупных урбанизированных образований – агломераций – постоянно растет и, по прогнозам урбанистов, в ближайшие десятки лет будет усиливаться.

При проектировании зеленой инфраструктуры руководством, разработанным под эгидой проекта «GREEN SURGE» на основе опыта 26 европейских городов, рекомендуется учитывать следующие принципы:

1. Интеграция с существующей инженерной («серой») инфраструктурой. Так, дождевые сады в районах с высоким риском наводнений могут повысить эффективность регулирования ливневого стока традиционными инженерно-техническими системами и смягчить последствия изменений климата;

2. Связность, позволяющая минимизировать экологические риски, связанные с выполнением средостабилизирующей функции зеленой инфраструктурой;

3. Многофункциональность, заключающаяся в способности городской зеленой инфраструктуры выполнять множество экологических, экономических и социальных функций, предоставляя набор экосистемных услуг. При этом должны учитываться возможные конфликты между функциями;

4. Социальная вовлеченность, требующая участия различных групп и слоев общества в проектировании и использовании объектов зеленой инфраструктуры с учетом их потребностей.

При этом зеленая инфраструктура требует комплексного подхода и объединения специалистов множества направлений деятельности: архитекторов, планировщиков, экологов, географов, экономистов, социологов, управленцев.

Наиболее актуальной проблемой для европейских городов является проблема быстрых климатических изменений. В 2011 году экономисты после наводнения в Копенгагене провели финансовое моделирование относительно потерь от стихийных бедствий, сопоставив цену бездействия с затратами на инфраструктурные или другие изменения, что привело к возникновению плана преобразования общественных пространств и улиц для аккомодации больших дождей с приоритетным использованием «зеленых» решений (Cloudburst plan). Данная ситуация наглядно демонстрирует, насколько существенную роль может играть зеленая инфраструктура в жизнедеятельности города.

Еще одна крайне важная тема относительно микроклимата городов – формирование городских островов тепла, наиболее выраженных, как правило, в центральных частях с наиболее высокой степенью запечатанности территорий, что приводит к аккумуляции тепла. В летний сезон данный фактор является одним из существенных в обострении рисков хронических заболеваний, влияет на репродуктивное здоровье. Полноценное развитие сети зеленых зон, связанной экологическими коридорами, может ощутимо ослабить эффект тепловых островов и сделать города более приспособленными к климатическим рискам, снизить климатообусловленную смертность.

Одним из популярных на сегодняшний день примеров сбалансированного развития городской среды является Ванкувер, занимающий лидирующие позиции в рейтингах самых комфортных городов для проживания. Феномен «ванкуверизма» (vancouverism) характеризуется плотно населенным центром со смешанной застройкой, с обеспечением необходимых услуг в шаговой доступности, развитой системой общественного транспорта, активным созданием и расширением зеленых пространств. Модели развития Ванкувера близка концепция «города в природе», развиваемая в Сингапуре. Ее основа – развитие сети взаимосвязанных, пронизывающих город природных территорий лесопаркового типа. Основа концепции вклю-

часть в себя как создание озелененных, «дружественных природе» (biophilic) пространств, так и продуманное озеленение крыш, фасадов, внутренних помещений.

В России существует немало проектов, направленных на развитие зеленой инфраструктуры, однако их внедрение пока носит в основном фрагментарный характер. Исключительным и наиболее значительным по масштабу является воплощаемый в жизнь проект развития пространств вдоль реки Казанки в Казани. Стратегия развития подразумевает собой создание крупной экосистемы объединенных в сеть прибрежных парков. Вместе с формированием экотуристического кластера она должна стать экономическим и образовательным ресурсом для устойчивого развития Казани. Его воплощение приведет к значительному увеличению пешеходной доступности рекреационных зон для местных жителей и ощутимому повышению комфортности проживания в мегаполисе.

Стоит отметить, что внедрение концепции зеленой инфраструктуры в процесс градостроительного планирования и ее реализация на практике требует индивидуального подхода к конкретному городу с учетом пройденного исторического пути, потребностей его жителей, сильных и слабых сторон, обострившихся и потенциальных проблем, тенденций и специфики развития. Такой подход должен помочь в поиске уникальных решений в планировании и проектировании элементов сети озелененных пространств и тем самым существенно облегчить задачу обеспечения сбалансированного развития городской среды и города в целом.

**Научный руководитель:** к.г.н., доцент Д. М. Марьянских

**ПУГАЧЕВА В.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет»

### **РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В «ЗЕЛЁНОЙ» АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДОВ**

**PUGACHEVA V.V.**

Federal State Budgetary Educational Institution  
higher education "Russian State Social University, Moscow

### **ROLE OF ECOLOGICAL ASSESSMENT OF URBAN SOILS IN THE "GREEN" ARCHITECTURE OF URBAN**

В работе приведены результаты исследований по состоянию показателей, характеризующих качество почв, а также грунтов, используемых для благоустройства городских территорий. Показана необходимость мониторинга почв «зеленых» участков урбоэкосистем и грунтов, используемых для благоустройства, в целях поддержания их качества и устойчивости территорий.

В процессе продолжающейся урбанизации формируются городские урбоэкосистемы, являющиеся пространственно-ограниченными природно-техногенными комплексами, элементы которых взаимосвязаны обменом вещества и энергии живых организмов, абиотических элементов (природных и техногенных), создающих специфическую, далёкую от природной, среду жизни человека, отвечающую его биологическим, психологическим, социальным, трудовым потребностям. Развивая города, человек активно воздействует на природную составляющую, формируя природно-антропогенную систему, активно изменяя рельеф местности, гидрографическую сеть и уровень подземных вод, почвы, растительный покров и животный мир и даже климатические условия [3]. У новых систем нарушенный биологический круговорот, малое биоразнообразие, меньшая биопродуктивность, ниже рекреационная ценность [5].

Городские почвы претерпевают существенные изменения. Они в значительной степени подвержены антропогенному преобразованию, являются технозёмами и воспринимаются

как грунт, субстрат для посадки новых зелёных насаждений, для городского озеленения. На смену почвам в городах приходят почвозамещающие субстраты (искусственные почвогрунты или техногрунты).

Растительный почвогрунт – искусственно составленная, многокомпонентная смесь дерновой почвы, низинного торфа, песка, органических и минеральных удобрений в оптимально сбалансированных пропорциях. В результате применения растительных почвенных грунтов значительно повышается качество и плодородность земли, улучшаются ее механические, химические и физические свойства. Однако, часто используются техногенные грунты – естественные грунты и почвы, которые подверглись изменению и перемещению в результате производственной и хозяйственной деятельности человека. Искусственный грунт изготавливают для промышленных нужд, а также для благоустройства городских территорий. Например, в процессе рекультивации мест размещения отходов или свалок, территории разравнивают, проводят необходимые инженерные мероприятия, распределяют по всей территории почвогрунт и благоустраивают её, высаживая зеленые насаждения и устанавливая малые архитектурные формы. Не редко такие объекты располагаются в черте городской застройки или недалеко от неё.

Таким образом, компонентный состав техногенных почвогрунтов, содержащих различные включения оказывает прямое влияние на состояние почвенного субстрата, в которых растут зеленые растения городов и, следовательно, являются значимым экологическим фактором, отрицательно воздействующим на нормальный рост и развитие зеленых насаждений. Такие техногрунты могут нести потенциальную опасность для сложившихся городских экосистем и здоровья горожан.

Городские почвогрунты, (кроме почв крупных лесопарков) часто имеют повышенные количества таких тяжелых металлов, как медь (Cu), цинк (Zn), свинец (Pb), кадмий (Cd), кобальт (Co) в верхних горизонтах. Особую опасность представляет наличие больших количеств подвижных форм соединений тяжелых металлов. Содержание в почвах свинца (Pb) и цинка (Zn) вдоль автомобильных дорог, даже на селитебных территориях, в 3-4 раза превышают ПДК [4]. В то же время, для ненарушенных дерново-подзолистых почв лесопарков содержание определяемых тяжелых металлов соответствует фоновому значению в верхних горизонтах и уменьшается вниз по профилю. Ландшафты населенных пунктов несколько обособлены; они занимают всего 6% площади суши, но в них проводит большую часть жизни практически все население планеты. В связи с этим оценка экологического состояния населенных мест имеет первостепенное значение [1].

Особенности почв в городах оказывают непосредственное воздействие на растительность селитебных и общественных пространств. Урбофитоценозы представляют собой геоботаническую аномалию по сравнению с фитоценозами прилегающих ландшафтов. Содержание химических элементов в городских растениях значительно отличается от пригородных территорий. Развитие биогеохимических и геоботанических изменений растительности имеет мозаичный характер, в том числе из-за неравномерного распределения поллютантов. Специфика формирования городских геоботанических и биогеохимических аномалий, совместно с техногенным вывозом опада растений, создает своеобразный «городской» круговорот химических элементов, что определяет особые условия миграции и концентрации поллютантов в растительном субстрате. С атмосферными осадками поллютанты поступают в воду и почву, где концентрируется плотный остаток солей [2].

#### **Список литературы:**

1. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В., Швыдкая Н.В., Питсаренко Г.П. О геохимическом облике почв населенных пунктов / Урбоэкосистемы проблемы и перспективы развития: сборник материалов VI Международной научно- практической конференции (г.Ишим; 16 марта 2018г.) / отв.ред. О.С. Козловцева. – Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2018. – 215 с.;

2. Белозубова, Н.Ю. Эколого-геохимическая оценка почв и особенности миграции токсичных элементов в агроценозах Волгоградской области: диссертация ... кандидата биологических наук: 03.02.08. - Москва, 2011. - 185 с.;

3. Лебедь-Шарлевич Яна Ивановна Оценка и прогноз газогеохимического состояния и экологических функций почв на техногенных грунтах (на примере г. Москвы) Специальность: 03.02.08 – экология диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук Москва – 2017, - 208 с.;

4. Обухов А.И. Тяжелые металлы в почвах и растениях Москвы / А.И. Обухов, И.О. Плеханова, Ю.Д. Кутукова// Экологические исследования в Москве и Московской области. - М., 1990. - С. 148-162

5. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Городские почвы: генезис, классификация, функции // Почва, город, экология – М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. – С. 15 – 88.

**Научный руководитель:** к.п.н., доцент А.В. Гапоненко

**ПЯТТОВА А.С.**

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ПОДЗЕМНОЙ УРБАНИСТИКИ**

**RYATTOYEVA A.S.**

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

## **MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF UNDERGROUND URBANISM**

В настоящее время, подземная урбанистика одна из важнейших тем в области развития архитектурной и градостроительной деятельности. При наличии большого количество научных исследований, посвященных данной теме, существует проблематика связанная с отсутствием градостроительных регламентов и четкого нормирования в отношении подземной урбанистики, что в свою очередь деструктивно сказывается на формировании новых тенденций в строительстве, а также в проектировании сооружений. Данная тема крайне актуальна, для городов, которые стремятся развивать мультимодальную транспортную систему.

**Главная цель** исследования состоит в том чтобы определить какие современные тенденции в развитии подземной урбанистики, на данный момент преобладают в г. Санкт-Петербург.

В рамках данного исследования были выделены следующие задачи исследования:

1. Проанализированы публикации о современных мировых, а также отечественных тенденциях в области подземной урбанизации.

2. Был проведен сравнительный анализ зарубежного и отечественного опыта работы в данной области.

3. Детально рассмотрен и сопоставлен опыт строительства новых станций метрополитена в г. Санкт-Петербург и в г. Москва.

**Объектом исследования**, рассматривается, метрополитен г. Санкт-Петербург, а также станции метро, которые располагаются территориально в Ленинградской области.

**Предметом исследования** является выявление современных тенденций в развитии подземной урбанистики, проявляющихся при строительстве новых станций метрополитена в г. Санкт-Петербург.

В ходе анализа были выявлены сходства зарубежных и отечественных современных тенденций. Общемировая современная тенденция в области подземной урбанистики--использование подземного пространства для строительства метрополитена, и разработки крупных пространственно-средовых объектов с полифункциональным диапазоном использования. Данный прием позволяет формировать новые сооружения, с более укрупненным масштабом зданий ( и вестибюля), увеличением внутренней этажности (непосредственно станция метрополитена), а также функционального состава сооружений,



типологии и регламентации строительных требований. В отечественных тенденциях в области подземной урбанистики, еще в 2012 году выявилась актуальность создания многофункциональных комплексов, которые позволили бы активно осваивать подземную часть городов. Данные тенденции формируют необходимость создания Генеральной документации по территориальному и функциональному зонированию территории города ниже уровня земли. В свою очередь, в результате сравнительного анализа зарубежного и отечественного опыта работы в области подземной урбанистики, был выявлен общий ряд факторов, которые позитивно влияют или влияли, на развитие в области освоения подземного пространства:

1. Дефицит территории
2. Необходимость формирования мультимодальной транспортной системы
3. Рекомбинации назначения городских территорий
4. Утрата существующей функции или потребности в сооружения
5. Реформа городской среды

Параллельно, относительно детально были рассмотрены и сопоставлены опыт строительства новых станции метрополитена в г. Санкт-Петербург и в г. Москва. Это позволило выявить основные отличительные признаки, среди которых следует отметить:

1. Разница в видах грунта. В Санкт-Петербурге водонасыщенные грунты, в связи с чем - строительство подземных сооружений ведется, как правило, на большой глубине, на глубине залегания - кембрийских глин (глубина 60-80 метров). В Москве крупнообломочные грунты, в связи с чем - строительство подземных сооружений ведется, как правило, "открытым способом", на глубине залегания - дерново-подзолистых (глубина 20-30 метров). Фактор глубины залегания сильно влияет на скорость и темпы создания новых подземных сооружений в Санкт-Петербурге. Сложности которые возникают при строительстве новых станции метрополитена в г. Санкт-Петербурге, практически не встречаются в Москве- за редким исключением.

2. Финансовый аспект . В Москве средняя стоимость строительства 1 км линии метрополитена со станционным комплексом глубокого заложения составляет 7 миллиардов рублей, стоимость строительства 1 км линии метрополитена со станционным комплексом мелкого заложения - 4,5 миллиарда рублей. В Санкт-Петербурге средняя стоимость строительства 1 км линии метрополитена со станционным комплексом глубокого заложения может составлять от 10 миллиардов рублей, стоимость строительства 1 км линии метрополитена со станционным комплексом мелкого заложения - 7 миллиардов рублей. Финансовый вопрос в строительстве метрополитена один из самых важных- глубокое залегание метрополитена в г. Санкт-Петербург, обуславливает высокие денежные затраты.

**Выводы.** Основные выводы, полученные на основе теоретических изысканий: Были выявлены основные международные и отечественные современные тенденции в области подземной урбанистики. Также были получены результаты сравнительного анализа зарубежного и отечественного опыта работы в области подземной урбанистики и сопоставлены тенденции и проблематика строительства новых станций метрополитена в г. Санкт-Петербург и в г. Москва.

Главным результатом данного исследования, можно считать выявление большого сектора факторов, которые необходимо учесть для дальнейшего развития подземной урбанистики с обязательным созданием Генеральной документации "О территориальном и функциональном зонировании территории города ниже уровня земли". Эта документация должна регламентировать дальнейшее строительство и разработку проектов подземной урбанистики, включавшие в себя как подземные паркинги, строительство метрополитена, так и прочие уникальные подземные сооружения. Создание Генеральной документации, послужило бы мотивацией для создания новых видов сооружений и проектов, что в свою очередь это послужило бы импульсом по формированию и совершенствованию тенденций в области подземного строительства объектов не только строго утилитарного и транспортного назначения, но и освоение ряда подземных пространств для общественно-культурных функций. Достаточно вспомнить уже существующие объекты и намерения, например в Санкт-Петербурге ,создания проектов освоения подземных пространств в зоне Русского музея с

соединением с метро «Гостиный двор» и под площадью Восстания рядом с Московским вокзалом.

В перспективе, данная работа может лечь в основу дальнейшего исследования, которое было бы призвано сформировать Генеральную документацию и регламенты формирования подземной урбанистики. Также результаты данного теоретического исследования, а именно результаты аналитических изысканий, могут лечь в основу определения новых классификаций подземных сооружений, которые бы отражали современную потребность. Возможно, анализ и сопоставление строительства новых станции метрополитена в г. Санкт-Петербург и в г. Москва., могут послужить основой для оптимизации метро- строительной отрасли, в русле развития и внедрения новых технологий, позволяющих строить новые станции метро, а также прокладывать линии метрополитена на более экономически выгодных условиях.

**Научный руководитель:** Профессор кафедры Архитектурного проектирования СПбГАСУ; Кандидат архитектуры; Член -корреспондент РААСН; Заслуженный архитектор РФ - О.С. Романов

**РАСПУТИН А.В.**

Иркутский национальный исследовательский технический университет

## **АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ Г.ИРКУТСКА**

**RASPUTIN A.V.**

Irkutsk National Research Technical University

## **ANALYSIS DEVELOPMENT OF IRKUTSK SUBURBIA**

В современных условиях экономического развития одним из главных приоритетов является повышение качества и уровня жизни населения. Нельзя оставить без внимания процессы территориального развития и самоорганизации, происходящие на территориях, прилегающих к городу и формирующих ее окраины. Для г. Иркутска, одного из крупных городов Восточной Сибири, эта территория интенсивного освоения пригородной зоны примерно на расстоянии 20 км от городской черты, обусловлена геоморфологическими условиями (предгорная равнинная зона), социально-экономическими и административно-хозяйственными факторами, в том числе состоянием современной транспортной инфраструктуры. На сегодняшний день идет интенсивное освоение территорий Иркутского района по основным исторически сложившимся направлениям: Байкальский, Якутский (Качугский) тракт (северо-восточное), Мельничный тракт (Мельничная падь) (юго-западное), Култукский (западное) и Голоустненский тракт (восточное). Площадь исследуемой территории составляет около 2000 кв.км. При этом площадь города Иркутска в современных границах 277 кв.км, Иркутского района 11685 кв.км. Площадь сложившейся пригородной зоны в границах сложившейся субурбии представлена автором в виде карты схемы разработанной на основе открытых территориальных информационных систем (ТИС)

Цель исследования заключалась в изучении особенностей территориальной самоорганизации Иркутской пригородной зоны. В материалах дается оценка архитектурно-пространственной структуры, провоцирующей градостроительные конфликты и депрессивность формируемых районов, не соответствующих принципам устойчивого развития и понятиям жизнестойкости территории.

Пригородная зона впервые появилась в больших масштабах в XIX начале XX вв. в результате улучшения железнодорожного или автомобильного транспорта, что привело к увеличению поездок на работу. Характеризовались пригородные зоны более низкой плотностью населения, чем центральные районы города. Тенденция пригорода увеличиваться вокруг города, занимая прилегающие равнины. Русским эквивалентом англоязычному «subur-

bia» является пригород, окраина, предместье, окрестность. Рассматривая развитие планировочной структуры города на каждом этапе его территориального развития, мы видим, как формировался пригород и его предместья, а так же как происходило планирование и регулирование окраин в зависимости от существующих нормативов и градостроительных регламентов.

Естественный прирост территории развития и динамика границ города соотносился с приростом населения и повышением социально-экономического развития. При этом наблюдается следующая закономерность: при смене экономической формации (социально-экономической модели развития), в период политической нестабильности, экономического кризиса активизируются процессы оттока населения из центральных урбанизированных и сельских отдаленных от административного центра и малонаселенных территорий в пригородную зону. Эти процессы соответственно провоцируют резкий прирост населения пригорода и ее хаотичного территориального развития. Одновременно, как отмечают многие социологи, мы сталкиваемся с новым потребителем (жителем) этих районов. В процессе исследования проведен анализ динамики населения Иркутского района по возрасту и трудоспособности, в результате только за последние 10 лет (с 2011 по 2020) выявлено трёхкратное увеличение с большим приростом трудоспособного населения, включая прирост и молодежи.

Территория застраивается индивидуальной жилой застройкой совмещающей в себе всю палитру хозяйственно-бытового уклада сельского жителя с различными видами личного подсобного хозяйства, так и городского жителя частично ориентированного на индивидуально-предпринимательскую деятельность, при этом часть жителей рассматривает эту зону, предназначенную для загородного отдыха и комфортного пребывания. Анализ динамики строительства жилья в Иркутском районе только в 2019 году составил около 500 тыс. кв.м. жилой площади преимущественно индивидуальных жилых домов. Эти показатели устойчиво растут, а с 2016 года и по сегодняшний день составляют конкуренцию строительству в черте города. При этом сегодня на этих территориях отсутствует функциональное зонирование и регулирование хозяйственной деятельности. Земельные участки, как правило, сформированы из сельскохозяйственных наделов, без предварительных проектов планировки и градостроительных регламентов, без резервирования участков под социальные объекты и общественные пространства, нет единой стилистической, архитектурно-художественной и композиционно-планировочной организации, разделение на зоны и функции, что вызывает социальные и градостроительные конфликты. Уже сегодня мы наблюдаем, что потенциально привлекательные, ранее экологически чистые буферные зоны превращаются в непригодные для проживания территории, т.е. из ранее «элитных», переходят в состояние «депрессивных».

Решением выявленной проблемы является разработка принципов градостроительного регламента жилой застройки с учетом социально-экономического фактора и социального запроса населения, развития транспортной инфраструктуры и формирования особого административного и правового механизма управления.

**Научный руководитель:** к.а., доцент Е.В. Пуляевская

## ЭКОУСТОЙЧИВАЯ АРХИТЕКТУРА НА ПРИМЕРЕ НИЗКОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

SAITGALINA D.R.  
Saint-Petersburg Mining University

### ECO-SUSTAINABLE ARCHITECTURE AS AN EXAMPLE OF LOW RESIDENTIAL DEVELOPMENT

Экологические и эпидемиологические вызовы времени, разрастание городов заставляют градостроителей и экологов искать новые модели и инструментарий для развития территорий, жилых массивов, зеленых пространств, управления ими. На этом фоне экоустойчивая архитектура и зеленое строительство оказываются все более востребованными ресурсами.

Строительство и последующая эксплуатация зданий негативно воздействуют на окружающую среду. Выбросы углекислого газа (CO<sub>2</sub>) ускоряют глобальное потепление и приводят к ряду необратимых последствий. Росте выбросов CO<sub>2</sub> и изменении климата происходят в процессе производства строительных материалов, эксплуатации зданий и потребления электро- и теплоэнергии и в конце срока эксплуатации при демонтаже здания и утилизации отходов.

В связи с этим в строительстве появились экоустойчивые подходы — энергоэффективный подход и «зеленое» строительство, в них заложена идея о том, что здания должны становиться меньшим бременем для окружающей среды. Энергоэффективный подход заключается в оптимизации потребления энергии, установке энергосберегающих окон, повышении теплоизоляции, улучшении системы теплоснабжения. «Зеленое» строительство предполагает ресурсоэффективность, возобновляемые источники энергии, повторное использование воды, перерабатываемые материалы. Термин «Экологический след» доходчиво объяснил такое явление, как потребление человечеством ресурсов биосферы. В глобальном масштабе сейчас потребление возобновляемых ресурсов на 50% быстрее, чем Земля способна их устойчиво воспроизводить.

В экоустойчивых зданиях обязательно присутствуют аспекты, которые тесно соединены с этическими ценностями общества. Вдобавок к конструктивному измерению, которое управляется законами физики, архитектура имеет еще нематериальное, культурное и социальное измерение.

Устойчивость является не только вопросом экологии и социальных сфер, но и экономики. В сознании большинства россиян сложилось представление о том, что экологическое строительство — это дорого. Мысль эта в корне неверная, поскольку при зелёном строительстве более высокие начальные затраты компенсируются в процессе эксплуатации.

Переход к обществу, ориентированному на экоустойчивое развитие, к «бытию» предполагает не изменения характера поведения или культурных традиций, но дальнейшее логическое развитие, переход на новый уровень наших человеческих и социальных потребностей. С точки зрения требований, предъявляемых к зданию, к увеличению эффективности использования энергии и материалов, а также к созданию замкнутого цикла материалов, это изменение имеет самый главный смысл в одном — в достаточности. Другими словами, пристальное рассмотрение сложившихся и традиционных моделей поведения и потребления призывает остановить перерасход ресурсов и энергии, что является этической предпосылкой экоустойчивого развития.

**Научный руководитель:** доцент М.П. Копков

## ТЕХНОЛОГИЯ ЗЕМЛЕБИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

SAKHAROVA K.R.  
Saint-Petersburg Mining University

### RAMMED EARTH CONSTRUCTION TECHNOLOGY

Грунт является одним из самых легкодоступных материалов, который может использоваться в качестве строительного материала. Еще в 1794 году в Москве была издана книга Франциско Коантеро, в которой описывается технология строительства зданий из смеси клейких видов почв и песка с водой, которые отличаются долговечностью, дешевизной и высокой механической прочностью. (по словам автора, срок эксплуатации таких сооружений может достигать 165 лет).

Конец XVIII – начало XIX веков – период расцвета землебитного строительства в Российской Империи. Большой энтузиаст такого строительства – известный русский архитектор Н.А. Львов, который ввёл много новшеств в строительство из подручных материалов, в частности, из так называемого каменного картона – по функциональным свойствам прототипа современного шифера.

Львов получил подряд на возведение Приоратского дворца в Гатчине, который был построен в 1799 году и сохранился до наших дней. Фундамент дворца сделан из бута. Состав применённой архитектором грунтомассы приведён в таблице 1. Подготовленную массу закладывали в прочную опалубку слоями толщиной 12-15 см, затем трамбовали, заливали слой известкового раствора толщиной 6 мм и укладывали следующий слой грунта. Стены были настолько прочными, что их отштукатурили лишь спустя 100 лет после строительства [1].

Таблица 1 – Состав грунтомассы Н.А. Львова

Материал	Содержание, % в объёме
Гравий крупностью от 3-7 мм	4
Песок	58
Пыль	20
Глина	18

Существует альтернативная технология строительства «Earthbags» (англ. земляной мешок). Между рядами тканевых мешков, заполненных почвой, прокладывали армирующий материал, например, колючую проволоку. Стоит отметить, что при утрамбовке не использовалась вода. Различные строительные материалы, такие как пемза, шлак, рисовая шелуха и перлит применяли для теплоизоляции. Для прочности дверные и оконные проёмы делали в форме арки, стены закругляли, а кровлю (также из земли) выполняли в форме купола с широкими свесами, чтобы защитить стены от осадков. Традиционно этот способ использовали в районах, пострадавших от наводнений. Стены таких домов характеризовались высоким термическим сопротивлением [2].

Землебитные сооружения с древних времен строились в Древнем Риме, Китае и многих странах Африки, в том числе в Марокко. В фортификационных сооружениях в виде укреплённых валов также использовался земляной грунт [1].

Прогрессивная технология возведения стен из земли «SIREWALL» («Stabilized Insulated Rammed Earth Wall» – усиленные и утепленные землебитные стены) предложена в начале 1990-х годов американским архитектором Мерором Крайенхоффом. Данная технология защищена 86 международными патентами и уже внедрена в современное строительство. Стена шириной 45-61 см построена из материала, содержащего смесь земли, цемента и воды; стальной арматуры и толстого слоя жёсткой изоляции.

Главные достоинства землебитного строительства: дешевизна, прочность, пожаробезопасность, гигиеничность, малая теплопроводность, экобезопасность, простота утилизации, увеличение прочности со временем, сейсмостойчивость, необычный дизайн. Основные

недостатки: необходимость в прочном фундаменте и тщательной гидроизоляции, высокая трудоемкость возведения.

**Список литературы:**

1. Землебитный дом своими руками (Электронный ресурс). URL: <https://fishing-caravan.ru/sad-i-ogorod/zemlebitnyj-dom-svoimi-rukami.html>
2. *Травина О.* Дома из земли: модернизация старинных технологий строительства (Электронный ресурс). URL: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/4533-doma-iz-zemli-modernizaciya-starinnyh-tehnologii-stroitelstva>

**Научный руководитель:** зав. кафедры архитектуры, к. архит., доцент, И.В. Поцешковская

**ЧЕРНЫШЕВ А.В.**

ВГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет»

**ОЗЕЛЕНЕНИЕ КРЫШ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ  
АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**CHERNYSHEV A.V.**

Federal State Budgetary Educational Institution  
higher education "Russian State Social University

**GREENING OF ROOFS AS A PROSPECTIVE DIRECTION OF  
ARCHITECTURAL AND URBAN CONSTRUCTION**

Говоря о «зеленой» архитектуре городов, в современных реалиях стоит понимать необходимость таких «зеленых» преобразований или нововведений, которые целесообразны прежде всего с экономической точки зрения (особенно в условиях экономического кризиса, вызванного коронавирусной пандемией), но при этом они должны сочетаться с экологической и социальной необходимостью [3; 4].

Важно правильно понимать «зеленую» архитектуру городов как архитектуру, основывающуюся на принципах экологичности, оказывающую минимальное воздействие на окружающую среду, способствующую наилучшему выполнению рекреационных функций в урбозкосистемах. Такие подходы позволили по-новому взглянуть на жилые и общественные здания, промышленные сооружения. Город в проектах, созданных на экологических подходах перестает давить на человека, создает условия для сохранения видового разнообразия растений и животных, значительно уменьшает негативное антропогенное воздействие на все компоненты экосистем. Полное преобразование городов в соответствии с вышеназванными подходами пока далеко. Однако, некоторые элементы «Зелёной» архитектуры можно и нужно внедрять, причём делать это повсеместно. Прежде всего это озелененные крыши различных сооружений, зоны отдыха на крышах и верандах, созданные с использованием озеленения, озелененные стены (как внешние несущие, так и внутренние). Экономически обосновано создание озелененной крыши с экстенсивным типом покрытия (преимущественно травянистые растения, мхи, не требующие специального ухода и постоянного надзора), поскольку здания с такой крышей возвести проще и дешевле, чем сооружение с интенсивной «зеленой» крышей (крышей, которая совмещает в себе растения любых жизненных форм и требует пристального ухода). Эксплуатация и обслуживание крыши проще, чем стен, поскольку для озелененной стены необходимо создавать более сложную систему подвода и откачки воды, уделять более пристальное внимание растениям. В то же время, экстенсивная крыша с теми же растениями может быть самодостаточна и нуждаться в обслуживании не более раза в год [1].

«Зеленые» крыши можно разместить на уже существующих крышах и, безусловно, на вновь возводимых объектах. В размерах страны это незначительно удорожает проектирование и строительство, поскольку возможно использование типовых проектных решений для конкретных географических и климатических районов.

Озеленение существующих конструкций – сопряженный с некоторыми неудобствами комплекс мероприятий, которые могут позволить увеличить площадь зеленых зон города. Неудобствами будут являться по большей части инженерные решения переоборудования существующих кровель новыми, с предусмотренным озеленением, а также укрепление фундамента и стен при наличии больших площадей, требующих озеленения. Мероприятия по озеленению можно будет провести во время капитальных ремонтов зданий или по инициативе жильцов при разрешении управляющей компании улучшить сооружение [2]. Также, немаловажно будет учесть опыт существующих проектов с озелененными крышами (Крайзер-центр, Окленд, Новая Зеландия; «Лига парк», Ростов-на-Дону, Россия), на основе которого могут появиться экономически выгодные проекты.

Озеленение кровель домов, находящихся в стадии строительства – трудоемкий процесс, поскольку для жилых домов и зданий коммерческой направленности (офисные здания, бизнес- и торговые центры) изменение сметной документации может привести к значительному удорожанию проекта. Поэтому, возможность адаптации кровель системой экстенсивного озеленения справедливо для частного сектора – загородных домов, дач и обустройства приусадебных участков – где изменение проекта можно напрямую обговорить с владельцем дома или участка земли, где изменение проектно-сметной документации не столь критичны.

Озеленение кровель будущих сооружений должно стать положительной тенденцией в ближайшем будущем. Вкладывание денег в озелененные крыши сейчас поможет нивелировать их трату на решение экологических проблем городов в будущем. В наши дни в ряде стран озеленение крыш обязательно для всех зданий или для зданий, попадающих в определенную категорию (в Копенгагене, Дания и Швейцарии озеленению подлежат каждые плоские крыши, в Торонто, Канада – каждая крыша площадью больше 2000 м<sup>2</sup>, в Японском Токио – крыши площадью от 250 м<sup>2</sup>) [1]. Учитывая зарубежный опыт, можно создавать в городах России новые дома, сочетая не только комфорт, но и экологичность. Новые проекты позволят оживить облик городов, сделать их привлекательнее для туристов и мировой общественности в целом, что должно положительно сказаться на экономике страны.

Озеленение крыш перспективный метод решения экологических проблем. Поскольку большинство городов уже перегружены объектами различного назначения, перенос зеленых зон на крыши различных зданий поможет полезно использовать те площади, которые использовать ранее было невозможно. Насыщение городов растениями поспособствует очистке воздуха и его увлажнению, а также позволит сэкономить на системах кондиционирования, водоотведения и отопления (в зависимости от характера крыши и типах используемых покрытий соответственно), что благоприятно скажется на облике города и здоровье его населения.

#### **Список литературы:**

1. Бахарев В.В. Вертикальное озеленение: перспективы использования традиционных и инновационных технологий в условиях городской агломерации / В. В. Бахарев // Белгородская городская агломерация как субъект опережающего развития : сб. материалов науч.- практ. конф., Белгород, 2013 г. / ред. кол.: Ю.В. Астахов и др. - Белгород, 2014 - Т.1. - С. 69-79.
2. Гуляева Е.А. Обустройство зеленых крыш при строительстве и реконструкции зданий. - Спб., 2014 - С. 94.
3. Разин А. Д. Новые тенденции в архитектурно-градостроительном проектировании России // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2003. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-tendentsii-v-arhitekturno-gradostroitelnom-proektirovanii-rossii> (дата обращения: 26.03.2021).

4. Стерник Геннадий Моисеевич Ценообразование на рынке жилья России // Имущественные отношения в РФ. 2010. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsenoobrazovanie-na-rynke-zhilya-rossii> (дата обращения: 26.03.2021).

**Научный руководитель:** к.п.н., доцент А.В. Гапоненко



**Актуальные проблемы недропользования:** Тезисы докладов. Том 6 / Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2021. (XIX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов, 12-16 апреля 2021 г.)

ISBN 978-5-94211-935-5 (Том 6)  
ISBN 978-5-94211-929-4

УДК 00 (622+55+665.6/7+620.9+621+669(082))  
ББК 2 (65.304.11+33.36+31+34.3/4я43)

*Научное издание*

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**XIX ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-КОНКУРС СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ**

12-16 апреля 2021 г.

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**  
Том 6

Тезисы публикуются в авторской редакции  
Печатается с оригинал-макета, подготовленного в Международном центре компетенций  
в горнотехническом образовании под эгидой ЮНЕСКО

Сборник включен в базу данных РИНЦ  
Научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru>

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.02

Подписано к печати 10.06.2021. Формат 60×84/8. Уч.-изд.л. 28.  
Тираж 30 экз. Заказ 574.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2



**Санкт-Петербургский горный университет**

Россия, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2

Тел. (812) 327 7360. Факс (812) 327 7359

<http://www.spmi.ru>. E-mail: [rectorat@spmi.ru](mailto:rectorat@spmi.ru)

