



**ИГЭС**

Институт  
гидротехнического  
и энергетического  
строительства

## ПОТАПОВСКИЕ ЧТЕНИЯ — 2023

Сборник материалов VIII ежегодной Всероссийской  
научно-практической конференции,  
посвященной памяти доктора технических наук,  
профессора Александра Дмитриевича Потапова

*(г. Москва, 16 мая 2023 г.)*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

ISBN 978-5-7264-3265-6

Москва  
Издательство МИСИ – МГСУ  
2023

УДК 624+528+504  
ББК 38+26.1+20.1  
П64

П64      **Потаповские чтения — 2023** [Электронный ресурс] : сборник материалов VIII ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Дмитриевича Потапова (г. Москва, 16 мая 2023 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт гидроэнергетического строительства, кафедра инженерных изысканий и геоэкологии. — Электрон. дан. и прогр. (7,0 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. — URL: <https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл.с титул. экрана.  
ISBN 978-5-7264-3265-6

В данном сборнике содержатся материалы VIII ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти Александра Дмитриевича Потапова, которая прошла в НИУ МГСУ 16 мая 2023 г. на кафедре инженерных изысканий и геоэкологии.

В работе конференции приняли участие более 60 человек: обучающиеся бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, научно-педагогические работники из ведущих российских вузов и Туркменского государственного архитектурно-строительного института.

Для обучающихся всех форм обучения, научных работников и аспирантов в области инженерных изысканий, геоэкологии и техносферной безопасности.

*Научное электронное издание*

*Материалы публикуются в авторской редакции.  
Авторы опубликованных материалов несут ответственность  
за достоверность приведенных в них сведений.*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

Ответственные за выпуск:  
*А.Л. Суздалева, И.Ю. Яковлева, С.С. Родионов*

Институт гидротехнического и энергетического строительства (ИГЭС НИУ МГСУ)

Сайт: [www.mgsu.ru](http://www.mgsu.ru)

<http://iges.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/IGES/>

Тел. +7 499 183 43 83.

Е-mail: [iges@mgsu.ru](mailto:iges@mgsu.ru)

Кафедра инженерных изысканий и геоэкологии

Тел.: +7 (495) 287-49-14 (доб. 2380).

Е-mail: [LavrusevichAA@mgsu.ru](mailto:LavrusevichAA@mgsu.ru)

*Для создания электронного издания использовано:*

Microsoft Word 2010, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 07.07.2023. Объем данных 7,0 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет».

129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.

Тел.: (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.

Е-mail: [ric@mgsu.ru](mailto:ric@mgsu.ru), [rio@mgsu.ru](mailto:rio@mgsu.ru).

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>Чертес К.Л., Тупицына О.В., Пыстин В.Н.</b><br>РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО<br>ВРЕДА, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ОТКРЫТЫХ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ<br>ВЫРАБОТКАХ  | 7  |
| <b>Чертес К.Л., Сеянко А.П.</b><br>ЛИКВИДАЦИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД   | 18 |
| <b>Чертес К.Л., Букин А.А.</b> ТИПИЗАЦИЯ И ФИЛЬТРАЦИОННО-<br>РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФРАГМЕНТОВ ГЕОСРЕДЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ<br>ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯМИ  | 25 |
| <b>Мальцева А.А.</b><br>ОБРАБОТКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НАКОПИТЕЛЕЙ С<br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  | 30 |
| <b>Научный руководитель: Чертес К.Л.</b><br><b>Манухина В.А.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ БЕЗЫМЯННОГО<br>РУЧЬЯ ЛЕВОГО ПРИТОКА РЕКИ МЕЩЕРИХИ  | 36 |
| <b>Научный руководитель: Лаврусевич А.А.</b><br><b>Каргаус Л.С.</b><br>ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЁТЫ. ПРАКТИКА КОНСТРУИРОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ<br>СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ<br>СОВМЕСТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИХ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И<br>КОМПОНЕНТОВ                   | 40 |
| <b>Научный руководитель: Харичкин А.И.</b><br><b>Сидоренко А.В.</b><br>АДАПТАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ, КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ РЕШЕНИЕ<br>ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  | 46 |
| <b>Алтунина Е.О.</b><br>ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОТ НАЛИЧИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ<br>СОСТАВЛЯЮЩЕЙ   | 51 |
| <b>Научный руководитель: Лаврусевич И.А.</b><br><b>Хабарова И.А.</b><br>ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДНА<br>КОТЛОВАНА  | 56 |
| <b>Орлова Н.А., Постоев Г.П., Казеев А.И.</b><br>ОСОБЕННОСТИ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА И ЛИТОГЕНЕЗА В НЕРОВНОСТЯХ<br>ДНА ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНОВ НА ПРИМЕРЕ ОПОЛЗНЕВОГО УЧАСТКА<br>ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ  | 59 |
| <b>Герасимова С.С.</b><br>ПОВЕРХНОСТНЫЕ КАРСТОВЫЕ ФОРМЫ КАЙБИЦКОГО РАЙОНА<br>РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В РАМКАХ СТРОИТЕЛЬСТВА<br>АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ М-12 (7 ЭТАП)  | 62 |
| <b>Научный руководитель: Лаврусевич А.А.</b><br><b>Герасимов А.Ю.</b><br>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕЛА В УСЛОВИЯХ<br>АГРОМЕЛИОРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВЫВЕДЕННОЙ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ<br>РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СОВХОЗА КРАСНООКТЯБРЬСКИЙ<br>КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ | 69 |
| <b>Научный руководитель: Лаврусевич А.А.</b><br><b>Залякаев М.В., Озерова Н.В., Королев И.В.</b><br>УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД НА ГОРОДСКИХ СООРУЖЕНИЯХ ПО ОЧИСТКЕ<br>СТОЧНЫХ ВОД  | 75 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Горьков Р.Д.</b><br>ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА И РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ<br>НАСЕЛЕНИЯ, ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ<br>ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  | 79  |
| <b>Научный руководитель: Озерова Н.В.</b><br><b>Власенко В.А.</b><br>ПРОБЛЕМА ОБЩЕМИРОВОГО ИСТОЩЕНИЯ ПРЕСНЫХ ВОД   | 84  |
| <b>Научный руководитель: Саклаков И.Ю.</b><br><b>Тодорова А.И.</b><br>ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ СПУТНИКОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ<br>СЪЕМКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАКАРСТОВАННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ НА<br>ТЕСТОВЫХ УЧАСТКАХ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ | 90  |
| <b>Научный руководитель: Лаврусевич А.А.</b><br><b>Нувальцев А.А., Забелин М.А.</b><br>ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АВАРИЙНОСТЬ В<br>ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ ЛЕНЭНЕРГО   | 99  |
| <b>Научный руководитель: Локтионов О.А.</b><br><b>Мырадова С.И.</b><br>ЗНАЧЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ БУДУЩЕЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ   | 105 |
| <b>Шестаков Н.И., Хохлова Н.В., Чертес К.Л.</b><br>ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ БИТУМА ИЗ ОТХОДОВ<br>СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ   | 111 |
| <b>Громова Ю.М.</b><br>СОВРЕМЕННЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В БОРТАХ КАРЬЕРОВ<br>ПОДМОСКОВЬЯ И ИХ СВЯЗЬ С ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ПОРОД   | 117 |
| <b>Научный руководитель: Архипова Е.В.</b><br><b>Штерн А.М.</b><br>МЕТОДЫ ОБРАЩЕНИЯ С КРУПНОТОННАЖНЫМИ ОТХОДАМИ<br>НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ  | 123 |
| <b>Научный руководитель: Чертес К.Л.</b><br><b>Зуева М.К.</b><br>ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ<br>ТЕХНОЛОГИИ ДОМОСТРОЕНИЯ  | 129 |
| <b>Научный руководитель: Ким Д.А.</b><br><b>Баландина О.А.</b><br>АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА<br>КОНФИГУРАЦИЮ И РАЗМЕЩЕНИЕ БЛОКА РЕАКТОРА   | 135 |
| <b>Научный руководитель: Пуринг С.М.</b><br><b>Атаева А.С.</b><br>ПРОЕКТ РЕГИОНАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ  | 139 |
| <b>Малюк Н.А., Стрижевский И.А., Озерова Н.В., Мамина Д.Х.</b><br>СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ И МЕРЫ ПО<br>ПОВЫШЕНИЮ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ   | 144 |
| <b>Мелякина М.В., Озерова Н.В.</b><br>ПРОБЛЕМА ПРОВАЛОВ ГРУНТА В ГОРОДЕ БЕРЕЗНИКИ  | 149 |
| МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА НА ТЭС   | 153 |
| <b>Научный руководитель: Озерова Н.В.</b><br><b>Пашикян А.Т.</b><br>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФЛОКУЛЯНТОВ В ПРОЦЕССЕ ВОДООЧИСТКИ  | 158 |
| <b>Научный руководитель: Завьялова А.А.</b><br><b>Савельев П.М.</b><br>МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОЦЕНКИ КАРСТОВОЙ<br>ОПАСНОСТИ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ  | 162 |
| <b>Научный руководитель: Экзарьян В.Н.</b>   | 162 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Суздалева А.Л., Брехунец К.А.</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АКТИВНОГО ИМИДЖМЕЙКИНГА ПРИ<br>ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОБСУЖДЕНИЙ   | <b>168</b> |
| <b>Суздалева А.Л.</b><br>ЗНАЧЕНИЕ ПСИХОГЕОГРАФИИ И МАРКЕТИНГА МЕСТА ПРИ<br>ОРГАНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ  | <b>177</b> |
| <b>Королев И.В., Озерова Н.В., Жуликов С.С.</b><br>АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ   | <b>186</b> |
| <b>Какагельдиев К.К., Чарыев Х.М., Гаррыев Я.А.</b><br>МЕЖДУНАРОДНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО<br>ТУРКМЕНИСТАНА В ВОПРОСАХ ИЗУЧЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО<br>МОНИТОРИНГА МОСТОВ | <b>191</b> |
| <b>Научный руководитель: Хыдыров М.Ч.</b><br><b>Атаев А.Х., Аннакулиев Ю.К.</b><br>НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ<br>СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТУРКМЕНИСТАНА       | <b>194</b> |
| <b>Научный руководитель: Атаева Д.Б.</b><br><b>Бяшиев М.О., Пыхыева О.Ю.</b><br>ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ<br>В УМНОМ ГОРОДЕ АРКАДАГ                | <b>197</b> |
| <b>Научный руководитель: Дурдымурадов М.О.</b><br><b>Гылыджов А.Г., Гарягдыев Э.А., Черриев М.А.</b><br>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ГОРОДСКИХ ПАРКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ<br>ГОРОДА АШХАБАДА | <b>200</b> |
| <b>Научный руководитель: Гочакова А.А.</b><br><b>Бекмаммедов С.М.</b><br>ВОСТРЕБОВАННОСТЬ “КОРОЛЯ” ПОЛИМЕРОВ – ПОЛИПРОПИЛЕНА В<br>СОВРЕМЕННОЙ ЖИЗНИ                            | <b>203</b> |
| <b>Научный руководитель: Мередова Х.А.</b><br><b>Аннаниязов К.Р., Чомаков К.А.</b><br>ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ДОРОЖНОЙ СИСТЕМЫ ОТ<br>ПЕСЧАНЫХ ЗАНОСОВ                    | <b>208</b> |
| <b>Научный руководитель: Тыллануров Ы.М.</b>   |            |

## **РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ОТКРЫТЫХ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫРАБОТКАХ**

### **Чертег К.Л.**

*- доктор технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

### **Тупицына О.В.**

*- доктор технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

### **Пыстин В.Н.**

*- кандидат технических наук, доцент, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

### **АННОТАЦИЯ**

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что на территории градопромышленных агломераций находится большое количество объектов накопленного экологического вреда, расположенных в заброшенных карьерах, оврагах и других выемках как природного, так и техногенного происхождения. Их существование сопровождается комплексным отрицательным воздействием на компоненты геосреды. Карьерные полигоны, шламонакопители, площадки депонирования осадков сточных вод, в связи с этим, нуждаются в рекультивации с восстановлением территории, нарушенной отходами и земляными работами

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Объекты накопленного экологического вреда, карьеры, полигоны опасных отходов, шламонакопители, рекультивация земель

### **ВВЕДЕНИЕ**

Практика показывает, что подавляющее большинство объектов накопленного экологического вреда (ОНЭВ), сформированного отходами, располагается в открытых горных выемках - котлованах, оврагах, отработанных карьерах [1-3]

В отработанных карьерах в течение десятков лет размещали неорганизованные свалки, полигоны, участки захоронения балласта многофункциональных комплексов совместной подготовки и обезвреживания ТКО и промтоходов, а также шламонакопители, хвостохранилища, аварийные пруда и амбары.

Внедрение технологий обезвреживания и утилизации постепенно приводит к отказу от захоронения отходов. Деградированные ОНЭВ территории должны подвергаться рекультивации [4].

Рекультивация ОНЭВ, расположенных в открытых горнопромышленных выработках сопряжена с разрешением теоретических и практических проблем.

Данные проблемы возникли из-за несовершенства природоохранного законодательства, а также противоречий между собственниками ОНЭВ и владельцами нарушенных земель в зоне воздействия заполненной отходами выработки.

Наиболее значимые проблемы:

1. Собственник старого ОНЭВ сменился или исчез; нарушенные отходами земли числятся на балансе юридического лица, не имеющего прямого отношения к их деградации.

Поэтому затруднено финансирование рекультивационных работ и даже установление бенефициара.

2. Старый ОНЭВ расположен на землях с обременениями (водоохранные зоны, леса первой категории, особо охраняемые природные территории, наличие близко расположенных опасных производств или жилой застройки). В связи с этим увеличивается площадь рекультивации, возникают дополнительные сложности с производством работ и, соответственно, возрастает стоимость проекта.

3. Длительный период размещения отходов в горной выработке (жизненный цикл ОНЭВ составляет десятки лет), привел к загрязнению не только верхнего слоя зоны аэрации, но и глубинных горизонтов геосреды, вплоть до глубин регионального водоупора. В отдельных случаях геосреда загрязнена до отметок в десятки метров от поверхности земли. В связи с этим требуется производство рекультивационных работ закрытыми методами (шпунтирование, барраж, бестраншейная проходка, высоконапорная закачка реагентов и др.)

4. Рекультивация требует создания специализированных очистных сооружений, установок термического или биохимического обезвреживания отходов, а также узлов очистки газовых выбросов. Данные капитальные сооружения носят временный характер, рассчитываются на период производства работ. Проектная концепция предполагает их расположение или на территории ОНЭВ или в непосредственной близости от него. Плоскостные и линейные размеры сооружений сопоставимы с площадью карьера, заполненного старыми отходами. Между тем, ограниченные горный и земельный отводы ОНЭВ затрудняют производство рекультивационных работ в стесненных условиях геосреды.

5. За длительный срок эксплуатации объекта произошла консолидация техногенного массива твердых отходов или шламового тела накопителя. Кольматация порового пространства геосреды привела к замедлению транспорта загрязнений в подземные воды. Производство рекультивационных работ как открытым, так и закрытым способами, может вызвать риск подвижки поллютантов в область разгрузки подземных вод. При этом, возможно не только резкое повышение концентраций загрязнений в близко расположенных водоисточниках, но и образование новых более опасных химических соединений. Их появление связано с процессами окисления, ионного обмена, разложения органики при контакте старых отходов с биотическими и абиотическими факторами геосреды.

Решение означенных выше проблем возможно с использованием предлагаемой авторами комплексной геоэкологической системы рекультивации карьерных ОНЭВ грунтоподобными материалами на основе предварительно обезвреженных малотоксичных отходов [5].

В основу предлагаемой системы положены следующие базовые принципы:

1. Логистический принцип.
2. Блочно-модульный принцип.

### 3. Принцип выделения функциональных зон

### 4. Принцип минимизации негативного воздействия на окружающую природную среду

Логистический принцип включает сочетание сооружений обработки отходов и очистки сточных вод с учетом направлений движения потоков обезвреживаемых отходов и карьерных рекультивационных материалов. Здесь же обеспечивается комбинирование производственных энергетических, сырьевых и транспортных процессов рекультивации.

Блочно-модульный принцип предполагает устройство вспомогательных сооружений пониженной капитальности, которые, при переводе потока грунтов и реагентов на следующую очередь можно быстро демонтировать и разместить поблизости от новых рабочих карт рекультивации.

Под принципом выделения функциональных зон подразумевается секционирование комплекса рекультивации ОНЭВ в соответствии с назначением сооружений.

Функционально комплекс, как правило, должен состоять из следующих компоновочно – технологических зон:

- размещения рекультивационного материала;
- обезвреживания отходов с получением карьерных рекультивационных материалов;
- консервации в границах ОНЭВ фрагментов наиболее токсичных фрагментов, которые в перспективе могут быть утилизированы;
- административно-хозяйственной и санитарной.

Основную зону составляет территория заполненной старыми отходами карьерной выемки – геотехнического ядра рекультивации.

Во вторую зону входят – площадки промежуточного складирования компонентов компостных смесей, узлы их перемешивания, химической и термической обработки. Например, если в качестве сырья для производства рекультивационных материалов используются биоразлагаемые отходы, во вторую зону попадают площадки анаэробной и аэробной минерализации, в том числе биотермической обработки.

Выделение в составе комплекса зоны консервации высокотоксичных фрагментов твердого массива или пастообразных шламов необходимо, если промышленные отходы, подлежащие размещению, содержат в своем составе ценные компоненты, которые в настоящее время по каким-либо причинам не могут быть утилизированы. Изоляция таких отходов от окружающей среды выполняется с учетом возможности быстрого извлечения, по мере необходимости.

В административно-хозяйственной и санитарной зонах размещаются служебные и природоохранные сооружения комплекса рекультивации ОНЭВ.

Принцип минимизации негативного воздействия на окружающую природную среду обусловлен следующими положениями:

- сочетанием узлов размещения отходов, продуктов их промежуточной подготовки и рекультивационных материалов в едином комплексе, оптимальным образом использующем площадь территории карьерного ОНЭВ;

- предварительной обработкой токсичных фрагментов ОНЭВ для снижения класса опасности;

- предварительной обработкой отходов с помощью других отходов и использованием последних взамен природного сырья.

Для рекультивации ОНЭВ, расположенных в открытых горнопромышленных выработках, рекомендуется использовать материалы, полученные на основе обезвреженных отходов или техногенного сырья свалочного (шламового) тела [6]. При этом особое внимание должно уделяться обоснованию соответствия между выделенным элементом горнопромышленной выемки и видом материала, который направляется на обустройство данного элемента [7].

Предложены следующие выделенные структурно-геометрические элементы карьерных ОНЭВ:

- основное пространство выработки;

- промежуточные слоевые элементы для создания экранов капсулирования опасных фрагментов выработки (наиболее токсичных отходов в шламовом теле, просадочных, карстоопасных, пучинистых материалов);

- финальные слоевые элементы шламового или свалочного тела, предназначенные для формирования экранов технической и биологической рекультивации;

- основание и откосы, в качестве границ раздела техногенного массива и природной геосреды;

- слоевые пространства между основанием и отходами, обустраиваемые материалами геоинженерной защиты (экранами, защитными покрытиями, дренажными прослоями);

- локальные фрагменты шламового или свалочного тела, пригодные для внесения добавок, способствующих ускорению его ассимиляции или, наоборот, замедлению разложения (биоингибиторы, поро-образователи, нейтрализаторы, цемента- и скелетообразующие добавки, упрочнители)

- линейные и плоскостные элементы под коммуникации и площадки обслуживания комплекса рекультивации (подъездная и внутрикарьерная дорожная сеть, линии электроснабжения, освещения, связи, водоснабжения, канализации, карты промежуточного складирования отходов, добавок, продуктов, основания под участки и сооружения обезвреживания шламовых фрагментов и другие сервитуты комплекса рекультивации ОНЭВ);

Материалы, предназначенные для обустройства перечисленных выше элементов ОНЭВ выделены в 12 основных групп [8]:

1. Заполнители пространства выработки.
2. Упрочнители поверхности рекультивируемых плоскостных элементов.
3. Структурообразователи каркаса специально выделенных фрагментов шламового или свалочного тела.
4. Выравниватели - материалы для вертикальной планировки поверхности горизонтальных и наклонных плоскостных элементов.
5. Барьерообразователи – создающие в рекультивируемом ОНЭВ буферные зоны между последовательно формируемыми слоевыми структурными элементами, которые должны быть разделены между собой.
6. Гидроизоляторы – выступающие в качестве материалов поверхности плоскостных элементов, отсекающих выемочный ОНЭВ от природной геосреды.
7. Пластификаторы –повышающие пластичность массы заполнителей для обеспечения стабильности шламового/свалочного тел.
8. Нейтрализаторы – материалы на основе кислотно-щелочных реагентов, применяемые в фрагментных структурных элементах ОНЭВ для корректировки значений рН.
9. Биоингибиторы –материалы, замедляющие или предотвращающие процессы аэробного и анаэробного микробиологического разложения органики.
10. Интенсификаторы биодеструкции – предназначенные для ускорения процессов разложения.
11. Порообразующие добавки – сырьё для производства компостов на основе пастообразных органических фрагментов шламового/свалочного тел, используемых в слоевых элементах выемки и слоях биологической рекультивации поверхности ОНЭВ.
12. Имобилизаторы – материалы, используемые для капсулирования высокотоксичных элементов ОНЭВ, например, для связывания подвижных форм тяжелых металлов в малорастворимые соединения.

подавляющее большинство перечисленных выше материалов могут быть приготовлены на основе вторичного сырья, а также фрагментов шламового тела ОНЭВ, после соответствующей обработки. Предложено обозначить их в качестве грунтоподобных рекультивационных материалов (ГРМ) [5,6,9].

Группы ГРМ с рекомендуемыми видами отходов для размещения в заданных структурных элементах выемочного ОНЭВ, представлены в табл. 1.

Предложен, запатентован и внедрен в практику ликвидации ОНЭВ, расположенных в открытых горнопромышленных выработках, набор авторских технологий:

- биодеструкции осадков органо-содержащих сточных вод для производства экранов биологической рекультивации выведенных из хозяйственной деятельности шламонакопителей [10];

**Таблица 1.** Группы ГРМ с рекомендуемыми видами отходов для размещения в заданных структурных элементах ОНЭВ

|   |  |
|---|--|
| Группа ГРМ и рекомендуемые виды отходов   | Структурный элемент ОНЭВ, в котором использована данная группа   |
| <b>Заполнитель:</b> крупнотоннажные промышленные и коммунальные отходы 2-5-го классов опасности   | Пространство выработки, слоевые элементы   |
| <b>Упрочнитель:</b> техногенный грунт, крупногабаритные строительные отходы, отходы доломита, огнеупоров  | Горизонтальные и наклонные плоскостные элементы  |
| <b>Структурообразователь:</b> опоки и горелые земли, металлургические шлаки, брак металлургического и литейного щебня, отходы добычи полезных ископаемых  | Фрагментные элементы отсекающих дамб и контурных призм   |
| <b>Выравниватель:</b> опоки и горелые земли, золошлаки ТЭЦ, мелкодисперсные строительные отходы, золы, шлаки  | Горизонтальные и наклонные плоскостные элементы  |
| <b>Барьерообразователь:</b> техногенный грунт, отходы доломита, осадки сточных вод, металлургические шлаки, текстильные отходы, отработанные резиновые покрышки   | Пространство между структурными элементами ОНЭВ, которые должны быть разделены   |
| <b>Гидроизолятор:</b> отходы гудрона, битумов, отходы резины, отработанные покрышки, отходы клеящих веществ, мастик, не затвердевших смол   | Слоевое пространство, включающее в себя пленочный гидроизоляционный экран  |
| <b>Пластификатор:</b> отходы, содержащие растворители, отходы пластизолов, пластизольных мастик.  | Фрагменты ОНЭВ, содержащие полимеры  |
| <b>Нейтрализатор:</b> отходы, содержащие кислоты, щелочи, концентраты, оксиды и гидроксиды, доломитовая мука, известьсодержащие отходы, золошлаки ТЭЦ   | Фрагментные капсулированные элементы для размещения кислотно-щелочных отходов  |
| <b>Биоингибитор:</b> отходы, содержащие хлорную известь, отходы шпал и торцевой шашки, пропитанные антисептиком, шламы заводов, использующих креозот, отходы ихтиола  | Слоевое пространство выработки, занятое биоразлагаемыми отходами   |
| <b>Источник биогенеза:</b> отходы содержания животных и птиц, отходы переработки мяса, рыбы, морепродуктов, отходы производства пищевых продуктов и кормов, производства молочных продуктов, дрожжевого производства, компосты заводов переработки ТБО, отходы добычи торфа, осадки сточных вод и промывки канализационных сетей, отходы из выгребных ям и хозяйственно-бытовые стоки | Слоевое пространство ОНЭВ в целом, занятое биоразлагаемыми отходами. Фрагментные элементы карт биотермической обработки      |
| <b>Порообразующая добавка:</b> отходы деревообработки, добычи торфа, переработки целлюлозы, бумаги и картона, гидролизный лигнин, растительные отходы, компосты заводов ТБО   | Слоевые пространства, занимаемые материалами биологической рекультивации. Фрагментные элементы карт биотермической обработки |
| <b>Иммобилизатор:</b> отходы цементной промышленности, известьсодержащие отходы, карбидный шлам, отходы оксидов и гидроксидов   | Фрагментный элемент – капсулированные площадки отходов повышенных классов опасности  |

- производства материалов технической рекультивации полигонов нефтеотходов, расположенных в неблагоприятных геоэкологических условиях [11-13];
- переработки загрязненных строительной деятельностью грунтов и отходов объектного демонтажа в композиционные материалы и вторичный щебень [14-16];
- очистки водного слоя старых накопителей пастообразных органических отходов с использованием комбинированных биореакторов [17];
- электрохимической очистки фильтрационного стока из шламовых тел выемочных ОНЭВ, сформированных долговременным размещением опасных отходов минеральной природы [18];
- цементации техногенных образований амбаров буровых шламов и нефтешламов с подготовкой на их территории оснований для строительства объектов пониженной капитальности [19];
- температурно-химического воздействия на материал ОНЭВ для его последующей сорбционной очистки от органических загрязнений [20];
- высоконапорной технологии геоинженерной защиты областей разгрузки подземных вод от негативного воздействия со стороны ОНЭВ, сформированных залежами углеводородов [21].

Отдельные положения предлагаемого подхода к рекультивации ОНЭВ были внедрены в практику строительства карьерных объектов обращения с отходами, а также и для ликвидации старых ОНЭВ выемочного типа.

Объекты, реализованные в период 2010–2022 гг.:

- карьерные полигоны твердых промышленных отходов (3–4 класс опасности) г. Тольятти (в т. ч. принадлежащие АО АвтоВАЗ);
- накопители нефтесодержащих шламов (3 класс опасности) г. Новокуйбышевска (Самарская область);
- накопитель чрезвычайно опасных отходов (1–2 класс опасности) г. Чапаевска (Самарская область).

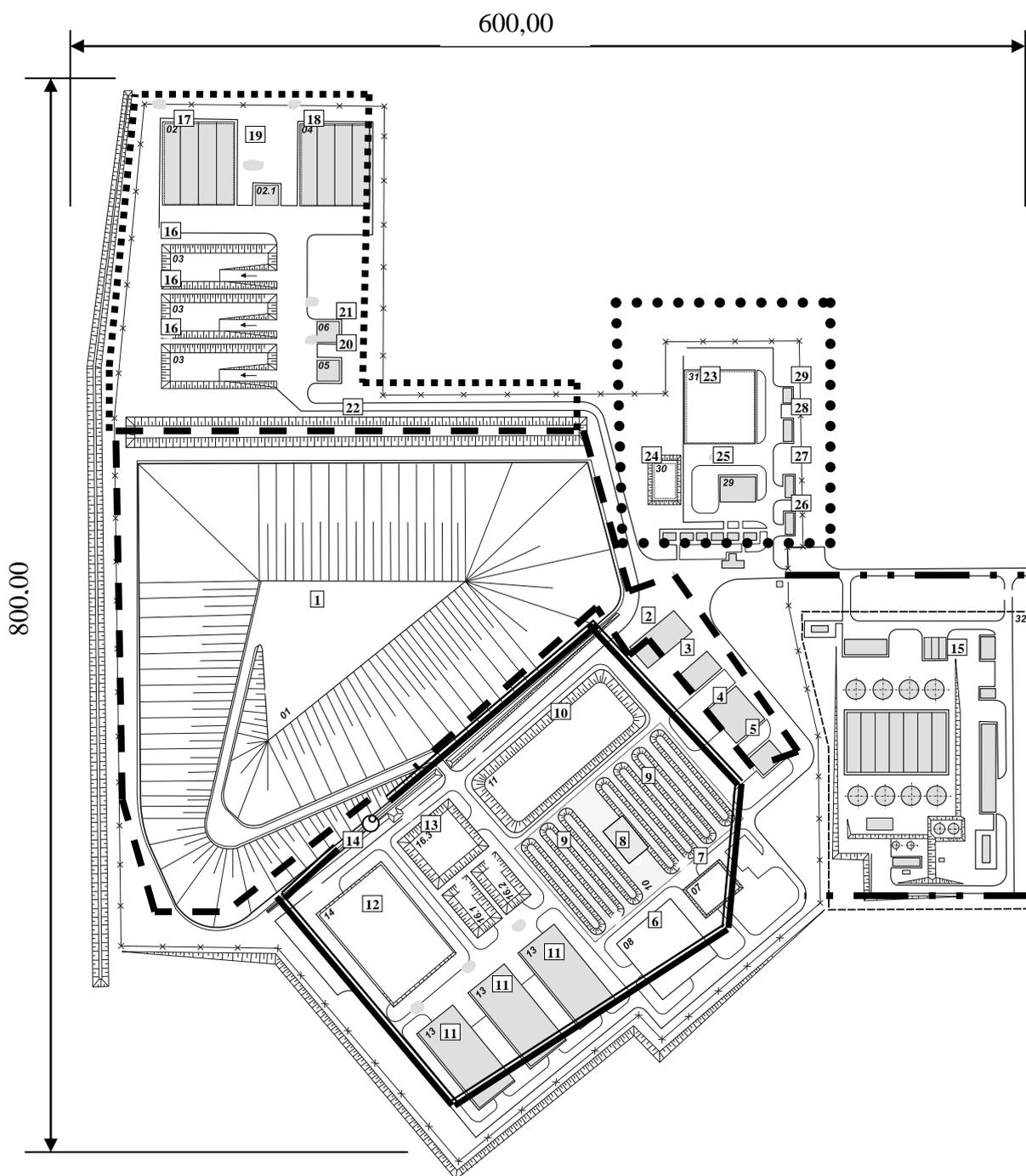
Элементы проектных решений и общий вид отдельных объектов из указанного выше перечня представлены на рисунках 1–3.



**Рисунок 1.** Конструктивные элементы подготовки основания и послойного заполнения карьера с использованием грунтоподобных рекультивационных материалов



**Рисунок 2.** Планы поэтапной рекультивации ОНЭВ на территории отработанного карьера



**Рисунок 3.** Генеральный план комплекса рекультивации карьерного ОНЭВ с использованием отходов градопромышленной агломерации с населением 1 млн. чел (г. Тольятти): зона I - размещения крупнотоннажного отхода – заполнителя: 1 – выемка карьера, рекультивируемая с использованием отсева ТБО и промотходами IV – V классов; 2 – мусоросортировочная станция; 3 – цех переработки пластиков; 4 – участок переработки РТИ; 5 – участок переработки бумаги; зона 2 – производства рекультивационных материалов: 6 – площадка промежуточного накопления обезвоженных осадков КОС; 7 – площадка промежуточного накопления порообразующих добавок на основе древесных отходов; 8 – узел приготовления исходной компостной смеси; 9 – статические штабеля компоста; 10 – борт дозревания; 11 – площадки биоконверсии замасоченных грунтов; 12 – площадка временного хранения строительных отходов; зона 3 – зона временного накопления и консервации промышленных отходов: 16 – спецкарты жидких и пастообразных промотходов III – IV классов; 17 – секционированные спецкарты нефтешламов; 18 – секционированные спецкарты гальваношламов 19 – резервуар отработанных нефтепродуктов; 20 – склад отработанных

аккумуляторов; 21 – склад отработанных ртутьсодержащих приборов и люминесцентных ламп; 22 – защитная дамба, выполняющая функции противопожарного барьера; зона 4 – санитарная: 15 – сооружения очистки поверхностного стока и фильтрат; объекты 13 – пруды-испарители; 14 – насосная фильтрата – располагаются на территории зоны 2; зона 5 – административно-бытовая: 23 – склад элементов временных дорог; 24 – противопожарный водоем; 25 – АБК; 26 – лабораторный корпус; 27 – РММ; 28 – гараж; 29 – мини-котельная.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чертес К.Л., Быков Д.Е. Рекультивация карьеров отходами. Самарск.гос.техн.ун-т 2005, 292 с.
2. Потапов А. Д. Геохимические исследования городских овражно-балочных территорий (на примере г. Брянск) / А.Д. Потапов, И.М. Сеньющенкова // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2010. № 3. С. 213–222.
3. Пыстин В.Н., Губарь Е.В., Тупицына О.В., Быков Д.Е., Чертес К.Л. Утилизация отходов и ликвидация объекта накопленного вреда в условиях особо охраняемой природной территории. Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. № 5. С. 22–27.
4. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24.06.1998 (ред. от 28.12.2016 №486-ФЗ).
5. Чертес, К. Л. Комплексная система подготовки и размещения органоминеральных отходов в отработанных карьерах [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 25.00.36 / К. Л. Чертес. Самара, 2006. 267 с.
6. Тупицына О.В. Освоение природно-техногенных систем градопромышленных агломераций: монография / О. В. Тупицына, К.Л. Чертес, Д.Е. Быков – Самара: ООО «Издательство Ас Гард», 2014. 336с.
7. Чертес, К. Л. Рекультивация карьеров отходами [Текст] / К.Л. Чертес, Д.Е. Быков. – Самара: Изд-во СамГТУ, 2005. 292 с
8. Чертес К.Л., Быков Д.И., Ендуреева Н.Н., Тупицына О.В. Рекультивация отработанных карьеров Экология и промышленность России. 2002. № 2. С. 18.
9. Пугин, К.Г. Научные основы минимизации негативных воздействий на геосферу при использовании отходов производства в строительстве: автореферат дис. ... доктора технических наук: 25.00.36 / Пугин Константин Георгиевич; [Место защиты: Моск. гос. строит. ун-т]. Москва, 2016. 38 с.
10. Патент 2318619 РФ, МПК В 09 В 1/00. Способ образования покрытий на накопителях отходов [Текст] / Чертес К. Л., Тупицына О. В., Быков Д. Е. Радомский В. М., Колесников А. Г., Михайлов Е. В. – № 2006124064/03; заявл. 04.07.06; опубл. 10.03.08.
11. Патент № 2549657 РФ, 27.04.2015. Заявка № 2013112458/03 от 19.03.2013. Способ обработки нефтешлама [Текст] / Чертес К.Л., Назаров В.Д., Назаров М.В., Разумов В.Ю., Тупицына О.В., Галинуров И.Р.
12. Патент № 2584031 РФ, 20.05.2016., Заявка № 2014149225/13 от 05.12.2014. Способ переработки нефтешламов и очистки замазученных грунтов [Текст] Чертес К.Л., Быков Д.Е., Тупицына О.В., Пыстин В.Н., Сафонова Н.А., Самарина О.А.
13. Пыстин В.Н., Губарь Е.В., Тупицына О.В., Быков Д.Е., Чертес К.Л. Утилизация отходов и ликвидация объекта накопленного вреда в условиях особо охраняемой природной территории. Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. № 5. С. 22–27.
14. Патент №2581178 С1, 20.04.2016., Заявка № 2014146132/03 от 17.11.2014. Способ получения композиционных материалов для строительства на основе переработанных отходов [Текст] Пыстин В.Н., Сафонова Н.А., Самарина О.А., Радомский В.М., Тупицына О.В., Чертес К.Л.
15. Chertes K., Tupitsyna O., Pystin V. Improvement of the system of inorganic waste recycling to man-made soils // E3S Web of Conferences. 2016. С. 06003.
16. Быков Д.Е., Чертес К.Л., Тупицына О.В., Щербина Е.В., Савельев А.А. Обеспечение геоэкологической устойчивости массивов коммунальных отходов для их строительного освоения. Экология и промышленность России // 2016. Т. 20. № 8. С. 4–11.
17. Патент № 85472 РФ, МПК С 02 F 3/00; С 02 F 3/02. Реактор доочистки сточных вод [Текст] / Чертес К. Л., Тупицына О. В., Быков Д. Е., Радомский В. М., Самарина О. А. № 2009100352/22; заявл. 11.01.09; опубл. 10.08.09;
18. Патент на полезную модель RU 153518 U1, 20.07.2015. Заявка № 2014113107/05 от 03.04.2014., Электрохимический фильтр [Текст] / Чертес К. Л., Назаров М.В., Вайншток П.Н., Быков Д.Е., Савельев А.А.

19. Патент на изобретение RU 2549657 С2, 27.04.2015. Заявка № 2013112458/03 от 19.03. 2013. Способ обработки нефтешлама [текст]/ Чертес К.Л., Назаров В.Д., Назаров М.В., Разумов В.Ю., Тупицына О.В., Галинуров И.Р.
20. Патент на изобретение 2757446 С2, 15.10.2021. Заявка № 2020105313 от 04.02. 2020. Способ получения сорбента органических соединений [текст]/Назаров В.Д., Назаров М.В., Разумов В.Ю., Асташина М.В., Булатова А.А., Чертес К.Л., Тупицына О.В., Пыстин В.Н.
21. Патент на изобретение 2752983 С1, 11.08.2021. Заявка № 2020135452 от 27.10. 2020. Способ очистки нефтезагрязненного грунта с применением высоконапорной технологии [текст] / Тупицына О.В., Чертес К.Л., Пыстин В.Н., Петренко Е.Н., Букин А.А., Шерстобитов Д.Н., Быков Д.Е., Гиляев Г.Г.

## ЛИКВИДАЦИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

### **Чертес К.Л.**

*- доктор технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

### **Сеянко А.П.**

*студент 4 курса, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

### **АННОТАЦИЯ**

В Самарской области находится большое количество накопителей осадков сточных вод, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Предлагаются технология ликвидации осадков методами биотермической обработки, а также технология устранения загрязнений прилегающей к накопителям геологической среды путем высоконапорной промывки. Данные направления входят в состав исследований кафедры Химическая технология промышленная экология для ряда накопителей Самарской области.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Накопители осадков сточных вод, очистные сооружения, анализ и прогноз воздействия, восстановление нарушенной геосреды.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В Самарской области одним из наиболее крупнотоннажных видов отходов являются осадки сточных вод. Связано это в значительной степени с развитой промышленной и нефтегазовой отраслями, из-за чего в регионе работает большое количество очистных сооружений. В качестве объектов депонирования осадков сточных вод используют иловые площадки и накопители, которые отторгают огромные территории и являются источником комплексного загрязнения геологической среды [1]. В связи с появлением сооружений современного обезвреживания осадков многие накопители выводятся из эксплуатации и превращаются в объекты накопленного экологического вреда. Необходима их ликвидация с последующим восстановлением природной геосреды, нарушенной в результате длительного воздействия со стороны объектов размещения осадков.

Целью работы выступил анализ воздействия накопителей осадков сточных вод и иловых площадок на экосистему, а также разработка инженерных решений по их ликвидации и восстановлению нарушенной геосреды.

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

В качестве объектов исследования были выбраны иловые площадки на искусственном основании с дренажем Сызранского НПЗ и буферный пруд Куйбышевского НПЗ, используемый в качестве объекта вывода ИАИ очистных сооружений. Принципиальное отличие объектов в геометрических размерах, в составе осадков, а также в условиях их накопления. Необходимые для исследования параметры по выбранным объектам, а также по некоторым накопителям Самарской области представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Сведения по фильтрационным свойствам накопителей и загрязненной геосреды

| Наименование объекта           | Входные параметры   |                      |                   |                     |                     |                      |                      |                          |          |                         |                         |                             |                      | Выходные параметры              |                         |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                                | $H_{\text{вод, м}}$ | $H_{\text{гр.в, м}}$ | $H_{\text{ф, м}}$ | $\text{grad } P$    | $K_{\text{ф, м/с}}$ | $K_{\text{шл, м}^2}$ | $K_{\text{гс, м}^2}$ | $C_{\text{sat, кг/м}^3}$ | $\Gamma$ | $R_{\text{шл, тыс. м}}$ | $R_{\text{оз, тыс. м}}$ | $S_{\text{ф.гс, тыс. м}^2}$ | $\text{ПЗ, м/с}$     | $V_{\text{poll, м}^3/\text{с}}$ | $M_{\text{poll, кг/с}}$ |
| Полигон ТКО г. Самара          | 50                  | 4                    | 46                | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $8,2 \cdot 10^{-3}$ | $6,5 \cdot 10^{-9}$  | $8,2 \cdot 10^{-10}$ | 10                       | 1,78     | 0,9                     | 1,6                     | 132,3                       | $1,64 \cdot 10^{-5}$ | 2,17                            | 21,70                   |
| Иловые площадки (Самара)       | 25                  | 3,5                  | 32                | $2,1 \cdot 10^{-3}$ | $1,2 \cdot 10^{-4}$ | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | $1,2 \cdot 10^{-11}$ | 7                        | 1,82     | 1,2                     | 2,2                     | 125,7                       | $2,52 \cdot 10^{-6}$ | 0,317                           | 2,22                    |
| Буферный пруд КНПЗ             | 25                  | 3                    | 22                | $8,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,4 \cdot 10^{-6}$ | $3,4 \cdot 10^{-11}$ | $1,4 \cdot 10^{-13}$ | 5                        | 1,99     | 0,5                     | 1,0                     | 39,4                        | $1,17 \cdot 10^{-8}$ | $5 \cdot 10^{-4}$               | $2,3 \cdot 10^{-3}$     |
| Шламонакопитель (Чапаевск)     | 25                  | 1,5                  | 23,5              | $1,3 \cdot 10^{-3}$ | $8,8 \cdot 10^{-3}$ | $9,4 \cdot 10^{-10}$ | $8,8 \cdot 10^{-10}$ | 26                       | 1,03     | 0,1                     | 0,1                     | 2,3                         | $1,14 \cdot 10^{-4}$ | 0,26                            | 6,84                    |
| Иловые площадки (Сызрань)      | 25                  | 2                    | 23                | 0,133               | $4,2 \cdot 10^{-6}$ | $5,7 \cdot 10^{-12}$ | $4,2 \cdot 10^{-13}$ | 2                        | 1,86     | 0,3                     | 0,6                     | 23,1                        | $5,6 \cdot 10^{-7}$  | $1,3 \cdot 10^{-2}$             | $3,0 \cdot 10^{-2}$     |
| Иловые площадки (Тольятти)     | 40                  | 5                    | 35                | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-4}$ | $3,6 \cdot 10^{-10}$ | $2,0 \cdot 10^{-11}$ | 3                        | 1,89     | 0,5                     | 0,9                     | 59,7                        | $4,0 \cdot 10^{-7}$  | $2,4 \cdot 10^{-2}$             | $7,0 \cdot 10^{-2}$     |
| Илонакопитель (Новокуйбышевск) | 25                  | 2                    | 23                | $1,2 \cdot 10^{-3}$ | $2,2 \cdot 10^{-6}$ | $4,2 \cdot 10^{-10}$ | $2,2 \cdot 10^{-13}$ | 13                       | 2,00     | 0,7                     | 1,4                     | 57,9                        | $2,59 \cdot 10^{-8}$ | $1,0 \cdot 10^{-3}$             | $2,0 \cdot 10^{-2}$     |
| Иловые площадки (Чапаевск)     | 25                  | 3                    | 22                | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,5 \cdot 10^{-6}$ | $3,3 \cdot 10^{-11}$ | $1,5 \cdot 10^{-13}$ | 2                        | 1,99     | 0,25                    | 0,5                     | 19,7                        | $6,0 \cdot 10^{-9}$  | $1,0 \cdot 10^{-4}$             | $2,0 \cdot 10^{-4}$     |

*Примечания:*  $H_{\text{вод}}$  – глубина расположения водоупора;  $H_{\text{гр.в}}$  – отметка поверхности первого водоносного горизонта;  $H_{\text{ф}}$  – толщина фронта фильтрации;  $\text{grad } P$  – градиент напора подземных вод;  $K_{\text{ф}}$  – коэффициент фильтрации (максимальный в выборке);  $K_{\text{шл}}$  – коэффициент проницаемости шлама (максимальный в выборке);  $K_{\text{гс}}$  – коэффициент проницаемости геосреды (максимальный в выборке);  $C_{\text{sat}}$  – концентрация насыщения ключевого загрязнителя (для объектов 1,2,4,5,6,7,9 – ХПК; для объектов 3 и 8 – содержание нефтепродуктов, общее);  $\Gamma$  – коэффициент расширения (показывает, во сколько раз ширина канала загрязненной воды за зоной загрязнения шире диаметра зоны загрязнения);  $R_{\text{шл}}$  – максимальный радиус шламowego тела (определён по данным инженерных изысканий);  $R_{\text{оз}}$  – максимальный радиус ореола загрязнения геосреды (определён по данным инженерных изысканий);  $S_{\text{ф.гс}}$  – поперечная площадь фильтрации геосреды;  $\text{ПЗ}$  – поток загрязнений ( $\text{ПЗ} = \text{grad } P \times K_{\text{ф}}$ );  $V_{\text{poll}}$  – производительность зоны загрязнений ( $V_{\text{poll}} = \text{ПЗ} \times S_{\text{ф.гс}} \times 1000$ );  $M_{\text{poll}}$  – масса выносимых загрязнений ( $M_{\text{poll}} = V_{\text{poll}} \times C_{\text{sat}}$ )

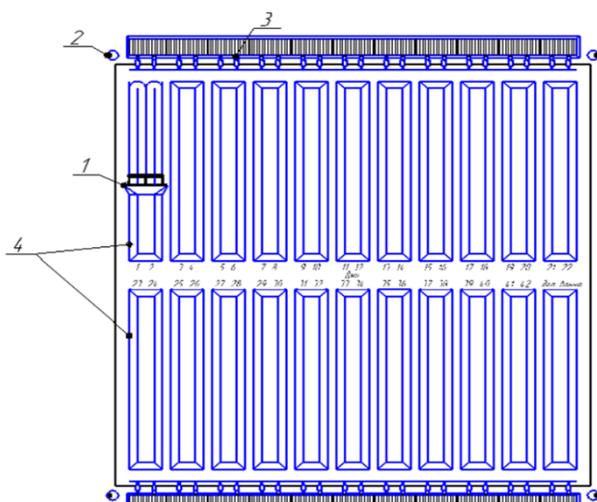
По данным, полученными из фондовых материалов кафедры определялись ореолы загрязнения геосреды, их площади, прогнозные радиусы загрязнений, а также производительность и интенсивность выноса зоны загрязнения. Все эти параметры определялись с помощью математической модели, основанной на проницаемости и фильтрационных свойствах накопителя и геосреды [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для каждого из выбранных объектов предлагается своя технология обезвреживания осадков сточных вод. Для иловых площадок Сызранского НПЗ отдается предпочтение технологии мембранного компостирования с реконструкцией части площадок в участки биотермической обработки и постепенной ликвидацией с переносом сооружений на каждую из последующих очередей, где получаемый продукт может использоваться в качестве грунтоподобных рекультивационных материалов (ГРМ) (Например, для засыпки пруда отстойника ТЭЦ) [2]. Такой выбор обусловлен невозможностью создания дополнительных сооружений ввиду отсутствия свободных территорий – см. рисунки 1–2.



**Рисунок 1.** Иловые площадки Сызранского НПЗ

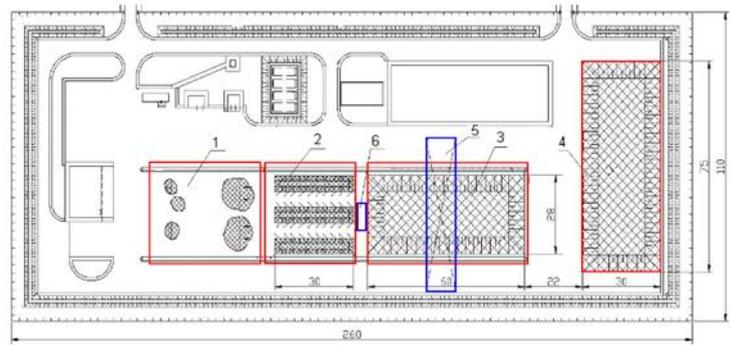


**Рисунок 2.** Схема мембранного компостирования осадков сточных вод: 1 – Укрывная машина; 2 - Колодец для фильтрата; 3 - Биофильтр; 4 – Карты компостирования

Для буферного пруда предлагается технология статического компостирования с использованием мостовых грейферных кранов, где готовый продукт может использоваться в качестве ГРМ для засыпки самого же пруда – см. рисунки 3–4 [3].



**Рисунок 3.** Буферный пруд Куйбышевского НПЗ



**Рисунок 4.** Схема площадки биотермического компостирования: 1 – участок приготовления компостной смеси; 2 – штабеля инокуляции; 3 – высоконагружаемый аэрируемый кавальер; 4 – борт дозревания; 5 – мостовой кран с грейферным ковшом; 6 – стационарные воздушные устройства

Биотермическая обработка распространяется только на основной источник генерации загрязнений, геологическая среда, загрязненная накопителями осадков, имеет площадь в десятки раз больше. С помощью математической модели были получены ореолы загрязнения геосреды от объектов исследования, которые представлены на рисунках 5-6.



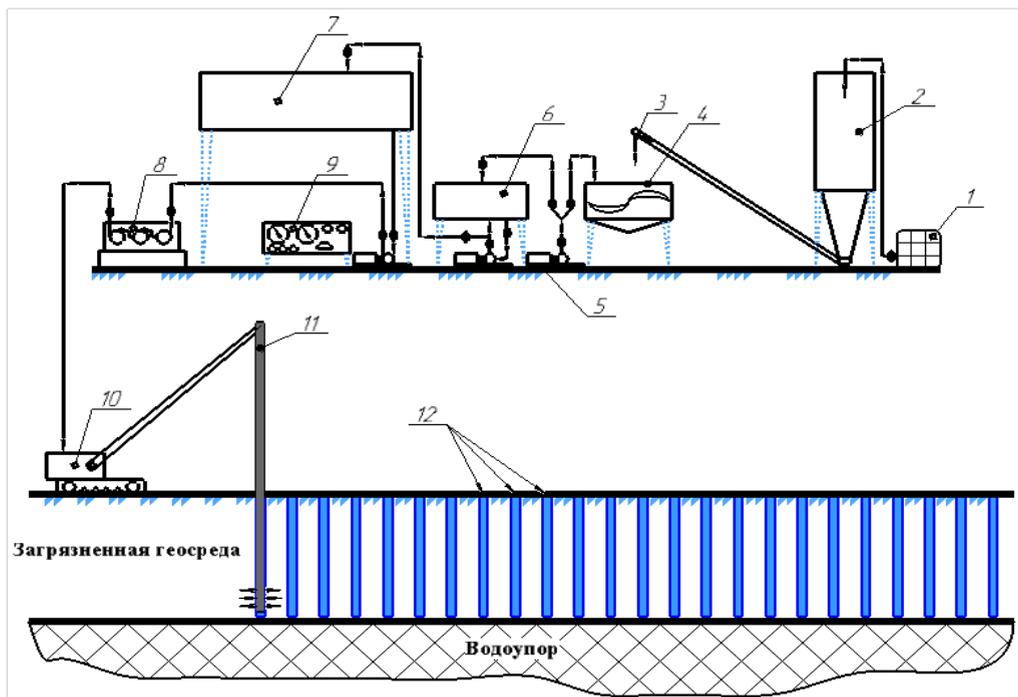
**Рисунок 5.** Прогнозная область загрязнения иловых площадок КНПЗ



**Рисунок 6.** Прогнозная область загрязнения от Буферного пруда КНПЗ

Если осадки иловых площадок и шламы буферного пруда расположены в открытых выемках и их ликвидация возможна путем проведения экскавационных работ, то загрязненная

геосреда на глубины до первого водоупора в десятки метров, может очищаться только с использованием бестраншейных методов путем создания нагнетательно-извлекающих скважин и осуществления высоконапорной промывки [4,5]. В настоящий момент данная технология используется для консервации накопителей Чапаевского СВЗХ с использованием стационарно-напорной станции и передвижного экструдера, где системаскважин и оборудования используется для цементации геосреды – см. рисунок 7.



**Рисунок 7.** Технологическая схема производства промышленного эксперимента по высоконапорной закачке очистного реагента в загрязненную геосреду: 1 - бак приготовления флокулянта; 2 - бункер цемента; 3 - нория; 4 - растворный бак с мешалкой; 5 – насосная группа; 6 – расходный бак; 7 – аккумулирующая емкость; 8 - плунжерный трехступенчатый насос высокого давления; 9 – блок управления; 10 - мобильный экструдер (высоконапорный нагнетатель); 11 - высоконапорное нагнетательное устройство; 12 - система скважин для пробоотбора.

Промывка заключается в подаче реагентного раствора в геосреду вплоть до первого водоупора с давлениями до 400 атм через систему нагнетательных скважин. Рабочей гипотезой исследования выступило, что при подаче вместо цемента реагентных растворов будет увеличиваться трещиноватость пород и снижаться их вязкостные и фильтрационные свойства [7].

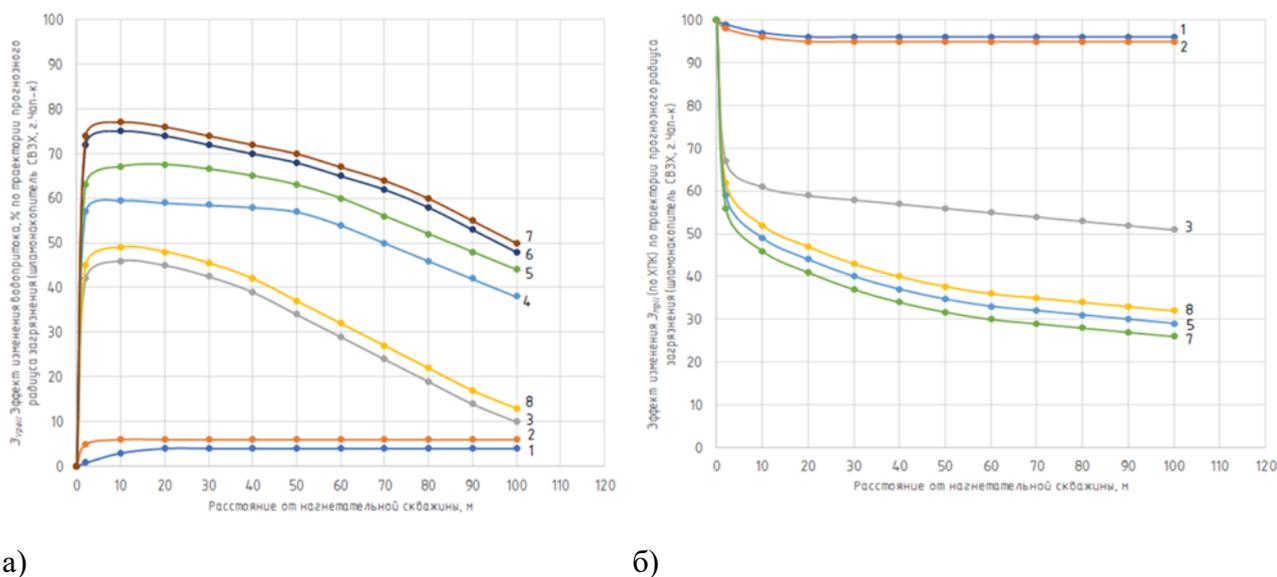
Производственный эксперимент по высоконапорной обработке загрязнений имел целью проанализировать изменение фильтрационных свойств от давления нагнетания рабочих растворов промывочной жидкости в интервале значений  $(10,0 - 40,0) \pm 1,0$  МПа с шагом  $10,0 \pm 1,0$  МПа. При этом содержание флокулянта в рабочем растворе –  $5,0 \pm 0,5$  мг/л и температура среды -  $5,0 \pm 2,0$  °C на глубине  $25,0 \pm 5,0$  м были постоянными для каждой из

опытных серий и соответствовали своим наиболее распространенным значениям в технологиях – аналогах [8,9].

Входными параметрами выступили давление нагнетания  $P_{нагн}$  (МПа) и расстояние от нагнетающей скважины.

Выходными параметрами в эксперименте по определению фильтрационных свойств экосистемы выступили величины эффекта изменения водопритока ( $V_{полл}$  – производительность зоны загрязнений, м<sup>3</sup>/с) и интенсивность массы выносимых загрязнений ( $M_{полл}$ , кг/с).

На рисунке 8 представлены зависимости эффектов изменения водопритока и интенсивности массы выносимых загрязнений по траектории прогнозного радиуса загрязнений для различных условий реагентно-высоконапорной обработки.



**Рисунок 8.** Эффект изменения: а) - водопритока, в зависимости от удаления от нагнетательной скважины; б) - интенсивности массы выносимых загрязнений по траектории прогнозного радиуса загрязнения: 1 - Естественный водоприток; 2 - Подача реагента 5 мг/л Рн-0 Мпа; 3 - Реагент отсутствует Рн-10 Мпа; 4 - Подача реагента Рн-10 Мпа; 5 - Подача реагента Рн-20 Мпа; 6 - Подача реагента Рн-30 Мпа; 7 - Подача реагента Рн-40 Мпа; 8 - Реагент отсутствует Рн-40 Мпа

## ВЫВОДЫ

Рассмотренные решения позволяют:

- ликвидировать объекты накопленного экологического вреда с использованием существующих методов биотермической обработки;
- получить на основе органоминеральных отходов грунтоподобные рекультивационные материалы (ГРМ);
- устранить загрязнения, накопленные в геосреде в результате многолетнего воздействия накопителей.

По результатам промышленных исследований был разработан способ высоконапорной реагентной промывки пород зоны аэрации от загрязнений органической и минеральной

природы, содержащихся в инфильтратах на основе жидкостей различной вязкости [10]. Эффективность промывки составила до 90 %. Разрабатываемый состав можно приспособить под условия работы заводских очистных сооружений с целью минимизации затрат на совместную очистку загрязненных подземных вод с производственным стоком КОС.

Изменение фильтрационных характеристик среды в ходе высоконапорного воздействия сопровождалось переводом «защемленных» в порах грунта загрязнений в свободное состояние. При этом увеличивались значения потока загрязнений, производительности зоны загрязнений и интенсивности их выноса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Туровский, И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание [Текст] / И. С. Туровский. М.: ДеЛи принт, 2008. 376 с.
2. Интенсивная биотермическая обработка шламовых отходов нефтяного комплекса [Текст] / К. Л. Чертес, Д. Е. Быков, О. В. Тупицына // Экология и промышленность России. 2010, март. С. 36–39.
3. Быков, Д. Е., Тупицына, О. В., Гладышев, Н. Г., Зеленцов, Д. В., Гвоздева, Н. В., Самарина, О. А., Цимбалюк, А. Е., Чертес, К. Л. Комплекс биодеструкции нефтеотходов [Текст] / Д. Е. Быков, О. В. Тупицына, Н. Г. Гладышев, Д. В. Зеленцов, Н. В. Гвоздева, О. А. Самарина, А. Е. Цимбалюк, К. Л. Чертес // Экология и промышленность России. 2011. № 3. С. 33–34.
4. Уварова, Н.А. Совершенствование технологии санации накопителей шламов химводоподготовки [Текст] / Н.А. Уварова, О.В. Тупицына, Е.П. Истомина, К.Л. Чертес // Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в теории и практике и обращения с отходами», Пермь, 5–6 ноября 2009 г. Пермь : ПГТУ, 2009. С. 278–280.
5. Ягафарова, Г.Г. Утилизация экологически опасных буровых отходов / Г.Г. Ягафарова, В.Б. Барахнина // Нефтегазовое дело. 2006. №2. С.48–61.
6. Бетяев С.К. Локальные теории в гидродинамике. Уравнение Навье - Стокса: задачи, математические модели, решения. Труды ЦАГИ. 2010. № 2687. С. 1–80.
7. Ксенофонтов Б.С. Очистка воды и почвы флотацией. М., Новые технологии, 2004
8. Измерения температуры грунта на разной глубине. Гариб М. Инновационные научные исследования. 2021. № 3–2 (5). С. 15–23.
9. Черныш А.С., Губарев С.А. Учет реологических особенностей грунта Вектор ГеоНаук. 2018. Т. 1. № 1. С. 5–7.
10. Патент на изобретение 2752983 С1, 11.08.2021. Заявка № 2020135452 от 27.10.2020 «Способ очистки нефтезагрязненного грунта с применением высоконапорной технологии» №2752983/ Тупицына О.В., Чертес К.Л., Пыстин В.Н., Петренко Е.Н., Букин А.А., Шерстобитов Д.Н., Быков Д.Е., Гилаев Г.Г. Заявка № 2020135452 от 27.10.2020.

## ТИПИЗАЦИЯ И ФИЛЬТРАЦИОННО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФРАГМЕНТОВ ГЕОСРЕДЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯМИ

### Чертег К.Л.

- доктор технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

### Букин А.А.

- аспирант, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Все отходы, расположенные в выемках шламонакопителей, а также в зоне их влияния, по коэффициенту проницаемости дифференцированы на легко-, средне- и труднофильтруемые, а по коэффициенту динамической вязкости их жидкой фазы на ньютоновские, бингамовские и дилатантные.

В ходе комплексных инженерных изысканий был проведен анализ шламовых тел и загрязненной геосреды более чем на двадцати объектах размещения шламовых отходов. В результате было выделено семь типов фрагментов неоднородной проницаемости от очень сильно водопроницаемой до водонепроницаемой и три типа фрагментов по вязкости жидкого флюида: ньютоновский, дилатантный и бингамовский. Так же были выделены фрагменты, содержащие материал переходного типа вязкости с проявлениями тиксотропных и реопексных свойств - (см. таблицу 1). Подобное отнесение фрагментов накопителей было предложено в соответствии с существующими типизациями пористых сред, вязких материалов и жидкостей по фильтрационно-реологическим показателям.

Таблица 1. Фильтрационно-реологические характеристики наиболее характерных образцов, отобранных из шламонакопителей и их отнесение к выделенному типу по водопроницаемости и вязкости.

| № п.п. | Описание фрагмента  | Водопроницаемость<br>$m^2$   | Тип среды                    | Динамич.вязкость<br>( $\mu$ )<br>$Pa \cdot c \cdot 10^{-3}$ при<br>$5,0 \pm 2,0^\circ C$ | Типология реологических свойств жидкого флюида |
|--------|---|------------------------------|------------------------------|--|--|
| 1      | Шлам влажностью (60,0–80,0) $\pm 5,0\%$ ;<br>Содержание органического вещества $C_{орг} < 10,0\%$         | $K_{пр} > 10^{-8}$           | Очень сильно водопроницаемая | $\mu < 100$  | Ньютоновский тип вязкости                      |
| 2      | Шлам влажностью (60,0–80,0) $\pm 5,0\%$ ;<br>Содержание органического вещества - $C_{орг} 30,0 \pm 5,0\%$ | $10^{-9} < K_{пр} < 10^{-8}$ | Сильноводопроницаемая        | $1\ 000 < \mu > 100$   | Преимущественно ньютоновский тип вязкости      |

|   |   |                                |                       |                          |   |
|---|---|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|
| 3 | Смесь шлама с песком;<br>- влажность (30,0–60,0) ±5,0%;<br>10% <C <sub>орг</sub> <30%                 | $10^{-10} < K_{пр} < 10^{-9}$  | Сильноводопроницаемая | $5\ 000 < m < 1\ 000$    | Переходный между ньютоновским и дилатантным типом вязкости; возможна тиксотропия                |
| 4 | Смесь шлама с обводненной глиной; влажность (30,0–60,0) ±5,0%;<br>C <sub>орг</sub> (10,0–30,0) ±5,0%; | $10^{-11} < K_{пр} < 10^{-10}$ | Водопроницаемая       | $10\ 000 < m < 5\ 000$   | Дилатантный тип вязкости, тиксотропия   |
| 5 | Смесь шлама с обводненной глиной; влажность (10,0–30,0) ±5,0%;<br>C <sub>орг</sub> (30,0–60,0) ±5,0%  | $10^{-12} < K_{пр} < 10^{-11}$ | Среднепроницаемая     | $50\ 000 < m < 10\ 000$  | Дилатантный тип вязкости, тиксотропия, возможны реопексия и вязкоупругость                      |
| 6 | Глина, загрязненная инфильтратом из шлама;<br>влажность 10,0±5,0%;<br>C <sub>орг</sub> <30,0±5,0%     | $10^{-13} < K_{пр} < 10^{-12}$ | Слабоводопроницаемая  | $100\ 000 < m < 50\ 000$ | Переходный между дилатантным и бингамовским типом вязкости, обратимая реопексия, вязкоупругость |
| 7 | Глина, загрязненная инфильтратом из шлама;<br>влажность 5,0±1,0%;<br>Орг.вещество <5,0±1,0%           | $10^{-14} < K_{пр} < 10^{-13}$ | Водонепроницаемая     | $m > 100\ 000$           | Бингамовский тип вязкости, необратимая реопексия  |

Диапазоны значений фильтрационно-реологических параметров шламов позволили выбрать технологии их обезвреживания путем сочетания реагентных и высоконапорных методов.

Шламонакопители рассматривались как природно-техногенные системы (ПТС) в составе шламовых образований и загрязненной природной среды. При этом загрязнение природной среды инфильтратами из шламов распространяется подземными водами на расстояния, которые как по глубине, так и в плане значительно превышают размеры массива отходов. Оценка масштабов загрязнений и особенности их перемещения в природной среде наименее изучены в теории и практике ликвидации объектов обращения с отходами. Подобную оценку целесообразно проводить методами численного моделирования, так как классические методы инженерных изысканий длительны, высокочувствительны и не позволяют осуществить работы по ликвидации загрязнений с минимальным воздействием на компоненты экосистем. Между тем отсутствие модельной интерпретации транспорта загрязнений от шламовых тел в природную

среде не позволяет наметить пути обезвреживания и сократить стоимость ликвидации объектов накопленного экологического вреда.

Ликвидация загрязнений в породах зоны аэрации, где затруднен доступ экскавационной техники (более 10 м), сопряжена с необходимостью применения промывки грунтов.

Промывка осуществляется растворами реагентов через сети скважин и сопровождается переводом «защемленных» в порах и капиллярах загрязнений в свободное состояние с последующим оттоком в дренаж, перехватом загрязненной жидкости, её подъемом на поверхность и последующей очисткой.

Промывка является сложным и дорогостоящим процессом. Она требует применения высоконапорного оборудования, позволяющего обеспечить максимальную поверхность контакта реагентных растворов с загрязненными средами высокой вязкости и низкой проницаемости, на глубинах в десятки и на расстоянии в сотни метров от границ шламовых тел. Между тем, отсутствие сведений по фильтрационно-реологическим свойствам шламов и загрязненных грунтов, а также изменению этих свойств под высоконапорным реагентным воздействием (до 500 атм.) препятствует разработке конструктивно-аппаратурного оформления сооружений промывки, в качестве метода ликвидации бездействующих шламонакопителей, в целом.

Инфильтраты, проникающие из шламовых тел в природную среду, представляют собой вязкие жидкости, по состоянию близкие к неньютоновским. Низкая проницаемость среды (до  $10^{-14}$  м<sup>2</sup>), высокая вязкость (до 100 Па·с) жидких флюидов, заполняющих её поры, создают сопротивление потоку промывочных растворов и не позволяют им равномерно распределяться по всей толще пород, начиная от поверхности загрязненных грунтов до отметок региональных водоупоров. Необходима разработка методов высоконапорной подачи промывочных растворов, способствующих, наряду с очисткой от загрязнений, изменить фильтрационно-реологические свойства элементов ПТС в сторону увеличения их проницаемости и снижения вязкости.

Подавляющее большинство направлений в ключе данной проблемы сводится к анализу результатов инженерно-экологических изысканий в пределах шламового тела и его периметральной полосы, на которой предполагается устройство защитных сооружений и сети экологического мониторинга. Распространение загрязнений в границах санитарно-защитной зоны, направление их перемещений между элементами «шламовое тело – породы зоны аэрации различной степени проницаемости – водоупор - подземные воды – область разгрузки» системно не рассматривается. Данное обстоятельство препятствует комплексной ликвидации загрязнений природной среды в зоне влияния объекта накопленного экологического вреда (ОНЭВ). После удаления и переработки шламов, накопившиеся в геосреде загрязнения продолжают вымываться подземными водами в водоисточники области разгрузки.

Существующие прогнозные модели рассматривают особенности распространения токсикантов в почвах, подземных и поверхностных водах. Источниками загрязнений здесь выступают полигоны твердых коммунальных и промышленных отходов, техногенные залежи углеводородов под площадками нефтеперерабатывающих предприятий, иловые площадки городских станций аэрации. Моделирование позволило предложить численные диапазоны качественных и количественных параметров оценки загрязнений, таких как емкость техногенных образований, скорость и продолжительность их перемещения в природной среде; сформулированы критерии выбора сооружений обезвреживания загрязнений на глубинах не более 10 м. При таких глубинах возможна экскавация шламов и загрязненных грунтов, их последующее химическая или биохимическая обработка и возврат обезвреженных отходов в природную среду в качестве рекультивационных материалов.

На глубинах, превышающих возможности землеройно-погрузочной техники, ликвидация загрязнений проводится путем промывки реагентными растворами. Для этих целей предварительную оценку загрязнений производят методом конвертного бурения скважин с отбором и анализом образцов. Данный метод прогнозирования дискретен и не позволяет оценить характер загрязнения по всему профилю природной среды, а полученные в результате камеральной обработки аналитических данных модели не учитывают такие важные для выбора направления ликвидации показатели, как вязкость шламов, проницаемость грунтов и их взаимосвязь с геометрией загрязнений.

Целью настоящей работы выступило обоснование направления и разработка методов прогнозирования и ликвидации последствий загрязнений ПТЭ, сформированных выведенными из эксплуатации шламонакопителями, сформированными в открытых горных выработках.

Для достижения поставленной цели выполняли следующие задачи:

1. Разработка параметров оценки бездействующих шламонакопителей, как элементов природно-техногенных экосистем (ПТЭ), для обоснования необходимости производства ликвидационных работ.

2. Формулировка критериев прогнозирования потоков загрязнений в ПТЭ, включающих шламовые тела, нарушенные породы зоны аэрации, подземные воды и водоисточники области их разгрузки.

3. Моделирование потоков загрязнений в геосредах с неоднородными фильтрационно-реологическими характеристиками с использованием предлагаемых критериев прогнозирования.

4. Проведение крупнотоннажного промышленного эксперимента по высоконапорной промывке геосреды от загрязнений, с использованием методов, способствующих увеличению проницаемости пород и снижению вязкости распределенных в их порах жидких флюидов.

5. Разработка технологической схемы восстановления геосреды, нарушенной шламонакопителями и её эколого-экономическое обоснование.

Научная гипотеза заключалась в обосновании целесообразности улучшения естественной промывки зоны аэрации, загрязненной инфильтратами из шламовых тел, управляемым высоконапорным воздействием на неё. Предполагалось, что ликвидация загрязнений в природно-технической экосистеме «шламонакопитель – зона аэрации – область разгрузки подземных вод» сопряжена с повышением проницаемости среды и снижением вязкости жидких флюидов из отходов, загрязняющих её.

Предложены параметры прогнозирования загрязнений ПТЭ, сформированных накопителями и критерии, полученные на их основе, необходимые для обоснования методов ликвидации, и в частности:

- параметры: эффективные радиусы воздействия и глубины загрязнений; прогнозные радиусы загрязнений; площади ореолов фильтрации загрязнений; проницаемость и вязкость шламовых тел и загрязненной среды;

- критерии: показатели реологии и фильтрации, как соотношения вязкостей и проницаемостей элементов ПТЭ, соответственно; гидравлическая и массовая интенсивности выноса загрязнений.

Сформулированы положения критериально-параметрической оценки загрязнений компонентов экосистем, сформированных шламонакопителями, на предмет их последующей ликвидации и в частности: площади ореола и поперечного сечения загрязненной среды, прогнозный и эффективный радиусы загрязнений, гидравлическая и массовая интенсивности выноса загрязнений в природную среду.

Предложен новый подход к моделированию поведения загрязнений и математическая модель перемещения загрязненной жидкости в экосистемах «Шламовое тело – природная среда» с различными фильтрационно-реологическими свойствами:

- проницаемости шлама и природной среды равны;
- проницаемость шлама больше проницаемости природной среды;
- проницаемость шлама меньше проницаемости природной среды.

Получены зависимости изменения фильтрационно-реологических характеристик ПТЭ под высоконапорным воздействием промывочного раствора. На графиках, интерпретирующих данные зависимости, выделены переходные области вязкого состояния, в границах которых целесообразно осуществлять управляемое воздействие для интенсификации удаления загрязнений.

Подготовлен проект ликвидации накопителя опасных отходов бывшего ОАО «СВЗХ» (г. Чапаевск) и произведена частичная очистка загрязненной шламами геосреды по площади 4,5 га.

## ОБРАБОТКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НАКОПИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Мальцева А.А.**

- студент, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244

**Научный руководитель: Чертез К.Л.**

- доктор технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

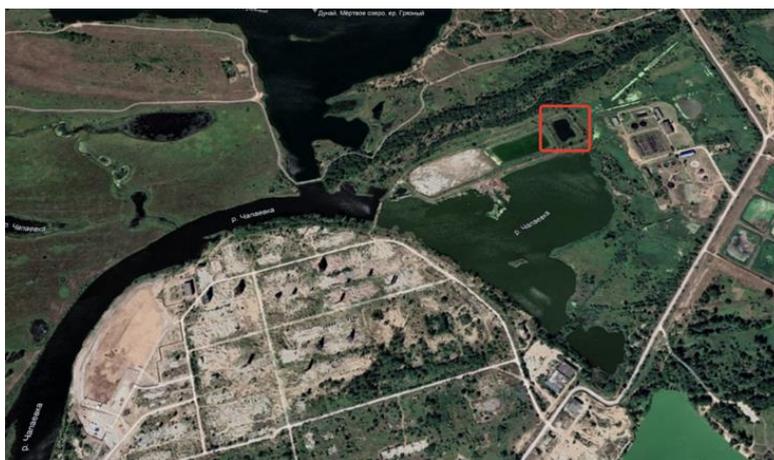
### АННОТАЦИЯ

В работе проводится исследование физико-химических свойств высококонцентрированных стоков накопителей отходов нефтяных и нефтехимических предприятий (на примере г. Чапаевска и г. Новокуйбышевска) для дальнейшей их обработки с использованием мощностей существующих очистных сооружений предприятий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** накопитель, шлам, вязкость, очистные сооружения

### ВВЕДЕНИЕ

За длительный период деятельности нефтяных и химических предприятий в нашей стране образовалось достаточно большое количество объектов накопленного экологического вреда. К таким объектам относятся выведенные из эксплуатации шламонакопители, содержащие большие объемы высококонцентрированных сточных вод [6]. Примером таких объектов являются накопители ОА «НК НПЗ» города Новокуйбышевск и бывшего «Средне-Волжского завода химикатов» города Чапаевск (СВЗХ) представленные на рисунках 1 и 2. Такие сточные воды образуются в выемках накопителей в основном при выделении из гетерофазных техногенных образований механически и химически связанной воды [6], попадании в шламовое тело атмосферных осадков (выпадение дождя, таяние снега), а также при инфильтрации подземных вод.



**Рисунок 1.** Шламонакопитель СВЗХ г. Чапаевск [Google Earth]



**Рисунок 2.** Шламонакопители АО «НК НПЗ» г. Новокуйбышевск [Google Earth]

Основным направлением обработки высококонцентрированных сточных вод (ВСВ) накопителей является их сброс на очистные сооружения, которые имеются на всех крупных нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях – собственниках накопителей [6].

Однако не все накопители ВСВ можно ликвидировать с использованием очистных сооружений, точно также как не все очистные сооружения пригодны в качестве объектов обработки ВСВ [1], поэтому разработка комплексной технологии обработки ВСВ с применением существующих очистных сооружений является актуальной.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Для очистки ВСВ необходимо провести их извлечение из геосреды. Данный процесс проводится посредством перевода содержащихся в порах грунта загрязнений в свободное состояние с последующим их оттоком в дренаж, сбором, подъемом на поверхность и далее очисткой.

Для выбора метода извлечения и утилизации стоков необходимо изучить основные реологические параметры жидкостей.

В основном подобные стоки обладают повышенными значениями динамического коэффициента вязкости ( $\mu \gg 1,0 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ) [3]. Они представляют собой бингамовские, дилатантные и другие типы псевдопластичных неньютоновских жидкостей [4,5]. Начиная с глубин более 10 м очистить геосреду распространенными методами промывки составляет затруднение. Низкая проницаемость грунта, высокая вязкость жидкости, заполняющей его поры создают сопротивление потоку промывочных растворов и не позволяют им равномерно распределяться по всей толще пород [2]. Необходима разработка новых и адаптация существующих методов высоконапорной подачи промывочных жидкостей, способствующих,

наряду с очисткой геосреды от загрязнений, изменению её фильтрационно-реологических характеристик в сторону увеличения проницаемости и снижения вязкости. Так, основные расчётные сведения по структуре и отдельным показателям исследуемых накопителей представлены в таблицах 1 и 2.

Для исследования характеристик ВСВ был проведён промышленный эксперимент – на площадке СВЗХ в Чапаевке были пробурены скважины, в которые под высоким давлением закачивался раствор флокулянта.

Все параметры эксперимента, включая давление, расходы рабочих растворов, концентрации реагентов контролировали при помощи электронных блоков управления.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В ходе промышленного эксперимента удалось изучить зависимости изменения фильтрационно-реологических свойств природной среды при высоконапорной подаче рабочего раствора флокулянта.

При контакте флокулянта с загрязнениями происходило смещение стабилизационного слоя на поверхности раздела фаз с проникновением активного вещества в межфазное пространство и замещения адсорбционного слоя.

Кроме того, высоконапорное воздействие (100–400 атм.) на структуру неньютоновской жидкости загрязнителя, позволило снизить её вязкость с улучшением подвижности загрязнений в растворе и последующим выводом в дренаж.

Выходными параметрами в эксперименте по определению реологических свойств экосистемы выступили значения вязкости шлама  $\mu_{\text{шл}}$  и вязкости геосреды  $\mu_{\text{Гс}}$  (максимальные в выборке), а также значения скорости сдвига  $\gamma$ , определенные в лабораторных условиях. На рисунке 3 представлены кривые зависимости изменения вязкости от скорости сдвига в логарифмических координатах, извлеченных как из шламовых тел, так и из геосреды пород зоны аэрации.

**Таблица 1.** Основные реологические и структурные параметры накопителей ВСВ (составлено автором)

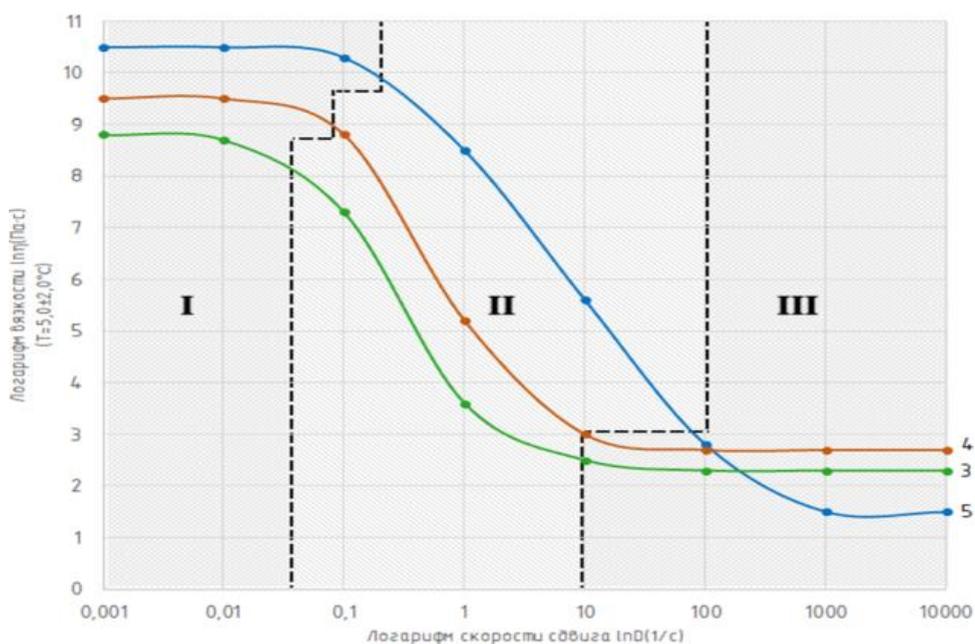
| Наименование объекта             | Входные параметры        |                        |                    |                      |                      |                                  |                                  |                                      |                 |      |                          |                          |  |                       | Выходные параметры                    |                          |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|------|--------------------------|--------------------------|--|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------|
|                                  | Н <sub>водоуп.</sub> , м | Н <sub>гр.в.</sub> , м | Н <sub>ф</sub> , м | grad P               | К <sub>ф</sub> , м/с | К <sub>шл</sub> , м <sup>2</sup> | К <sub>ге</sub> , м <sup>2</sup> | C <sub>sat</sub> , кг/м <sup>3</sup> | П <sub>пр</sub> | Г    | R <sub>шл</sub> , тыс. м | R <sub>оз</sub> , тыс. м | S <sub>ф.гс.</sub> , тыс. м <sup>2</sup> | ПЗ, м/с               | V <sub>poll</sub> , м <sup>3</sup> /с | M <sub>poll</sub> , кг/с |
| Шламонакопитель (Чапаевск)       | 25                       | 1,5                    | 23,5               | 1,3·10 <sup>-2</sup> | 8,8·10 <sup>-3</sup> | 9,4·10 <sup>-10</sup>            | 8,8·10 <sup>-10</sup>            | 26                                   | 1,07            | 1,03 | 0,1                      | 0,1                      | 2,3                                      | 1,1·10 <sup>-10</sup> | 0,26                                  | 6,84                     |
| Шламонакопитель (Новокуйбышевск) | 25                       | 2                      | 23                 | 1,2·10 <sup>-2</sup> | 2,2·10 <sup>-6</sup> | 4,210 <sup>-10</sup>             | 2,2·10 <sup>-13</sup>            | 13                                   | 1909,09         | 2,00 | 0,7                      | 1,4                      | 57,9                                     | 2,6·10 <sup>-8</sup>  | 1·10 <sup>-3</sup>                    | 2·10 <sup>-2</sup>       |

Примечания: Н<sub>водоуп</sub> – глубина расположения водоупора; Н<sub>гр.в</sub> - отметка поверхности первого водоносного горизонта; Н<sub>ф</sub> – толщина фронта фильтрации; grad P – градиент напора подземных вод; К<sub>ф</sub> – коэффициент фильтрации (максимальный в выборке); К<sub>шл</sub> – коэффициент проницаемости шлама (максимальный в выборке); К<sub>ге</sub> – коэффициент проницаемости геосреды (максимальный в выборке); C<sub>sat</sub>, - концентрация насыщения ключевого загрязнителя (ХПК); П<sub>пр</sub> – показатель проницаемости (П<sub>пр</sub>= К<sub>шл</sub>/К<sub>ге</sub>); Г – коэффициент расширения (показывает, во сколько раз ширина канала загрязненной воды за зоной загрязнения шире диаметра зоны загрязнения; Г = (П<sub>пр</sub> · 2)/(1+П<sub>пр</sub>)); R<sub>шл</sub> – максимальный радиус шламowego тела (определён по данным инженерных изысканий); R<sub>оз</sub> – максимальный радиус ореола загрязнения геосреды (определён по данным инженерных изысканий); S<sub>ф.гс.</sub>- поперечная площадь фильтрации геосреды; ПЗ – поток загрязнений (ПЗ= grad P·К<sub>ф</sub>); V<sub>poll</sub> – производительность зоны загрязнений (V<sub>poll</sub> = ПЗ · S<sub>ф.гс.</sub>·1000); M<sub>poll</sub> – масса выносимых загрязнений (M<sub>poll</sub> = V<sub>poll</sub> · C<sub>sat</sub>),

**Таблица 2.** Отдельные характеристики исследованных образцов, отобранных при производстве инженерно-экологических изысканий (составлено автором)

| Объект  | Наименование образца шлама/геосреды  | К <sub>шл</sub> , м <sup>2</sup>            | К <sub>ге</sub> , м <sup>2</sup>            | М <sub>шл</sub> , Па·с·10 <sup>-3</sup> при 5,0±2,0°С | М <sub>ге</sub> , Па·с·10 <sup>-3</sup> при 5,0±2,0°С |
|---|--|---|---|---|---|
| Шламонакопитель (Чапаевск) (К <sub>шл</sub> = К <sub>ге</sub> ) | Шлам мышьяксодержащий, обводненный; Вода – (60,0–75,0) ±5,0%; Орг.вещество (5,0–10,0) ±2,0%                  | 1,8·10 <sup>-9</sup> –9,4·10 <sup>-10</sup> | -   | 1092–2315   | -   |
|   | Песок, обводненный инфильтратом мышьяксодерж. шлама Вода – (45,0–65,0) ±5,0%; Орг.вещество <1,0%             | -   | 2,9·10 <sup>-8</sup> –4,7·10 <sup>-9</sup>  | -   | 544–1102  |
|   | Глина, обводненная инфильтратом мышьяксодерж. шлама Вода – (40,0–50,0) ±5,0%; Орг.вещество - (1,0–5,0) ±0,5% | -   | 1,5·10 <sup>-9</sup> –2,1·10 <sup>-10</sup> | -   | 2579–3023   |

Примечание: К<sub>шл</sub> – коэффициент проницаемости шлама (максимальный в выборке); К<sub>ге</sub> – коэффициент проницаемости геосреды (максимальный в выборке); М<sub>шл</sub> – вязкость шлама (максимальная в выборке); М<sub>ге</sub> – вязкость геосреды (максимальная в выборке).



**Рисунок 3.** Вязкостно-деформационная характеристика образцов ПТЭ из шламонакопителя г. Чапаевск (составлено автором): 3 – Смесь целлюлозного скопа и гидролизного лигнина, обводненная; W –  $60 \pm 5,0\%$ ; C орг.  $75 \pm 5,0\%$ ; 4 – Глина обводненная целлюлозным скопом W –  $60 \pm 5,0\%$ ; C орг.  $30 \pm 5,0\%$ ; 5 - Глина обводненная целлюлозным скопом W –  $30 \pm 5,0\%$ ; C орг.  $20 \pm 5,0\%$ . Температура отбора образцов  $-5,0 \pm 2,0^\circ C$ , с глубины  $20,0 \pm 0,5$  м. I – Первая ньютоновская область – вязкость ещё не зависит от скорости сдвига; II – Область падения вязкости за счёт ориентации молекул в пространстве; III – Третья ньютоновская область - вязкость остается постоянной, не зависящей от дальнейшего возрастания скорости сдвига.

Из представленного на рисунке 3 графика видно, что в диапазоне давлений  $(20-30) \pm 1,0$  МПа наблюдается снижение вязкости отобранных образцов ВСВ. Изменение фильтрационно-реологических характеристик среды в ходе высоконапорного воздействия сопровождалось переводом «защемленных» в порах грунта загрязнений в свободное состояние. При этом увеличивались значения потока загрязнений, производительности зоны загрязнений и интенсивности их выноса. Подъем давления за порог 30 МПа не привел к существенному изменению эффектов увеличения проницаемости и снижения вязкости, даже при избытке подачи флокулянта в рабочий раствор.

## ВЫВОДЫ

Подобный способ высоконапорной реагентной промывки позволяет снизить вязкость жидкости, изменить другие её реологические свойства. Подобный способ позволяет наиболее эффективно извлечь высоконцентрированные сточные воды из геосреды и подать данный раствор для дальнейшего обезвреживания на существующие очистные сооружения на площадках нефтяных и химических предприятий без предварительной их подготовки

(разбавления, изменения вязкости и состава для стабилизации их как промышленных сточных вод, непосредственно обезвреживаемых на очистных сооружениях).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Уварова, Н.А. Совершенствование технологии санации накопителей шламов химводоподготовки [Текст] / Н.А. Уварова, О.В. Тупицына, Е.П. Истомина, К.Л. Чертес // Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в теории и практике обращения с отходами», Пермь, 5–6 ноября 2009 г. – Пермь : ПГТУ, 2009. – С. 278–280.
2. Королёв В.А. Очистка грунтов от загрязнений. — МАИК Наука/Интерпериодика, 2001, 365 с.
3. Астарита Дж., Марруччи Дж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей. / пер. с англ. — М.: Наука, 1978.
4. Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепции, методы, приложения / Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2007. – 560 с.
5. Якимов Н.Д., Ильинский Н.Б., Касимов А.Р., Курцева К.П., Обносков Ю.В. Фильтрация в структурно-неоднородных насыщенных и ненасыщенных пористых средах. Отчет о НИР № 96–01–00844 (Российский фонд фундаментальных исследований).
6. Самарина, О. А. Обработка высококонцентрированных сточных вод накопителей углеводородсодержащих отходов [Текст]: монография / О. А. Самарина, К. Л. Чертес, О. В. Тупицына – Самара: Самарск. гос. тех. ун-т, 2011. – 149 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ БЕЗЫМЯННОГО РУЧЬЯ ЛЕВОГО ПРИТОКА РЕКИ МЕЩЕРИХИ

### **Манухина В.А.**

- аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

### **Научный руководитель: Лаврусевич А.А.**

- доктор геолого-минералогических наук, профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

### **АННОТАЦИЯ**

Статья посвящена проблеме экологического состояния и исследованию загрязнения русла реки Мещерики (левый приток Клязьмы) на территории совхоза Останкино и близлежащей местности. Применялся отбор образцов по стандартной методике для установления химического состава в зимнее время года. Целью работы является ее своевременная апробация и привлечение внимания научного сообщества к проблеме экологии урбанизированных территорий.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Загрязнение водоемов урбанизированных территорий приводит к деградации окружающей среды. Показатели для оценки качества могут существенно изменяться в зависимости от степени загрязнения и назначения пользования водным объектом. Население проявляет интерес к контролю качества воды, предъявляет определенные требования к состоянию окружающей среды и получению информации об этом [1].

Ярким примером ухудшения экологической ситуации и сброса неочищенных сточных вод является ручей Безымянный притока реки Мещерики по адресу Московская область Дмитровский городской округ совхоз Останкино предположительно от хозяйственной деятельности очистных сооружений ООО «ГКХ». Интересом для исследования послужили многочисленные обращения граждан в контролирующие органы. Проводился осмотр 29 января 2023 года Безымянного ручья, были зафиксированы две трубы (рисунок 1), из которых, по словам местных жителей, по ночам происходит сброс сточных вод мутного цвета, крайне неприятный запах гнилостного, сероводородного, канализационного и химического характера, мутно-белый цвет воды без хлопьев и налета на поверхности. Отмечено, что при отрицательной среднесуточной температуре воздуха, ручей и трубы для сброса сточных вод не промерзают, также визуально стоит отметить, возможное повышение уровня воды в ручье (рисунок 2). Берега покрыты черным осадком, камни на дне ручья имеют желто-коричневый налет техногенного происхождения.



**Рисунок 1.** Фото трубы для сброса сточных вод

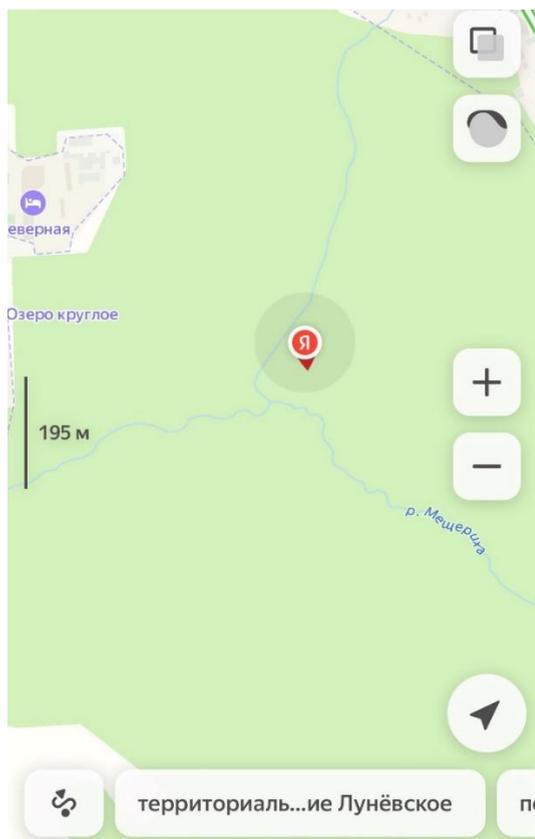


**Рисунок 2.** Фото ручья Безымянный, совхоз Останкино вблизи ул. Садовая

Далее проводился визуальный осмотр русла ручья по всей его длине (около 1 км) до места, где впадает в реку Мещериху (рисунок 3). Водоток в русле реки имеет направление от озера Круглого вниз по течению в сторону реки Клязьмы. На рисунке 4 видно, как смешивается поток ручья со сточными водами с потоком реки.

**Исследование на общий фосфор.** В сточных водах фосфор может присутствовать в различных концентрациях, он может быть в твердой фазе – в виде взвешенных в воде труднорастворимых фосфатов. Фосфор является важнейшим биогенным элементом. Количество фосфора говорит о состоянии и продуктивности водоема, его избыточные значения свидетельствуют о процессах гниения, изменению биомассы водного объекта и увеличению количества патогенных микроорганизмов. Для мониторинга состояния окружающей среды определение общего фосфора в образцах, взятых из водных объектов, является обязательным [2].

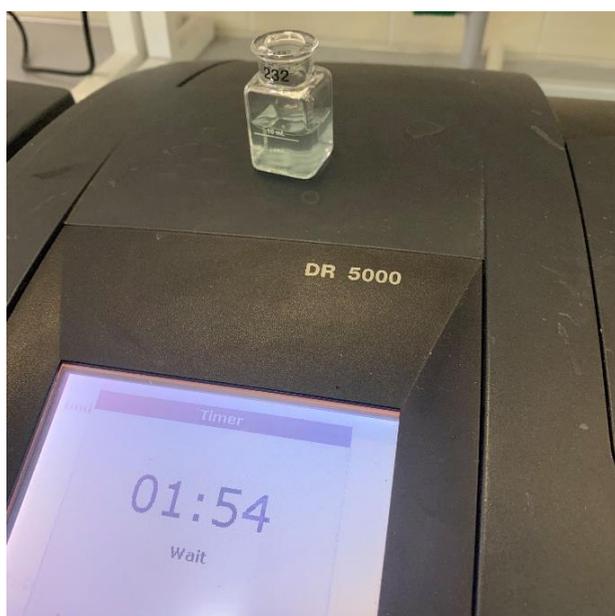
Проводилось лабораторное исследование образцов на спектрометре HACH LANGE DR5000. Сточные воды были разбавлены в соотношении 1 часть стоков к 4 частям дистиллированной воды И даже при таких значениях показатели фосфора превышали 16 мг/л, что превышало ПДК. На рисунке 5 и 6 показано, как изменялся цвет во времени.



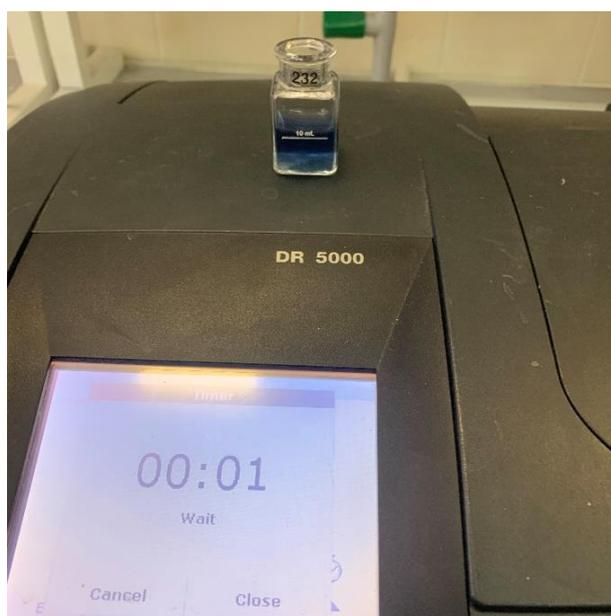
**Рисунок 3.** Месторасположение обследуемой территории



**Рисунок 4.** Фото места, где Безымянный ручей впадает в реку Мещерику



**Рисунок 5.** Начало введения реактива



**Рисунок 6.** Изменение цвета реактива по истечению 120 секунд.

После первичных обследований общего характера образцы сдавались в лабораторию для более точного определения химического состава и определения превышения значений по ПДК [3] (таблица 1).

**Таблица 1.** Показатели качества и загрязнения сточных вод.

| Показатель          | Номер пробы |        |        | ПДК (мг/дм <sup>3</sup> ) |
|---------------------|-------------|--------|--------|---------------------------|
|                     | 1           | 2      | 3      |                           |
| Взвешенные вещества | 11,09       | 12,55  | 11,79  | 0,75                      |
| БПК <sub>5</sub>    | 140,08      | 159,99 | 156,85 | 2,1                       |
| Фосфат-ион          | 2,19        | 2,17   | 2,01   | 0,2                       |
| Аммоний-ион         | 2,39        | 3,9    | 3,9    | 0,5                       |
| Нитрат-анион        | 37          | 42,1   | 40     | 40                        |
| Нитрит-анион        | 0,08        | 0,11   | 0,1    | 0,08                      |
| Нефтепродукты       | 0,9         | 1,04   | 0,93   | 0,05                      |
| Железо              | 0,128       | 0,13   | 0,25   | 0,1                       |
| СПАВ                | 0,44        | 0,52   | 0,51   | 0,5                       |

## ВЫВОДЫ

Самые сильные превышения в десятки раз составили по взвешенным веществам, БПК<sub>5</sub>, фосфат-ионам и нитрат-ионам. В современном мире установленные допустимые показатели загрязнений воздуха, воды и почвы имеют точные значения, однако, иногда даже непревышающие ПДК вредных веществ могут наносить непоправимый вред природе и доставлять крайне неприятные последствия для людей [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тушина, А.С. Геологическая оценка малых водоемов города Новосибирска: дис. ... канд. геогр. наук: 1.6.21 / А.С. Тушина; СГУВТ. Новосибирск, 2021. 251 с.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. РД 52.24.643–2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Санкт-Петербург: Гидрометиздат, 2002. 49 с.
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 N 78 (ред. от 13.07.2017) «О введении в дейст...».

## **ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЁТЫ. ПРАКТИКА КОНСТРУИРОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОВМЕСТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИХ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОНЕНТОВ**

**Каргаус Л.С.**

*- техник лаборатории №18 механики опасных природно-техногенных процессов и разработки методов инженерной защиты НИИОСП им. Н.М. Герсевича, 109428, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6, стр. 12*

**Научный руководитель: Харичкин А.И.**

*- кандидат технических наук, заведующий лабораторией механики опасных природно-техногенных процессов и разработки методов инженерной защиты НИИОСП им. Н.М. Герсевича, 109428, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6, стр. 12*

### **АННОТАЦИЯ**

В работе рассмотрены численный расчёт и моделирование композитных конструкций с помощью программы «Autodesk Inventor»

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** моделирование, расчет конструкций, программа «Autodesk Inventor», композитная конструкция.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Тематика настоящей статьи касается проблемы повышения эффективности расчётов композитных конструкций (то есть конструкций, состоящих из разных отличающихся по своим свойствам материалов, например, совместная работа бетона, арматуры и грунта), а также расширения возможностей совместных расчётов, а также автоматизации составления чертежей.

В настоящее время моделирование поведения конструкций под нагрузками определяется расчётом с помощью упрощений и гипотез и выполняются, как правило, без использования численного моделирования. Однако, с каждым годом возрастает перспектива использования программных комплексов, реализующих именно этот принцип. Это связано с тем, что благодаря использованию программ, упрощается расчёт, так как программа, выполненная с помощью языков программирования, выполнит расчёт гораздо быстрее человека, которому остаётся только задать начальные данные и определить сам смысл задачи. То есть для человека освобождается время для более творческих задач, в то время как ЭВМ выполняет за него рутинную работу, связанную с выполнением расчётов.

Также повышается удобство проектирования и строительства конструкций, так как трёхмерная модель является более удобной для визуального восприятия, а также на основе такой модели можно показывать на чертежах любое сечение или разрез, в то время как при ручном черчении это занимало бы гораздо больше времени.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Исследование данной темы проводилось с помощью программы «Autodesk Inventor» — это система трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования (система автоматизированного проектирования (САПР)) компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации. С помощью САПР возможно проектирование как машиностроительных, так и строительных конструкций и деталей.

Численное моделирование по оценке прочности проводилось для нескольких задач:

1. ТВШ – трубчатая винтовая штанга, заключённая в оболочку из бетона и работающая на выдёргивание из грунтовой массы.

2. Горячий штамп – конструкция, с помощью которой получают свойства грунтов путём создания давления с помощью домкрата, приложенного ко дну штампа.

А для демонстрации удобства визуального осмотра конструкций при проектировании и строительстве была выполнена следующая задача:

3. Арматурный каркас БИС (буроинъекционной сваи) – данная свая используется для устройства на поверхности грунта подпорных стенок для повышения устойчивости склонов. В современном строительстве БИС сваи имеют широкое распространение в фундаментах и различных удерживающих сооружениях.

### Процесс моделирования и исследования поведения композитной конструкции

#### 1. ТВШ – трубчато-винтовая штанга



**Рисунок 1.** 3D-модель - узел соединения ТВШ с помощью муфты

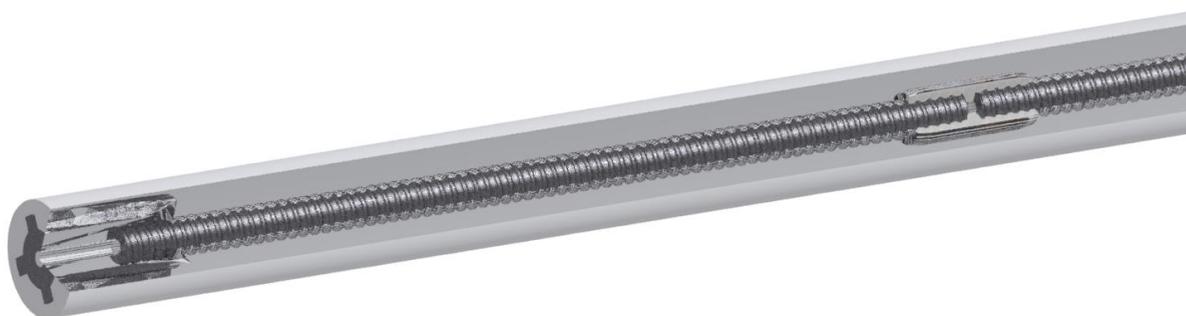
На рисунке 1 показано соединение 2 ТВШ с помощью муфты, необходимое для удобства устройства нагелей и анкеров, используемых в укреплении склонов и подпорных конструкций.

ТВШ забуривается в грунт с помощью бурового долота (забурника) (показан условно на рисунке 2 слева) и остаётся в грунте, внутри штанги можно увидеть полую полость, через которую подаётся цементный раствор, а через отверстие в долоте смесь выходит и заполняет скважину, формируя нагели или анкера для укрепления и повышения устойчивости склона.



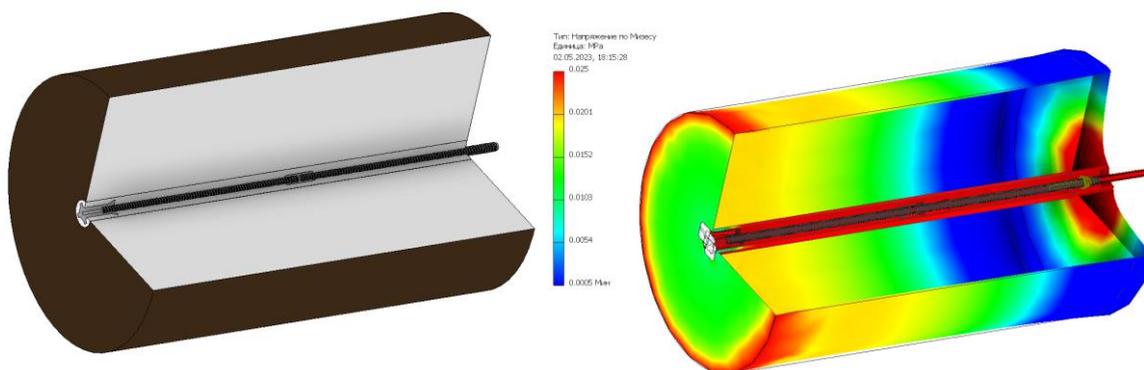
**Рисунок 2.** Слева - узел крепления бурового наконечника и ТВШ (условно), справа - муфта

Следующим этапом стало задание вокруг получившейся конструкции бетонной оболочки внутри и снаружи (рисунок 3), сформированной в процессе бурения и при постоянной подаче бурового раствора. И далее оболочки грунта (рисунок 4).



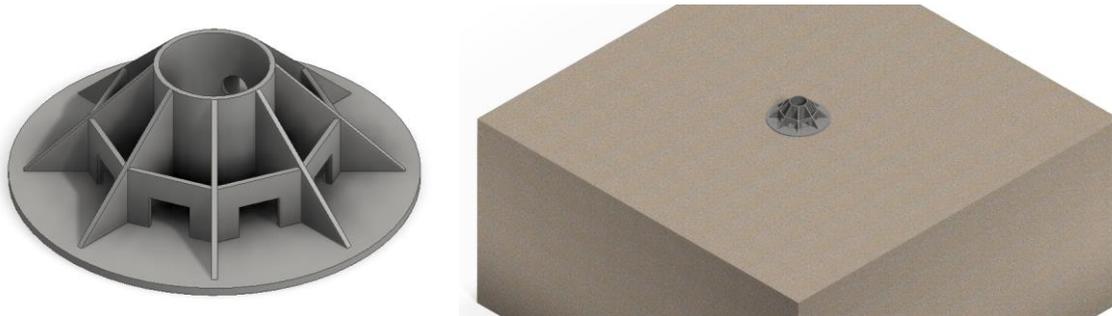
**Рисунок 3.** Цементная оболочка вокруг и внутри ТВШ

В результате задания характеристик материалов и прилагаемой нагрузки получили напряжённо-деформированное состояние с изображением изополей напряжений во всех моделируемых конструкциях. Это становится возможным благодаря использованию численного расчёта на основе конечно-элементной модели и автоматического определения программой контактных напряжений.



**Рисунок 4.** Область грунта вокруг ТВШ. Результаты расчёта при приложении осевой-растягивающей нагрузки

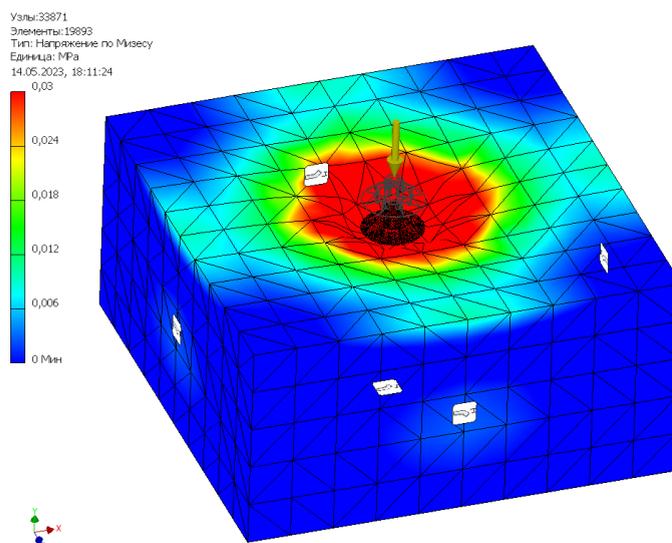
## 2. Горячий штамп для испытания мёрзлых грунтов



**Рисунок 5.** Слева - Горячий штамп, справа – грунт-полупространство

На рисунке 5 слева показан горячий штамп – конструкция для испытания физических характеристик мёрзлых грунтов. Горячим он называется, потому что внутри его полости находится подогревающая жидкость.

Его конструкция усилена рёбрами жёсткости для повышения устойчивости центрирующего цилиндра, в который вставляется домкрат, создающий давление на мёрзлый грунт.



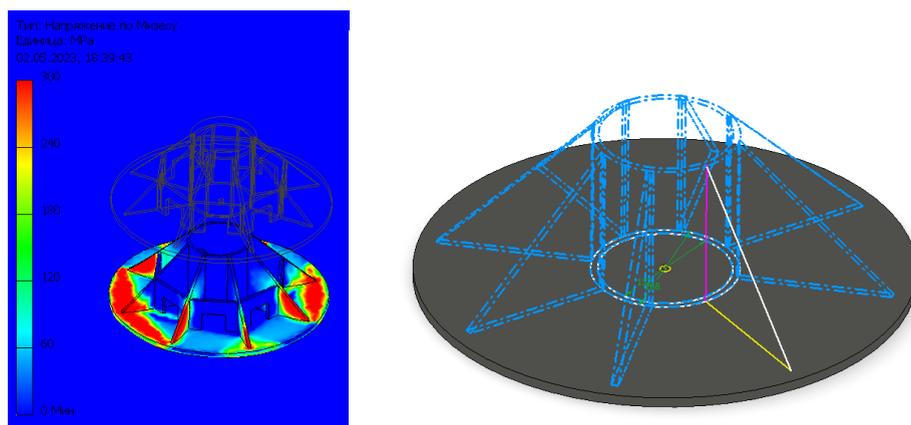
**Рисунок 6.** Результаты расчёта при приложении нагрузки

Для проведения исследования напряженного состояния в грунте и в горячем штампе задана площадка опирания – грунт-полупространство (рисунок 5 справа).

В результате моделирования расчётного случая (задание нагрузки с помощью домкрата) видно распределение напряжений, а также части конструкции, требующие усиления.

Сам процесс моделирования состоит из задания в пространстве эскизов и дальнейшего взаимодействия с ними. Кроме того, некоторые операции проводятся с самими твердыми телами, например, такое как «массив».

В данном случае на рисунке видно, что ребра жесткости задавались следующим образом: вначале был построен эскиз в виде треугольника, примыкающего к центрирующему цилиндру и нижней площадке опирания, а затем с помощью команды «круговой массив» были сформированы остальные рёбра жёсткости вокруг.



**Рисунок 7.** Результаты моделирования расчёта опирания горячего штампа на грунт

Такая конструкция позволяет добиться 2 положительных результата: это повышение устойчивости конструкции и её облегчение, что позволит тем, кто будет измерять с помощью данного штампа физические характеристики грунтов в полевых условиях, не затрачивать энергию на его доставку к месту испытаний.

### **3. Арматурный каркас буро-инъекционной сваи (БИС)**

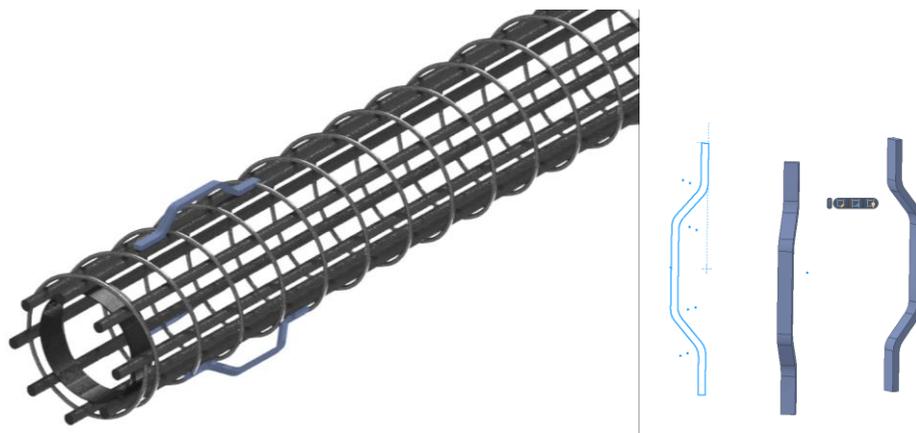
Такой арматурный каркас используется для формирования железобетонной конструкции – буроинъекционной сваи, нагрузки от сжатия воспринимаются как бетонной оболочкой, так и продольной арматурой, которую связывает воедино спираль из арматуры диаметра 8 мм.

Данная конструкция состоит из следующих элементов:

1. Восемь арматурных стержней, которые воспринимают сжимающие усилия
2. Спираль из арматурной проволоки
3. Фиксатор защитного слоя, который фиксирует и центрирует сваю в скважине, обеспечивая необходимую толщину для бетона, чтобы арматура не подвергалась коррозии.
4. Труба диаметром 180 мм, к которой привариваются арматурные стержни для формирования самого каркаса

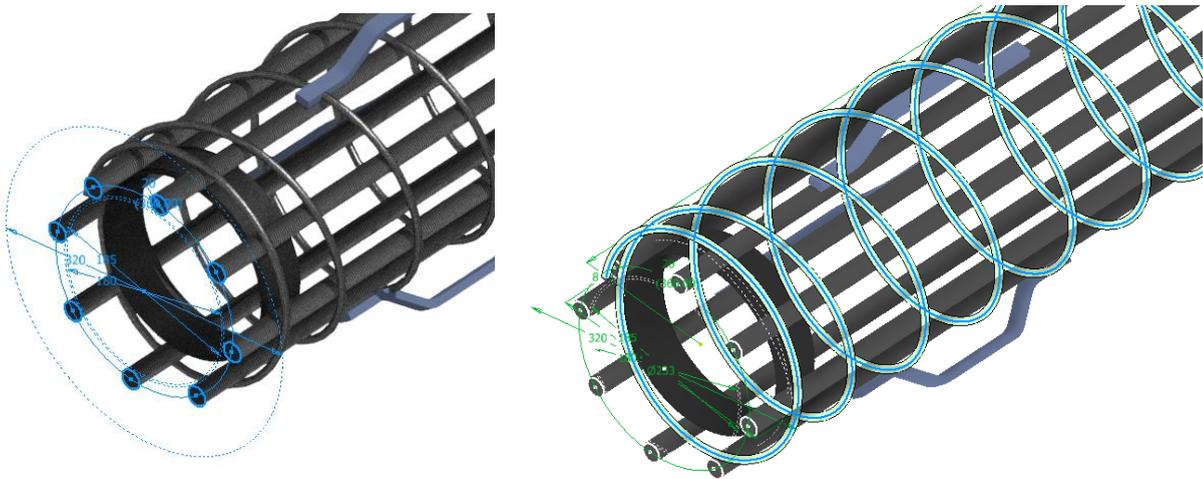
На рисунке 8 справа показан эскиз для формирования твёрдого тела – фиксатора защитного слоя. Твёрдые тела строятся на основе созданных двумерных эскизов, а затем необходимо проводить какие-либо из следующих операций: выдавливание, вращение, сдвиг, лофт, массив, копирование и так далее. В данном случае использовалась команда выдавливание в две стороны замкнутого эскиза.

А на рисунке 9 показан слева – эскиз для построения арматурных стержней в пространстве с помощью команды «выдавливание», а справа – 3д эскиз с помощью использования команды «спираль», которая требует ввода таких параметров, как шаг, длина, диаметр и тому подобное.



**Рисунок 8.** Слева - арматурный каркас БИС. Справа – фиксатор защитного слоя

А сама конструкция собирается в режиме «сборки», в которой необходимо «связать» между собой 3д-детали. Это производится с помощью команд «соединение» и «зависимость». Например, для того, чтобы зафиксировать в пространстве каркас, нужно с помощью зависимости «совмещение» выбрать плоскости, например основание каркаса и любую другую плоскость.



**Рисунок 9.** Эскизы для построения арматурного каркаса БИС в пространстве

## ВЫВОДЫ

1. Численный расчёт позволяет более точно учитывать совместную работу композитных конструкций и позволяет автоматизировать процесс расчёта по оценке прочности и взаимодействию разных деталей конструкции между собой.
2. Становится проще и быстрее создавать конструкторскую документацию.
3. Повышается удобство визуального восприятия устройства конструкции за счёт построения трёхмерной модели, с помощью которой становится доступным осмотр любого её сечения.

## АДАПТАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ, КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ РЕШЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Сидоренко А.В.**

*- аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

**АННОТАЦИЯ.** Целью статьи является обоснование необходимости усиления внимания к адаптационным проектам и систематизация этой деятельности, которая может быть использована как основа для разработки комплексных программ, направленных на обеспечение безопасности жизнедеятельности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** адаптационный проект, устойчивое развитие, изменение климата.

### ВВЕДЕНИЕ

Наблюдающееся в настоящее время глобальные изменения окружающей среды (изменение климата, уменьшение биоразнообразия, аномальные наводнения, засухи и т. д.) заставляют человечество разрабатывать новые технологии и подходы к уменьшению воздействий, а также к адаптации к изменениям окружающей среды.

В целях реализации и внедрения проектов, связанных с положительным воздействием на окружающую среду, развития социальных отношений и иных направлений устойчивого развития применяются «зеленые» и адаптационные проекты.

По определению «зеленые» проекты можно классифицировать, как коррекционные проекты, направленные в разные сферы деятельности (экономика, промышленность, сельское хозяйство и т. д.).

Примеры реализации «зеленых» проектов в различных сферах деятельности представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Направления «зеленых» проектов в различных сферах деятельности

| Сфера деятельности               | Направление «зеленых» проектов  |
|----------------------------------|---|
| Обращение с отходами             | Утилизация отходов с получением вторичного сырья или энергии, производство экологической тары с дальнейшей утилизацией.   |
| Энергетика                       | Создание или реконструкция гидроэлектростанций, использование водородного топлива, энергии солнца, ветра.   |
| Строительство                    | Благоустройство зданий декоративными растениями, озеленение крыш, реализация проектов, направленных на повышение энергоэффективности и теплоэффективности действующих сооружений.                           |
| Промышленность                   | Производство продукции без негативного воздействия на окружающую среду, модернизация и запуск новых производств стали, алюминия, цемента.   |
| Транспорт и промышленная техника | Производство и закупка разных видов транспорта (пассажирский, грузовой, воздушный, речной) и техники (промышленной, сельскохозяйственной) на экологических источниках энергии, модернизация инфраструктуры. |

|   |  |
|---|--|
| Водоснабжение и водоотведение                 | Модернизация объектов водоснабжения, утилизация иловых осадков сточных вод, снижение концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, повышение использования водных ресурсов. |
| Сохранение биоразнообразия и окружающей среды | Модернизация объектов водоснабжения, утилизация иловых осадков сточных вод, снижение концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, повышение использования водных ресурсов. |
| Сельское хозяйство                            | Эффективное орошение сельхозземель, увеличение сева многолетних бобовых, реализация проектов сельскохозяйственного земледелия на деградированных землях.                         |

Таким образом, реализация «зеленых» проектов ориентирована на модернизацию уже применяемых технологий или на переход на более экологические технологии. Такой подход экологически эффективен, и, безусловно, данные проекты должны внедряться на масштабных объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Однако ощутимых результатов, дающих практический эффект, можно наблюдать лишь через достаточно длительный период времени. Подход по внедрению «зеленых» проектов осуществляется многие десятилетия, демонстрируя свои достижения в форме тенденциозно интерпретируемых данных мониторинга.

Данные проекты должны соответствовать международным стандартам и исполнять декларацию «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», резолюцию Генеральной Ассамблеи ООН 25.09.2015 года и Парижское соглашение.

В России есть проекты, которые не смогут соответствовать «зеленой» международной классификации. Эти проекты, которые связаны с добычей нефти, газа, угля и переработкой нефти. Важно отметить, что есть проекты, которые имеют существенный экологический эффект. Данные проекты Минэкономразвития РФ выделило в «адаптационные».

Адаптационные проекты могут не соответствовать международным зеленым стандартам, но не должны противоречить требованиям законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды. Их целью является не предотвращение изменения климата и/или минимизация вреда окружающей среде, а осуществление действий, способных обеспечить безопасность жизнедеятельности населения и сохранить биоразнообразие в изменившихся условиях.

Для адаптационных проектов в Российской Федерации в постановлении Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587 прописано более 150 перспективных направлений для устойчивого развития, по которым разработаны критерии соответствия адаптационным проектам.

Целью статьи является обоснование необходимости усиления внимания к адаптационным проектам, а также систематизация этой деятельности, которая может быть использована как основа для разработки комплексных программ, направленных на обеспечение безопасности жизнедеятельности.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В настоящее время осуществляется подготовительный этап, который направлен на формирование соответствующих нормативно-методических основ и правового поля, а также на разработку планов внедрения адаптационных проектов в отраслевых и территориальных разрезах [1].

Для решения задач по устойчивому развитию (т. е. по внедрению адаптационных проектов) государственными органами Российской Федерации разработаны следующие нормативно-правовые документы [2, 3]:

- распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития РФ»;

- постановление Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации».

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Как свидетельствуют результаты палеоклиматических исследований, быстротечная трансформация климатической системы Земли происходила неоднократно. Периоды глобальных климатических изменений, во время которых масштабы и сила проявления многих естественных процессов резко возрастают, относительно непродолжительны. После этого происходит стабилизация климатической системы. Условия, сформировавшиеся на различных участках планеты, приобретают относительное постоянство, хотя нередко значительно отличаются от существовавших ранее. Следует отметить, что в эту схему трансформации вписываются даже самые катастрофичные климатические сценарии, которые, по мнению некоторых специалистов, могут реализоваться при утрате контроля за антропогенными выбросами парниковых газов. Так, содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере в юрский период, для которого был характерны мягкий климат на большей части планеты и весьма высокое биоразнообразие, было в несколько раз выше современного [4]. Следовательно, решением проблем, связанных с происходящим глобальным изменением климата, могли бы стать меры, обеспечивающие максимально возможную минимизацию потерь при переходе человечества и природных экосистем в новое стабильное состояние климатической системы, а также облегчение последующей адаптации людей к новым условиям и сохранению в них существующего биоразнообразия [5]. В соответствии с этим, разработка адаптационных климатических проектов должна основываться на следующих концептуальных принципах:

1. В краткосрочной перспективе их целью является защита населения, объектов человеческой деятельности и окружающей среды от катастрофических последствий глобальных климатических изменений.

2. В долгосрочной перспективе приоритетное значение переходит к созданию среды, благоприятной для жизнедеятельности людей и позволяющей сохранить существующий уровень биоразнообразия.

Негативные последствия глобальных изменений климата представляют собой широкий спектр различных процессов и явлений (таблица 2). По этой причине развитие адаптационных климатических проектов должно осуществляться в нескольких отдельных направлениях. Они могут преследовать как краткосрочные, так и долгосрочные цели. В последнем случае решение проблем в краткосрочной перспективе может рассматриваться как завершение первого этапа планируемой (долгосрочной) деятельности. Адаптационный климатический проект может включать действия, одновременно направленные на минимизацию нескольких видов негативных процессов и явлений. Например, адаптационная модернизация сельского хозяйства может включать меры по контролю за распространением новых видов вредителей.

**Таблица 2.** Основные виды адаптационных проектов (по [6])

| Негативные последствия изменения климата      | Цели адаптационных проектов   |  |
|---|---|--|
|   | Краткосрочные   | Долгосрочные   |
| Аномальные наводнения и засухи                | Превентивная разработка программ обеспечения безопасности населения и защиты окружающей среды от аномальных гидроклиматических флуктуаций | Создание сети водноресурсной логистики и организация международного рынка ресурсов пресной воды      |
| Лесные пожары                                 | Снижение риска лесных пожаров и превентивные меры по их локализации   | Управляемая замена деградирующих лесов экосистемами, соответствующими новым климатическим условиям   |
| Снижение урожаев сельскохозяйственных культур | Организация поставок в регионы, испытывающие дефицит пищевых продуктов  | Модернизация сферы сельскохозяйственного производства  |
| Экологические фрустрации                      | Сохранение хозяйственного и рекреационного потенциала природных экосистем   | Создание природно-технических систем, обеспечивающих потребности социума в ресурсах окружающей среды |
| Подъем уровня Мирового океана                 | Строительство заградительных дамб   | Создание искусственных земельных участков  |
| Расширение ареалов нежелательных организмов   | Карантинные меры, мониторинг инвайдеров и их уничтожение  | Создание условий, не допускающих массового развития инвайдеров                                       |

Каждый этап разработки как отдельных краткосрочных адаптационных мер, так и плана адаптации в долгосрочной перспективе имеет свои особенности и может представлять значительные трудности при его реализации. Для преодоления этих трудностей и достижения

наиболее эффективного результата следует детально изучить цели и задачи отдельных этапов, выбрать оптимальные пути их решения и разработать общие принципы внедрения адаптационных проектов [7].

## **ВЫВОДЫ**

Адаптационные проекты должны рассматриваться как приоритетное направление работы по предотвращению негативных последствий глобальных климатических изменений, поскольку результаты реализации таких проектов позволят повысить безопасность жизнедеятельности населения и обеспечить сохранение природных объектов.

Разработка комплексных программ региональных и межрегиональных адаптационных проектов, а в итоге и их глобальной системы, позволит нивелировать негативные последствия изменения климата, не допуская катастрофического ухудшения условий в каком-либо участке планеты.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития РФ: распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р.
2. Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации»: постановление Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587.
3. Abbass K., Qasim M.Z., Song H., Murshed M., Mahmood H., Younis I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29. Pp. 42539–42559.
4. Осипов В.И. Природные катастрофы в центре внимания ученых. // *Вестник РАН*. 1995. Т.65. № 6. С. 483–495.
5. Суздалева А.Л. Экологическая глобалистика и устойчивое развитие на этапе техногенной трансформации биосферы // *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2020. № 1. С. 6–11.
6. Суздалева А.Л. Климатические проекты: основные виды и их результативность // *Вестник евразийской науки*. 2023. Т. 15. № 1.
7. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Галюк Л.П., Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере. СПб: «Издательство Кириллица», 2015. 256 с.

## ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОТ НАЛИЧИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

**Алтунина Е.О.**

- студент, *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

**Научный руководитель: Лаврусевич И.А.**

- кандидат технических наук, преподаватель, *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается влияния органических веществ в составе грунтов на изменение их прочностных и деформационных свойств, так как нередко грунтовые массивы являются средой и основанием для промышленного и гражданского строительства. В лабораторных условиях определялись такие параметры как модуль деформации, угол внутреннего трения, удельное сцепление, содержание органических веществ в грунтах и др.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** грунты, органические компоненты, прочностные и деформационные характеристики

### ВВЕДЕНИЕ

Актуальность изучения состава и свойств органоминеральных и органических грунтов, связана с их широким распространением на территории России: в тундровых и таежных зонах Сибири, севере Европейской части, на Дальнем Востоке, а также вдоль побережий южных морей. Отсутствие сведений о химических и физико-механических свойствах грунтов с органическими включениями связано с трудоёмкостью процесса извлечения этих компонентов. Несмотря на то, что изучение гуминовых веществ продолжается более 200 лет, методика их выделения из образцов грунта не совершенна.

Следует отметить, что строительство и эксплуатация зданий и сооружений на органоминеральных грунтах является сложным и трудоёмким процессом, так как эти грунты, зачастую практически непригодны для строительных целей [1] и подлежат экскавации и замене, либо созданием перекрытий в виде слоев (подушек) из песчаных грунтов или устройства буронабивных свай.

Согласно ГОСТ 25100–2017 «Грунты. Классификация» грунты, имеющие органические компоненты, не выделяются в отдельный класс и лишь являются разновидностью дисперсных грунтов. Однако, опыт изысканий показывает, что от наличия органического вещества и его концентрации в составе породы зависят его деформационные характеристики [2]. Поэтому в данной статье целью ставится изучение влияния органических веществ на изменение прочностных и деформационных свойств грунтов.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Для проведения испытаний было отобрано 9 групп образцов из материала изысканий по объекту «Строительство скоростной автомобильной дороги Казань – Екатеринбург на участке Дюртюли-Ачит». Деление образцов осуществлялось по физическим характеристикам – грунты со схожим гранулометрическим составом и плотностью объединяли в одну группу. А так как особое внимание уделялось изучению изменчивости следующих параметров: модулю деформации, углу внутреннего трения и сцеплению, то для исследований были отобраны глинистые грунты. Грунты с группы 1 и по 6 имеют образцы с включениями органики и без нее. Грунты последующих групп заторфованны с разной степенью.

Наиболее заметны визуально включения органических веществ были у образца 8. У образцов первой группы прослеживается значительная разница во влажности. Если образец 1 имеет жирный блеск, легко мнётся, то образец 1' более сухой, при разделке рассыпается.



**Рисунок 1.** Образцы группы 1.

Образцы с большим содержанием органических включений имеют большую влажность. Согласно [3] влажность таких грунтов зависит именно от процента содержания органических веществ. Также это влияет на плотность и механические свойства грунтов.

Процент содержания органического вещества определяется методом прокаливания до постоянной массы по ГОСТ 23740–2016 «Грунты. Методы определения содержания органических веществ». Прочностные и деформационные характеристики определялись в камере трёхосного сжатия по ГОСТ 12248–2010 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости».



**Рисунок 2.** Образец № 8 до и после сгорания органики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование доказывает первоначальное предположение, что вещества, содержащие органическое вещество менее прочные – модуль деформации всех образцов уменьшался при увеличении показателя содержания органики. Однако, сделать вывод о зависимости между углом внутреннего трения, сцепления и составом грунта нельзя. Прослеживается две закономерности для всех групп, но они противоречат друг другу.

**Таблица 1.** Результаты исследования влияния органики на прочностные и деформационные характеристики. Отличие свойств грунтов с примесями органического вещества от грунтов с низким содержанием органики и без неё

| № выработки | Глубина отборы пробы, м | Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020          | Плотность частиц грунта, г/см <sup>3</sup> | Плотность сухого грунта, г/см <sup>3</sup> | Коэффициент пористости | Содержание органического вещества, % | Влажность природная, % | 3-осное сжатие         |                               |                |
|-------------|-------------------------|---|--|--|------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|
|             |                         |   |  |  |                        |                                      |                        | Модуль деформации, МПа | Угол внутреннего трения, град | Сцепление, МПа |
|             |                         |   | $\rho_s$                                   | $\rho_d$                                   | $e$                    | $I_{om}$                             | W                      | E                      | $\varphi$                     | c              |
| 1           | 5,8                     | Глина тяжёлая тугопластичная слабозаторфованная | 2,73                                       | 0,92                                       | 1,967                  | 14,1                                 | 72,63                  | <b>7,87</b>            | 20                            | 0,079          |
| 1'          | 0,4                     | Глина тяжёлая тугопластичная                    | 2,74                                       | 1,64                                       | 0,671                  | –                                    | 20,71                  | <b>11,1</b>            | 18                            | 0,068          |
| 2           | 6,5                     | Глина тугопластичная тяжёлая с примесью торфа   | 2,74                                       | 1,01                                       | 1,713                  | 7,2                                  | 70,41                  | <b>8,5</b>             | 16                            | 0,061          |
| 2'          | 4,2                     | Глина тугопластичная тяжёлая                    | 2,74                                       | 1,37                                       | 1,000                  | –                                    | 22,35                  | <b>9,3</b>             | 12                            | 0,039          |

В образцах первых шести группах прослеживается закономерность по снижению модуля деформации при наличии органических примесей в грунте.

Крайне показательный результат дают образцы 8 группы. При условии, что процент содержания органического вещества в образце 8 больше всего на 0,06%, чем в образце 8', модуль деформации образца 8 выше. Влажность и коэффициент пористости также отличны друг от друга, несмотря на разницу содержания торфа в сотые доли.

По результатам испытания образцов группы 9, можно увидеть влияние влажности и пористости на прочность заторфованного грунта. Модуль деформации образцов 9'' и 9''' меньше, чем у наиболее заторфованного в этой группе (образец 9). При этом пористость образца 9 ниже на 3%. В 7 группе наблюдается меньший модуль деформации и более высокие показатели пористости и влажности при большей концентрации органического вещества.

**Таблица 2.** Результаты исследования влияния органики на прочностные и деформационные характеристики. Отличие свойств грунтов с разной степенью заторфованности

| № выработки | Глубина отборы пробы, м | Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020                          | Плотность частиц грунта, г/см <sup>3</sup> | Плотность сухого грунта, г/см <sup>3</sup> | Коэффициент пористости | Содержание органического вещества, % | Влажность природная, % | 3-осное сжатие         |                               |                |
|-------------|-------------------------|---|--|--|------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|
|             |                         |   |  |  |                        |                                      |                        | Модуль деформаций, МПа | Угол внутреннего трения, град | Сцепление, МПа |
|             |                         |   | $\rho_s$                                   | $\rho_d$                                   | $e$                    | $I_{om}$                             | $W$                    | $E$                    | $\varphi$                     | $c$            |
| 7           | 6,7                     | Глина тяжёлая тугопластичная с примесью органики                | 2,74                                       | 1,08                                       | 1,537                  | <b>10</b>                            | 54,56                  | <b>8,9</b>             | 12                            | 0,035          |
| 7'          | 4,5                     | Глина тяжёлая тугопластичная с примесью органики                | 2,74                                       | 1,33                                       | 1,060                  | <b>6,8</b>                           | 37,57                  | <b>9,1</b>             | 11                            | 0,041          |
| 8           | 4,5                     | Суглинок мягкопластичный лёгкий песчанистый с примесью торфа    | 2,71                                       | 1,24                                       | 1,185                  | <b>5,31</b>                          | 36,64                  | <b>10,1</b>            | 10,6                          | 0,013          |
| 8'          | 5                       | Суглинок мягкопластичный лёгкий песчанистый с примесью торфа    | 2,71                                       | 1,25                                       | 1,168                  | <b>5,25</b>                          | 32,52                  | <b>10,2</b>            | 11,8                          | 0,015          |
| 9           | 0,2                     | Суглинок мягкопластичный тяжёлый песчанистый слабозаторфованный | 2,68                                       | 1,08                                       | 1,481                  | <b>19,5</b>                          | 48,46                  | <b>5</b>               | 13                            | 0,019          |
| 9'          | 0,6                     | Суглинок мягкопластичный тяжёлый песчанистый слабозаторфованный | 2,69                                       | 1,14                                       | 1,360                  | <b>17,3</b>                          | 41,52                  | <b>5,5</b>             | 17                            | 0,042          |
| 9''         | 0,5                     | Суглинок мягкопластичный тяжёлый песчанистый слабозаторфованный | 2,68                                       | 1,06                                       | 1,528                  | <b>16,2</b>                          | 43,24                  | <b>3,3</b>             | 14                            | 0,015          |
| 9'''        | 1                       | Суглинок мягкопластичный тяжёлый песчанистый слабозаторфованный | 2,69                                       | 1,07                                       | 1,514                  | <b>15,2</b>                          | 45,12                  | <b>2,6</b>             | 15                            | 0,008          |

## ВЫВОДЫ

С точки зрения теории снижение жёсткости грунтов с примесями можно объяснить именно высокой пористостью и неоднородностью. Заторфованный грунт под нагрузкой будет разрушаться, процесс разрушения будет происходить мгновенно из-за резкого падения давления газа в порах [4].



**Рисунок 3.** Зависимость прочности грунта от пористости и состава.

Грунты, имеющие в своём составе органическое вещество, обладают более высокой пористостью и влажностью [2], что подтверждают исследования. Высокую влажность можно объяснить высоким содержанием связанной воды в торфах [5], а пористость низкой плотностью органических веществ (1,25–1,80 г/см<sup>3</sup>) [3]. Также взаимосвязь плотности и содержания гумуса, других органических веществ подтверждается исследованием Зинченко С.И. [6].

В целом можно установить следующую причинно-следственную связь: из-за наличия органического вещества возрастает влажность грунтов, т. к. вещества удерживают воду, и из-за повышенной влажности грунты теряют свою прочность. Стоит отметить, что именно высокая влажность негативно сказывается на деформационных свойствах грунта [7].

Грунты, имеющие органические вещества в своём составе, действительно имеют меньшую жёсткость, чем схожие по физическим параметрам грунты без примесей органического вещества. Это обуславливается высокой пористостью органических грунтов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов и др.; под общ. Ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. М.: Стройиздат, 1985. 480 с.
2. Грунтоведение: учебное пособие / В.В. Крамаренко; Томский политехнический университет // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 431 с.
3. Свойства слабых грунтов и методы их изучения / Л. С. Амарян // Москва: Недра, 1990. 219 с.
4. Грунтоведение / Трофимов В.Т., Королёв В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. // М.: Изд-во МГУ. 2005. 1024 с.
5. Специальные разделы механики грунтов и механики скальных грунтов: учеб. пособие / А.В. Машенко, А.Б. Пономарев, Е.Н. Сычкина // Пермь: Изд-во Перм. нац. мисслед. политехн. ун-та, 2014. 176 с.
6. Зинченко С. И. Характеристика отдельных физических и почвенно-гидрологических свойств метрового профиля серой лесной почвы // Владимирский земледелец. 2018. с. 2–5.
7. Boekel P.; Peerlkamp P.K./ Soil consistency as a factor determining the soil structure of clay soils. In: Netherlands Journal of Agriculture Science. 1956; Vol.4. pp.122–125.

## ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДНА КОТЛОВАНА

**Хабарова И.А.**

*- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрен и проанализирован этап земляных работ, связанный с разработкой дна котлована и его соответствующее геодезическое сопровождение. Отмечается, что данные работы состоят из расчета объема работ, проведения геодезической съемки, построения цифровой модели рельефа, процесса согласования полученных результатов и их контроля. Каждый из перечисленных этапов подробно проанализирован.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** земляные работы, геодезические изыскания, поверхность котлована, геодезическая съемка, исполнительная документация.

### **ВВЕДЕНИЕ.**

В России на сегодняшний день при выполнении земляных работ (далее – ЗР) активно применяются все современные подходы, необходимые для подобных работ. При этом под ЗР принято понимать строительные работы (их комплекс), который включает в себя процесс разработки грунта, его дальнейшее перемещение и осуществление последующей укладки в определенное место. При этом данные работы необходимо проводить для планировки территорий под предстоящую застройку, возведении из грунта инженерных сооружений и др.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.**

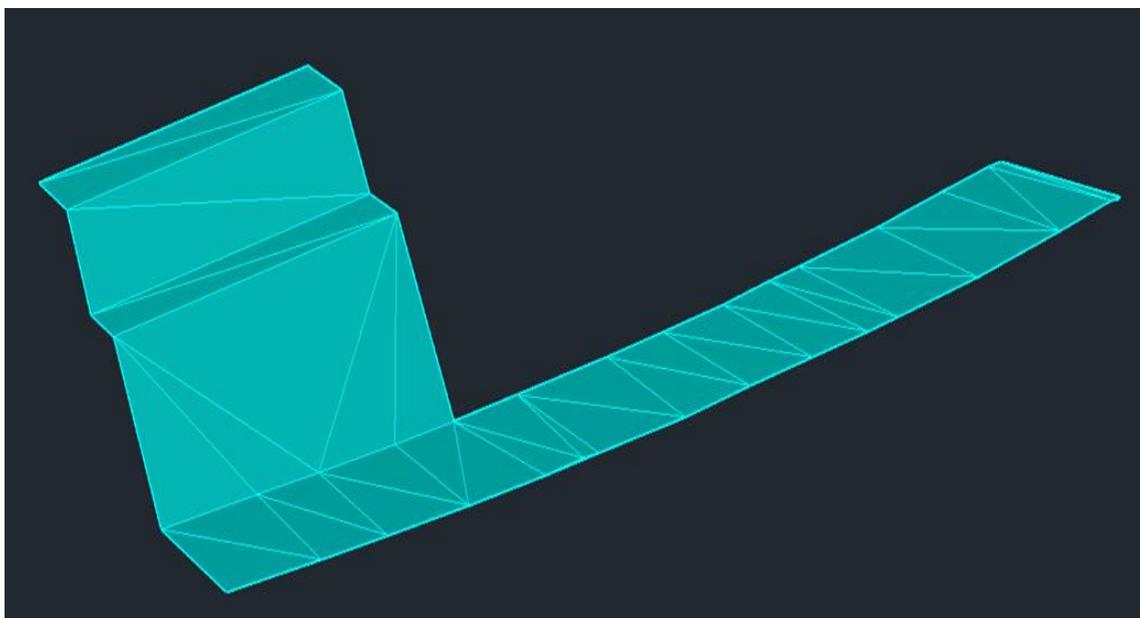
Данные работы состоят из предварительного осуществления расчета объема работ, проведения геодезической съемки (далее - ГС) и дальнейшего согласование между заинтересованными лицами изначальной и итоговой поверхностей котлована (далее – ПК), проведения фактических работ на объекте, дальнейшую подготовку исполнительной документации и др.

При этом, для составления сметы и плана производства работ необходимо выполнение предварительных расчетов земляных работ (далее – ЗР). Здесь следует отметить, что на данном этапе не проводится ГС и нет необходимости выезжать на местность. Используют проект на ЗР и составляют картограмму выемки грунта [1-4].

Необходимость проекта на ЗР обуславливается наличием в нем так называемой «черной» - изначальной и «красной», т. е. итоговой поверхности планируемого к разработке котлована. ГС «черной» ПК осуществляется до начала проведения работ всеми заинтересованными организациями (далее – ЗО). Уже после этого становится возможным проведение сравнения результатов съемки, их уточнение (в случае необходимости) и дальнейшее согласование

полученных результатов между уполномоченными представителями профильных организаций (далее – УПО). После этого происходит подготовка цифровой модель рельефа местности (далее – ЦМР), которая будет являться основой для расчета дальнейших объемов работ. Дополним, что исполнительная схема, подписываемая УПО, утверждает изначальную ПК (соответственно изменение «черной» поверхности после подписания исполнительной схемы недопустимо) [1-4].

Также следует отметить, что все ЗО проводят ГС промежуточной ПК в заранее определенный день. Проведенная съемка будет являться основанием дальнейшего формирования ЦМР. На рис. 1 приведен пример построения Цифровая модель итоговой ПК.



**Рисунок 1.** Цифровая модель итоговой ПК [4]

После этого за отчетный период будет вычислен объем выемки грунта. Для проведения подобного расчета применяют метод картограммы, суть которого заключается в сравнении объемов между поверхностями котлована. Затем необходимо сравнить и согласовать полученные данные о выемке между всеми УПО. Отметим, что исполнительная схема (подписанная УПО) утверждает объем сделанной выемки. Далее эта схема будет являться основой для составления необходимой сопроводительной документации, поэтому ее передают в планово-технический отдел [1-4].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Процесс (алгоритм) съемки промежуточной ПК схож с проведением ГС конечной ПК. Происходит сравнение проектных данных выемки объема всего котлована с их фактическими данными.

Если расхождения не выявлены, в таком случае происходит подписание и утверждение проектного объема. Если же они есть, тогда возникает необходимость обоснования причин

этих расхождений и уже после этого становится возможным проведение согласования их фактического объема.

Далее перейдем к контролю выполненных ЗР. Его суть состоит в том, что для обозначения зоны проведения ЗР необходимо вынести в натуру крайние поворотные точки (далее – ПТ) котлована, также необходимо закрепить на местности временные знаки, которые характеризуют положение откосов котлована. После этого проводится контроль за отметкой разработки котлована.

Итоговый этап (в соответствии с проектом и контролем, направленным на корректную планировку дна котлована) состоит в выносе в натуру ПТ траншей и приямков. И на данном этапе разливочный чертеж (который содержит всю необходимую информацию о местности и об их отметках) необходим для качественного и эффективного выполнения соответствующих работ.

## **ВЫВОДЫ**

Таким образом был последовательно рассмотрен и проанализирован этап ЗР, связанный с разработкой дна котлована и его геодезическое сопровождение.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Кодирова М. Б. к. Подготовка основания котлована для устройства фундаментов / М. Б. к. Кодирова // Студенческий форум. 2022. № 29–1(208). С. 27–28.
2. Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Крикунова А.А., Медзинов О.В. Организация и осуществление инженерно-геодезических изысканий при проектировании зданий и инфраструктурных объектов городских агломераций с помощью современного оборудования // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект)». 2022. № 2(15). С.154-159.
3. Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Телюкина Т.А., Бакаев И.В. Предложения по осуществлению геодезических изысканий при проведении земляных работ / Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Телюкина Т.А., Бакаев И.В. //Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 1 (30). С. 34–39.
4. Эминов М. Земляные работы в гражданском строительстве / М. Эминов, К. Комаков // Академическая публицистика. 2023. № 2–1. С. 45-47.

## ОСОБЕННОСТИ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА И ЛИТОГЕНЕЗА В НЕРОВНОСТЯХ ДНА ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ НА ПРИМЕРЕ ОПОЛЗНЕВОГО УЧАСТКА ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ

### **Орлова Н.А.**

- младший научный сотрудник, Институт Геоэкологии Е.М. Сергеева РАН, 101000, Москва, Уланский пер., д. 13, стр.2

### **Постоев Г.П.**

- главный научный сотрудник, доктор технических наук, Институт Геоэкологии Е.М. Сергеева РАН, 101000, Москва, Уланский пер., д. 13, стр.2

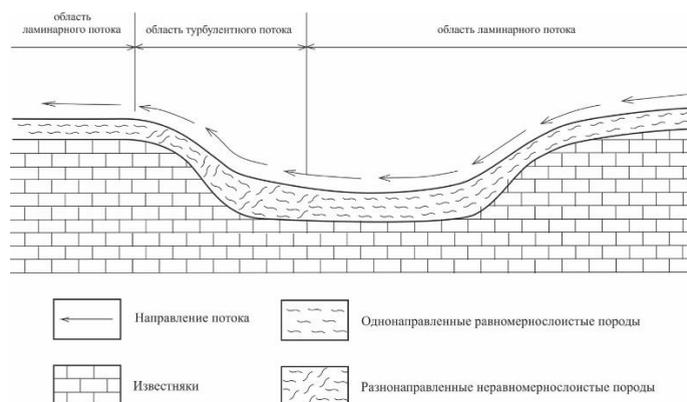
### **Казеев А. И.**

- ведущий научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук, Институт Геоэкологии Е.М. Сергеева РАН, 101000, Москва, Уланский пер., д. 13, стр.2

На примере оползневого участка Воробьевы горы проведена реконструкция формирования юрских осадков, залегающих несогласно на каменноугольных отложениях, которые заполняли размытую неровную поверхность [1], и с этой позиции рассмотрен механизм формирования оползней. Показана неоднородность литологического состава формирования особенностей осадконакопления в неровностях дна. Для понимания особенностей осадконакопления, рассмотрен вывод Ф.П. Шепарда о том, что в 35 % всех случаев изученных пересекающих шельф профилей впадин глубиной не менее 20 м условия осадконакопления и характер осадков резко меняются. Различные условия формирования глин, по которым развиваются поверхности скольжения также интересно рассмотреть с позиции формирования слоистости: в прибрежных условиях келловая по Л.В. Ботвинкиной [2] выделяется разнонаправленная попеременная веерообразная косая слоистость с клиновидным и перекрестным выделением границ, ассиметричная слоистость, с отложившимися слойками при разных условиях формирования (конусах выноса, дельтах, препятствиях и т. д.). В слойках и линзах встречается песок, супеси, суглинки. Однонаправленная, симметричная слоистость с параллельными границами свидетельствует о ровных условиях морских течений при ровной поверхности базиса эрозии без смены направления течения и прочих условиях, встречается на глубинах до 200 м. Встречающаяся в оксфорде волнистая слоистость является хорошим фаціальным признаком, говорящим об области слабых течений или волнений. Часто в слойках встречается обратно отсортированный материал от крупнозернистого до мелкозернистого.

Заполнение неровностей отложениями следующей генерации происходит плащеобразно, но с разными условиями формирования. Изменчивость гидродинамического режима и его контрастность определяет отложение различных текстур глин, степеней уплотнения и т. д. Так, при ламинарном режиме наблюдается равномерная слоистость глинистого материала, при турбулентном потоке текстура материала неяснослостая,

встречаются многочисленные линзы, могут наблюдаться включения привносного материала, происходит уплотнение грунта (рис. 1).



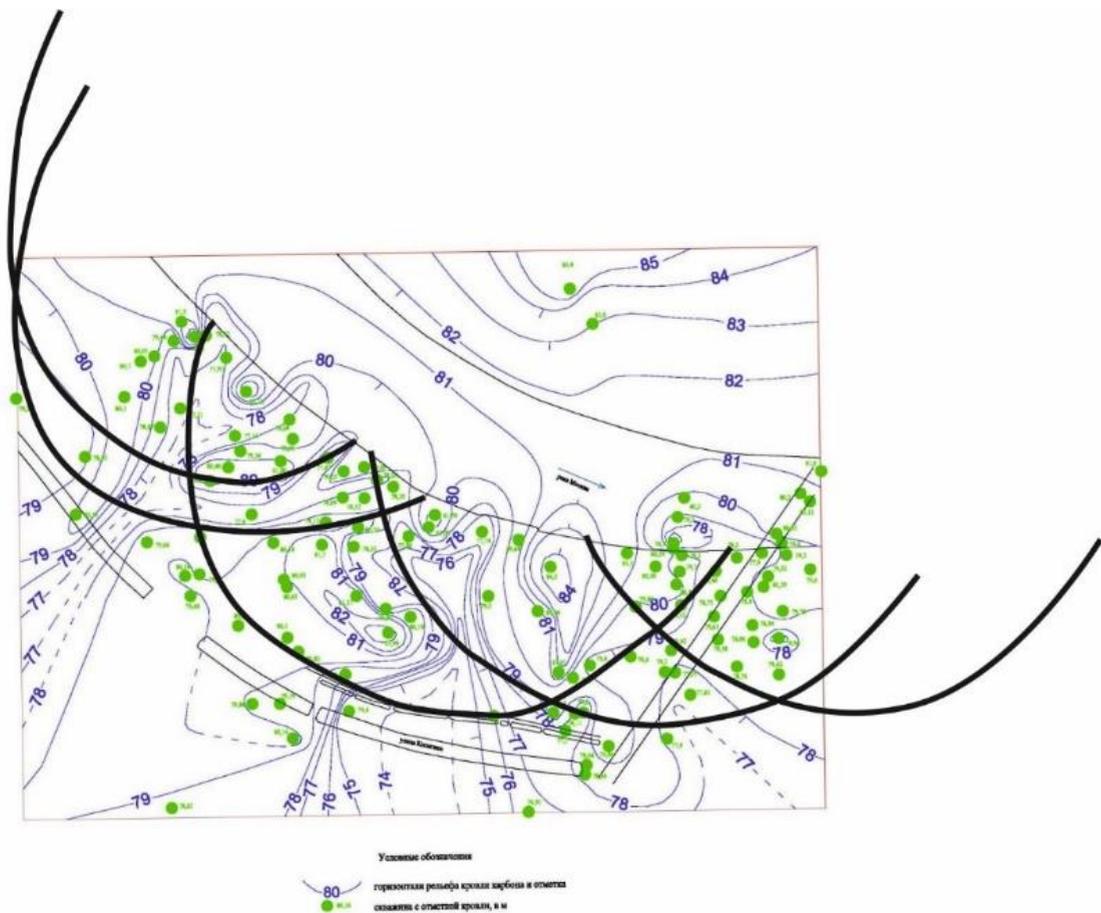
**Рисунок 1.** Схема формирования отложений при неровной поверхности

На примере оползневого участка Воробьевы горы рассмотрены закономерности подошвенной части юрских отложений, подстилающих поверхность скольжения оползней в различных частях подземного рельефа. Область выровненной поверхности отложения представлены глиной песчанистой, редкие включения щебня известняка и доломита, вблизи подошвы склонов скважинами вскрыты галька или гравий разной степени окатанности. В склоновой части возвышенностей - песок глинистый с большим содержанием гравия или гальки, редко – глинистый песок с маломощными слойками песка, или суглинок. Для вершин характерны обломки известняка, глина с крупной галькой, прослой глины алевритистой. Локальные понижения заполнены отложениями, представленными песком мощностью до 2,2 м, аргиллитоподобной глиной, или глиной с биотурбинной текстурой и ходами илоедов.

Механизм формирования глубоких оползней осуществляется по круглоцилиндрической поверхности, при этом центральная часть оползневого блока оседает и действует как клин по отношению к коренному массиву, по краям массива происходит разгрузка водоносного горизонта в виде родников. Начальные деформации массива до образования поверхности скольжения происходят по схеме сжатия в виде преимущественной осадки грунтовой толщи. При этом под весом покрывающих пластов (бытового давления) деформируется, раздавливается горизонт, структурная прочность грунта которого меньше действующего вертикального давления. В определенных условиях в слое, находящемся в состоянии запредельного гравитационного сжатия, горизонтальное распорное давление, возникшее от сжимающей нагрузки, не встречает адекватного реактивного противодействия со стороны склона (пригрузка на указанный слой от примыкающих к над оползневым уступом оползневых масс оказывается недостаточной). При этом возникают условия деформирования грунтов раздавливаемого горизонта в сторону склона. Происходит проседание и прогиб вышележащего массива, с образованием затем трещины закола и с отделением и оседанием по

крутой криволинейной поверхности скольжения нового оползневого блока в стадию основного смещения оползня.

На основании данных, полученных в ходе проведения инженерно-геологических изысканий, режимных наблюдений за оползневыми деформациями, геоморфологическим особенностям участка, выделено несколько оползневых блоков (рис.2), благодаря которым хорошо видно, что краевые части блоков размещаются в местах понижений, где формировались по установленным выше в данной статье данным песчаные или супесчаные грунты, по которым легко осуществляется движение воды. Таким образом, изучение подземного рельефа объясняет не только геологическое строение, но и механизм формирования оползней.



**Рисунок 2.** Схема поверхности каменноугольных отложений и границы современных оползневых блоков

## ЛИТЕРАТУРА

1. Орлова Н.А. Учет рельефа неровной кровли скальных грунтов и возможное их влияние на формирование оползней в дисперсных грунтах. // Разведка и охрана недр. 2022. № 4. С. 67–70.
2. Ботвинкина Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М.: Изд-во Наука, 1965. 263 с.

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ КАРСТОВЫЕ ФОРМЫ КАЙБИЦКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В РАМКАХ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ М-12 (7 ЭТАП)

**Герасимова С.С.**

- аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

**Научный руководитель: Лаврусевич А.А.**

- доктор геолого-минералогических наук, профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

### АННОТАЦИЯ

По результатам дешифрирования аэрофотоматериалов и материалов рекогносцировочного обследования коридора изысканий в рамках строительства автомобильной дороги М-12 (7 этап), были выявлены множественные поверхностные карстовые формы. На территории Кайбицкого района Республики Татарстан широко развит процесс карста. Множественные поверхностные карстовые формы образуют продолговатые вытянутые области. В рамках строительства автомобильной дороги М-12 (7 этап) при возведении тела насыпи будет нарушен естественный гидрогеологический режим, вследствие чего ускорится рост размеров существующих карстовых воронок, а также вырастет активность появления новых карстовых форм. Картирование поверхностных карстовых форм на территории района даст возможность полноценно оценить пораженность процессом.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** поверхностные карстово-суффозионные формы, карстовый провал, ГИС системы, отрицательные формы рельефа

### ВВЕДЕНИЕ

В пределах многих регионов Российской Федерации ведется активное хозяйственное освоение закарстованных территорий, в том числе в Республике Татарстан.

Строительство и эксплуатация зданий и сооружений различного назначения на участках развития карста всегда сопряжены с определенными рисками возникновения аварийных и катастрофических ситуаций. Возникновение таких ситуаций определяется возможностью обрушения грунта в подземные карстовые пустоты и, как следствие, образование провалов и пониженных форм рельефа на земной поверхности.

Объект исследования расположен в Кайбицком районе Республики Татарстан, строящаяся автомобильная дорога М-12 (7 этап).

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Карст – сложный геодинамический процесс, оказывающий влияние на все элементы литосферы. Его можно рассматривать как:

- геологический процесс (растворение породы, изменение ее состава, структуры, текстуры, образование новых минералов, осадочных пород и подземных ископаемых);

- гидрогеологический (формирование коллекторов подземных вод разного химического состава);
- геохимический (миграция химических элементов в системе порода – вода);
- геоморфологический (образование поверхностных и подземных форм рельефа);
- физико-географический (формирование особого типа ландшафтов);
- инженерно-геологический (приводящий к изменению прочностных свойств пород и устойчивости территорий).

Существует четыре условия развития карстового процесса по Соколов Д.С. (1962): наличие растворимых горных пород, водопроницаемость горных пород, наличие движущихся подземных вод и растворяющая способность поверхностных и подземных вод (агрессивность), обусловленная их химическим составом, температурой, присутствием газов (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), органических кислот и т. д.

В настоящее время развитие геоинформационного программного обеспечения и методов дистанционного зондирования Земли дает возможность наносить на цифровые модели рельефа огромный массив карстологических данных, а именно, карстовых форм, придавать им площадные и объемные характеристики для целей дешифрирования и последующего картирования поверхностных карстовых форм рельефа.

Для проведения анализа условий развития поверхностных карстовых форм за основные формы рельефа, распространенные на территории объекта исследования, принимаются карстовые воронки. На спутниковых снимках от Google и Яндекс, доступных для открытого использования, формы поверхностного карста, в частности карстовые воронки, опознаются без особого труда, так как выражаются в рельефе прямыми и косвенными признаками.



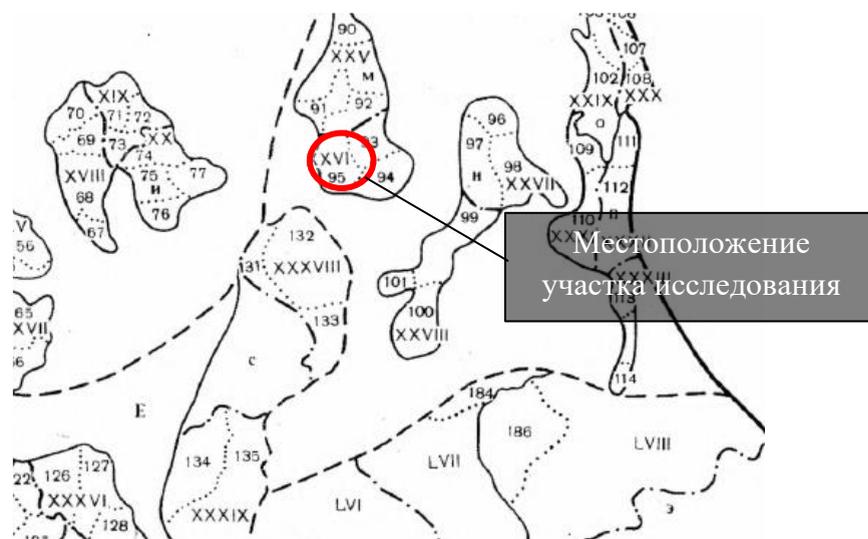
**Рисунок 1.** Пример анализа отрицательных форм рельефа на спутниковом снимке Google в программе NextGIS [<https://www.google.com>]

С помощью ГИС-программы NextGIS, имеющей открытый код, отрицательные формы рельефа были графически отображены на обзорных на спутниковом снимке,

демонстрирующем распределение воронок по поверхности Кайбицкого района и частично соседних районов Республики Татарстан, а также степени его поверхностной закарстованности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Объектом изучения являются закарстованные территории Кайбицкого и частично соседних районов Республики Татарстан, который принадлежит к Средневолжской карстовой провинции и относится к Приволжско-Нижнекамскому карстовому округу, который охватывает северо-восточную часть Приволжской возвышенности и нижнее течение Камы. В пределах округа выделяется три карстовых района: Мешский (93), Актайский (94) и Нижнесвияжский (95).



**Рисунок 2.** Схема районирования карста Русской равнины (по А. Г. Чикишеву) [1]

Нижнесвияжский карстовый район располагается в северо-восточной части Приволжской возвышенности. Карстующимися породами являются Верхнепермские известняки, доломиты и гипсы. Наиболее интенсивно процесс карста развит на Свяжском участке, который охватывает низовье р. Свияги и правобережье р. Волги.

В рамках оценки карстоопасности Кайбицкого района Республики Татарстан были произведены работы по дешифрированию космических открытых снимков Yandex и Google на предмет карстовых воронок по ряду прямых и косвенных признаков, фиксация их местоположения, а также корреляция их на основании маршрутных наблюдений в коридоре строящейся автомобильной дороги М-12 (7 этап). Всего было выделено 499 отрицательных форм рельефа.



**Рисунок 3.** Распределение отрицательных форм рельефа на спутниковом снимке Google в программе NextGIS

Карстовые воронки в Кайбицком районе Республики Татарстан чрезвычайно разнообразны по форме, размерам, времени, условиям и механизму образования, а также по своему современному состоянию.

Формы проявления карстового процесса бывают простые, состоящие из одной карстовой воронки, и сложные, возникающие в результате слияния двух и более карстовых форм.

Простые в плане чаще всего имеют вид круга. Они бывают также овальные, эллиптические и более сложной формы.

Сложные – из двух воронок в плане напоминают восьмерку. При слиянии трех и более воронок, в зависимости от взаимного расположения слившихся форм, котловины бывают кучные и вытянутые

Кучное расположение дает в плане котловину лопастной формы, которая постепенно превращается в овальную, эллиптическую и более сложную.

На рисунке 4 отображены поверхностные карстовые формы на ПК6474 строящейся автомобильной дороги М-12 (7 этап). Отчетливо выраженная на местности и на спутниковых изображениях воронка диаметром до 25–30 м и глубиной до 4–5 м. Крутизна бортов воронки – до 30-40°.



**Рисунок 4.** Корреляция отрицательных форм рельефа на спутниковом снимке Google на основании маршрутных наблюдений в коридоре строящейся автомобильной дороги М-12 (7 этап)

В геоморфологическом отношении большинство карстовых форм приурочено к эрозионно-денудационным склонам ранненеоплейстоценового-голоценового возраста и позднеоплейстоценовым надпойменным террасам (рисунок 5). Эрозионно-денудационные склоны сложены дочетвертичными породами, перекрыты чехлом элювиальных и делювиальных образований, мощность которого неравномерна по площади и возрастает вниз по склону. Склоны в большинстве случаев задернованные, участками залесенные и часто с выходами коренных пород. Поверхность склонов расчленена широкой сетью малых речных долин, оврагами и балками. Террасовые площадки имеют ровную поверхность, расчлененную реками и ручьями.



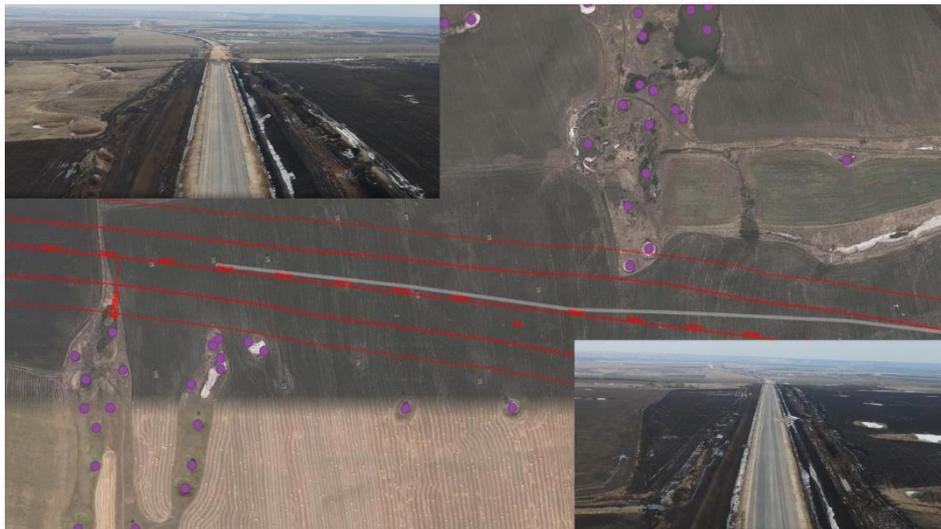
Аккумулятивный рельеф

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Голоценовая пойменная терраса ( $Q_0$ )                                  |
| 2 | Позднеоплейстоценовые первая и вторая надпойменные террасы ( $Q_{III}$ ) |

| Денудационный рельеф |   |
|----------------------|---|
| 8                    | Эрозионные склоны долин, развивающиеся в голоценовое время ( $Q_{II}$ )                             |
| 9                    | Эрозионно-денудационные склоны террас среднеоплейстоценового–голоценового возраста ( $Q_{II-III}$ ) |
| 10                   | Эрозионно-денудационные склоны раннеоплейстоценового–голоценового возраста ( $Q_{I-II}$ )           |
| 11                   | Эоплейстоценовая поверхность выравнивания с абсолютными высотами 150–180 м ( $Q_E$ )                |
| 12                   | Плиоценовая поверхность выравнивания с отметками высот 180–200 м ( $N_2$ )                          |

**Рисунок 5.** Геоморфологическая карта с распределенными отрицательными формами рельефа.

При регулярном осмотре трассы посредством беспилотных летательных аппаратов, можно отметить широкое развитие карстовых процессов в Кайбицком районе Республики Татарстан (рисунок 6). Особенно актуальны визуальные наблюдения на ПК6470-6490, где автомобильное полотно строящейся дороги М-12 пересекает серию карстовых форм рельефа с юга на север. Формы воронок в основном простой круглой и эллиптической формы, но в ряде случаев, сливающихся, образуя лопастные формы.



**Рисунок 6.** Распределение отрицательных форм рельефа на спутниковом снимке Google в программе NextGIS в районе ПК6470-6490.

При детальном анализе аэрофотоматериалов и отображением на них карстовых поверхностных форм можно сделать вывод, что это единое карстовое поле.

## ВЫВОДЫ

По результатам анализа имеющихся материалов, прослеживается явная тенденция к развитию процесса карста в верхнепермских отложениях татарского яруса. Границы и ареолы карстовых форм из года в год увеличиваются, вследствие чего растет пораженность процессом Кайбицкого района. Принимая во внимание все вышесказанное стоит продолжить изучение и картирование поверхностных карстовых форм Кайбицкого района, в том числе в рамках строительства М-12, так как строительство автомобильных дорог приводит к изменению

гидрогеологического режима территории, вследствие чего может расти скорость растворения горных пород и последующие поверхностные проявления в виде новых карстовых форм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чикишев А.Г. Карст Русской равнины // М.: Издательство «Наука», 1978. 196 с.
2. Максимович Г. А. Методы изучения карста / Ученые записки Молотовского государственного университета им. А. М. Горького. Пермь. 1956. Том 10. Вып. 2. С. 19–36.
3. Толмачев В. В. Троицкий Г. М. Хоменко В. П. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий. М: Стройиздат, 1986. 176 с.
4. Миртова И. А. Учебное пособие по курсу «Дешифрирование снимков». Изучение динамики природных процессов и объектов по аэро- и космическим снимкам // М., МГУГиК, 2006. 77 с.
5. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Том II / Ученые записки Молотовского государственного университета им. А. М. Горького. Пермь. 1956. Том 10. Вып. 2. С. 19–36.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕЛА В УСЛОВИЯХ АГРОМЕЛИОРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВЫВЕДЕННОЙ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СОВХОЗА КРАСНООКТЯБРЬСКИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Герасимов А.Ю.**

- аспирант, *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

**Научный руководитель: Лаврусевич А.А.**

- доктор геолого-минералогических наук, профессор, *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

### **АННОТАЦИЯ**

Исследования, направленные на формирование гипотезы образования современных техногенных просадочных отложений в условиях агромелиорации и аридного климата.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** современные техногенные отложения агромелиоративных тел, техногенные факторы развития просадочных грунтов, рисовая оросительная система, стратифицированные природно-техногенные геологические тела.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Объектом исследования являются связные дисперсные грунты, сформировавшиеся на территориях, выведенных из эксплуатации рисовых чеков, где за период эксплуатации в основании чеков образовались современные техногенные просадочные грунты, связанные с изменением гидрогеологических условий участка исследования в среде аридного климата, а также многокомпонентностью агромелиоративной системы.

Практический интерес исследования грунтов заключается, в том, что при строительстве транспортной инфраструктуры или иных сооружений, зданий, коммуникаций на недействующих, выведенных из эксплуатации рисовых оросительных системах Краснодарского края, был проигнорирован тот факт, что процесс образования просадочных грунтов в условиях активного почвенного выветривания, изменения гидрогеологического режима подземных и поверхностных вод, химического состава подземных и поверхностных вод, а также существенного преобладания количества испаряемой с поверхности земли влаги над количеством выпадающих осадков, протекает значительно быстрее, чем в природных системах грунтов. Современные просадочные грунты можно отнести к техногенным телам, образовавшимся в условиях агромелиорации участка исследования, и относится к стратифицированному природно-техногенному агромелиоративному геологическому телу.

Участок проектируемой автомобильной дороги ПК 985 – ПК 1043 проходит по участку рисовой оросительной системы, выведенной из эксплуатации. Мелиоративная рисовая система была построена в 1970 годах. С момента её ввода в эксплуатацию она встала на баланс АО «Кубаньмелиоводхоз». Капитального ремонта каналов и рисовых чеков с момента ввода в

эксплуатацию не проводилось. Данная мелиоративная система относится к IV классу гидротехнических сооружений. На момент производства инженерно-геологических изысканий рисовые чеки на ПК 985-ПК 1043 не действовали более 25 лет и были выведены из эксплуатации.

Среди особенностей рисовых почвогрунтов стоит отметить антропогенную преобразованность их профиля. В процессе строительства рисовых систем проводились капитальные планировки, сопровождавшиеся перемещением значительных масс почвогрунтов. Срезка массивов почв, в т. ч. плодородных, и грунтов естественного залегания на повышениях и засыпка понижений в процессе нивелировки поверхности существенно изменили исходное морфологическое строение большинства почв. Строительство рисовых систем сnivelировало естественные элементы мезо- и микрорельефа. Однако элементы макрорельефа в определенной мере сохранились: плоские обширные депрессии сохранили свои минимальные отметки местности, а на местах прирусловых валов-ериков выявляются наиболее высокие чеки. Обычно выделяются следующие категории чеков, высотное различие которых составляет 0,25–0,5м: высокие, средневысокие, средние, низкие и очень низкие чеки. Совхоз Краснооктябрьский расположен вдоль главного оросительного канала, вследствие чего чеки Краснооктябрьского относятся к высоким [1].

Климат Кубано-Приазовской низменности умеренно континентальный, с недостаточным увлажнением. Здесь преобладает теплая и солнечная погода. Осадки выпадают преимущественно в виде дождей. Даже зимой идут чаще дожди, чем снег. Общего количества осадков достаточно для нормального увлажнения большей части низменности, но они распределяются по месяцам очень неравномерно, и поэтому летом при господстве восточных ветров часто бывают засухи.

Участок исследования относится к аллювиальной гипотезе образования лёссовых пород. В силу значительного изменения гидрогеологического режима, химических свойств грунтовых и поверхностных вод, при непосредственном участии климатических особенностей участка исследования, а также объемно-планировочных решениях при создании рисовой оросительной системы, все это в совокупности факторов, преобразовало верхнюю часть разреза аллювиальных отложений в так называемую подсушенную «корку» в основании чаш рисовых чеков, оросительных каналов и грунтов природного сложения. Данные грунты необходимо стратифицировать, как природно-техногенные агро-мелиоративные геологические тела. Стоит отметить, что при создании рисовой оросительной системы, аллювиальные суглинистые грунты основания уплотнялись, что привело к серьезному нарушению, а местами и к полному отсутствию дренирования поверхностных вод и первого от поверхности четвертичного аллювиального водоносного горизонта в рисовых чеках и в основании каналов. Также интересен тот факт, что ареалы по мощности развития просадочных свойств грунтов

схожи в интервале ПК 985 – ПК 1043 строящейся автомобильной дороги А-289. Ареалы просадочности суглинистых грунтов носят островной характер, а не выдержанный по простиранию залеганию грунтов в основании рисовых чеков. Просадочные грунты слагают основание рисовой оросительной системы, что подтверждает их структурное образование в рамках строительства и эксплуатации агроелиосистем.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Рисовая оросительная система на ПК 985 - ПК 1043 не действует с 1996 г, так как земляные валы требовали капитального ремонта и были выведены из эксплуатации посредством отключения от общей оросительной системы. С 1996 по 2000 год производились работы по капитальному ремонту валов, которые так и не завершились вводом в эксплуатацию рисовых чеков. Далее данные территории использовались для выращивания суходольных культур, которые привели к уменьшению природной влажности нижележащих глинистых грунтов. В период с 2000 по 2023 год данные грунты в условиях аридного климата, а также присутствующего перекрывающего с дневной поверхности связанного почвенно-растительного слоя привело к образованию зоны грунтов с недостаточным увлажнением. Вследствие этого за промежуток времени более 25 лет под воздействием внешних и внутренних протекающих процессов в массиве связных грунтов образовались карбонатные скелеты остатков органических веществ. Стоит отметить, что при исследовании грунтов с 2019 года по 2021 год природная влажность просадочных грунтов после снятия почвенно-растительного слоя увеличилась в 2 раза с 10,3-11,3 % на ПК 995 и ПК 1027 (2019 год, глубины 1,3-1,7 м) и до 21,2-21,6 % (2021 год, глубины 1,3-1,7 м).

Наибольшее значение имеют не климатические, а физико-химические условия, определяющиеся составом вмещающих вод и поровых растворов в грунтах [2]. Современные техногенные глинистые грунты образовались в условиях аридного климата, вследствие чего среда их формирования щелочная. Результаты  $pH=7,4$  современных техногенных глинистых отложений подтверждают вышесказанное.

Современные техногенные геологические тела, образованные в результате агрохозяйственной деятельности в границах Совхоза Краснооктябрьский несут негативный эффект в будущем. Стоит отметить, что у плодородных земель Краснодарского края огромный сельскохозяйственный потенциал, а с учетом настоящей геополитической обстановки в мире данные земли в обозримом будущем будут вновь задействованы для выращивания сельскохозяйственных культур. Ориентировочная площадь поражения процессом просадочности на левобережной стороне Совхоза Краснооктябрьский составляет 1676 Га. Общая площадь Совхоза составляла более 4000 Га. При строительстве автомобильной дороги А-289 будет выведено из обращения порядка 154 Га недействующей рисовой оросительной

системы. Вследствие чего современные техногенные геологические тела продолжают свое структурное образование.

В рамках строительства рисовой оросительной системы в 60-70-х годах агрономы и мелиораторы не заботились о последствиях строительства подобного рода больших земляных гидротехнических сооружений. Рисовая оросительная система давала рекордные показатели сбора урожая, по этой причине исследования ученых и агрономов совхозов были направлены на повышение урожайности и снижение засоления почв, влияющих на них. Полученные результаты лабораторных исследований показателя засоленности  $D_{sal}$  показали, что грунты засолены. Процесс рассоления почв не проходил на участке исследования более 25 лет. Вследствие чего агрессивные к карбонатам сульфаты преобразовали структуру грунтов. Также стоит отметить, что предварительно грунты, слагающие основание недействующей рисовой оросительной системы бы уплотнены, с целью предотвращения утечек воды. Современная дельта реки Кубани является естественным аккумулятором солей, что привело к широкому распространению засоленных почв в данном регионе. Это предопределило сооружение рисовых оросительных систем (РОС) в Краснодарском крае, поскольку рис является фитомелиорантом для засоленных почв и важнейшей продовольственной зерновой культурой [3].

Стоит отметить, что при анализе всех совокупностей процессов и факторов на участке исследования, повторно использовать данные грунты, без замещения или дополнительного уплотнения использовать не рекомендуется. Почвы, как и подстилающие грунты засолены.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что побочные аспекты антропогенной деятельности, которые приводят к образованию техногенных тел очень часто, не осознаются в полной мере последствия этих действий, в частности, их экологическую и геологическую опасность. Граница между целенаправленным формированием техногенных тел и их образованием как побочного продукта весьма условна.

Основными механизмами образования современных техногенных геологических тел на участке исследования в границах Совхоза Краснооктябрьский являются [4]:

Механическая трансформация техногенных тел, которая заключается в изменении формы (границ) их залегания, а также разрушении текстуры. На участке исследования это произошло при целенаправленном изменении рельефа и последующем уплотнении массивов грунтов, а также повторных ремонтов земляных сооружений рисовой оросительной системы.

Физическая трансформация техногенных тел, которая включает в себя изменение их температурного режима, плотности и влагосодержания (фазового состояния). Эти процессы также могут происходить как самопроизвольно, так и при участии человека.

На участке исследования в границах Совхоза Краснооктябрьский происходила частично контролируемая человеком физическая трансформация техногенных тел. Так при сезонном

затоплении территорий происходили неконтролируемые физико-химические процессы в грунтах и грунтовых водах на данном участке, которые включали в себя привнос в массивы грунтов техногенных тел различных частиц и компонентов, а также вынос пылеватой фракции грунтов и других компонентов. После вывода из эксплуатации рисовых чеков изменился температурный режим грунтов.

Химическая трансформация техногенных тел, которая заключается в изменяющемся составе слагающих их веществ.

На участке исследования это произошло двухфакторно. Первый признак химической трансформации современных техногенных геологических тел – это показатели засоления грунтов, которые классифицируют их как засоленные. Засоление сульфатное, вследствие чего карбонатные структурные связи в массиве грунтов были нарушены и замещены. Вторым признаком химической трансформации современных техногенных геологических тел является нарушение окислительно-восстановительных процессов, протекающих в грунтах и почвах рисовой оросительной системы. В период эксплуатации рисовой оросительной системы окислительно-восстановительные процессы в грунтах замедлялись в период с апреля по октябрь (спущена вода с гидроузлов). На протяжении более четверти века на участке исследования рисовая оросительная система не действует, вследствие чего окислительно-восстановительные процессы ускорились и приобрели полностью неконтролируемый. В теплый период года, с мая по сентябрь, на рисовых полях искусственно создается болотный режим [5].

По происхождению современные техногенные геологические тела на участке исследования следует отнести к организованным, так как основные преобразования структуры и текстуры геологических тел произошли в результате ведения рисового хозяйства и последующего выведения земель из обращения.

По характеру размещения современные техногенные геологические тела участка исследования можно разделить на поверхностные и подповерхностные (захороненные) в силу глубины залегания.

По источнику возникновения современные техногенные геологические тела участка исследования относятся к агротехническому.

Агротехнические тела формируются в процессе переработки почв и грунтов для выращивания сельскохозяйственных культур, а также в ходе их последующей, как правило, многолетней обработки.

Структура современных техногенных геологических тел на участке исследования гомогенная, относительно однородная по всему объему.

Классифицировать современные техногенные геологические тела на участке исследования можно также по характеру пространственного распределения объема. На

участке исследования в границах левобережной части Совхоза Краснооктябрьский ареолы просадочных грунтов являются целостными и отдельными, т. е. формирующиеся как несколько близкорасположенных, но отделенных друга от друга крупных тел, которые можно рассматривать как единый объект геологической среды.

## **ВЫВОДЫ**

По совокупности факторов оценки современные техногенные геологические тела имеют широкие границы распространения на участке исследования, в том числе в качестве агротехнических объектов. Территории, на которых образуются техногенные тела малоизучены, а при настоящих темпах урбанизации земель и повторного ввода участков, брошенных хозяйств требуют детального исследования и соответствующих рекомендаций по последующей эксплуатации земель.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Осипов А.В. Изменение свойств и солевого режима рисовых почв современной дельты реки Кубани: монография / А. В. Осипов; под общ. ред. В. Н. Слюсарева // Краснодар: КубГАУ, 2016. 131 с.
2. Осипов В.И., Соколов В.Н. Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств // М.: ГЕОС, 2013. 576 с.
3. Тюремнов С. И. Краткий очерк природных условий сельского хозяйства Кубанского округа / С. И. Тюремнов. // Краснодар, 1926. 48 с.
4. Суздалева А.Л. Вторая геология – наука о техногенных телах литосферы: монография // М.: РадиоСофт, 2022. 584 с.
5. Влияние рисосеяния на физико-химические свойства солонцовых почв Северного Кавказа/ В. П. Бобков, Е. Н. Будько, И. А. Королёв // Мелиорация солонцов. М., 1972. Ч. 2. С. 349–360.

## УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД НА ГОРОДСКИХ СООРУЖЕНИЯХ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

**Залякаев М.В.**

*студент 4 курс, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

**Озерова Н.В.**

*кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

**Королев И.В.**

*кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена проблема количественного определения выбросов парниковых газов (метана) на городских очистных сооружениях, рассчитаны выбросы метана в пересчете на углеродный эквивалент

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** углеродный след, городские очистные сооружения, закись азота, метан.

### ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 1 января 2023 года организации и предприятия, хозяйственная деятельность которых сопровождается выбросами парниковых газов, масса которых эквивалентна 150 тысяч тонн углекислого газа в год обязаны представлять отчёты об этих выбросах [1].

Указ президента РФ «О сокращении выбросов парниковых газов» предполагает стимулирование компаний к внедрению низкоуглеродных политик [2, 3].

В современных условиях на городских очистных сооружениях (ГОС) по очистке сточных вод необходимо идентифицировать технологические операции, являющиеся источниками парниковых газов, рассчитать количество их выбросов и разработать мероприятия по снижению их эмиссии.

Основными источниками эмиссии парниковых газов на (ГОС) по очистке сточных вод являются следующие аппараты очистки: решётки, приёмные камеры, отстойники, песколовки, илоуплотнители, аэротенки.

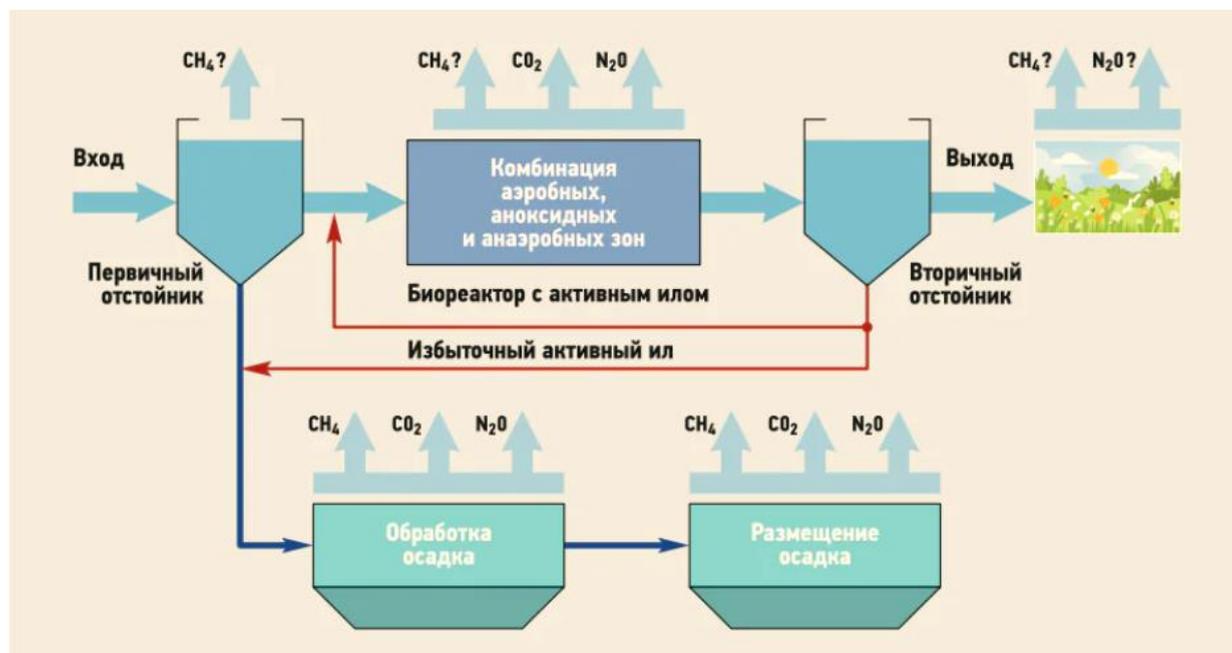
На ГОС образуются следующие парниковые газы:

- метан, образующийся в результате анаэробных процессов в первичных отстойниках, обезвоживания и уплотнения осадка на иловых площадках, дислокации осадка на полигонах, утечки при сбрасывании осадка в метантенках;

- закись азота — в процессах нитрификации и денитрификации.

На выбросы парниковых газов большое влияние оказывают технологические параметры очистных сооружений и общие условия эксплуатации системы. Увеличение мощности очистных систем может снизить выбросы парниковых газов, таких как  $\text{CO}_2$  и метан.

Рисунок 1 демонстрирует источники выбросов парниковых газов на ГОС [4].



**Рисунок 1.** Эмиссия парниковых газов на сооружениях биологической очистки сточных вод [4]

Количество выбросов парниковых газов в значительной степени зависит от технологических параметров очистных сооружений и условий эксплуатации системы в целом. Повышение эффективности системы очистки может привести к снижению эмиссии парниковых газов, таких как  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ .

На рис. 1 в общем виде продемонстрирована наиболее распространённая схема биологической очистки сточных вод, применяемая на российских (ГОС). Биореактор с активным илом является либо простым аэротенком, либо, в зависимости от поставленной задачи биологического удаления соединений азота и фосфора, комбинацией анаэробных, аноксидных и аэробных зон.

Первичный отстойник может являться источником выбросов метана в том случае, если осадок долгое время не выгружается и подвергается разложению анаэробным способом. Биореактор, как правило, источником метана не является, поскольку ил циркулирует между различными зонами, и время его пребывания в анаэробной зоне незначительно. Образование метана в биореакторе с активным илом служит признаком перегрузки очистных сооружений и образования застойных зон, где происходит загнивание активного ила. Закись азота в реакторе образуется в процессах нитрификации и денитрификации. Основными источниками образования метана являются процессы обработки и размещения осадка.

Анаэробная стабилизация жидких отходов с помощью мешалки и поддержания постоянной температуры процесса может снизить выбросы парниковых газов. Выделяют две температурные зоны: мезофильная (33-38°C) термофильная (50-55°C). Время выдержки составляет 12–30 дней для мезофильной и 6–12 дней для термофильной температур. Обработанный осадок выгружается из метантенка самотеком.

#### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В качестве объекта данного исследования был рассмотрен АО «Альметьевск-Водоканал». В процессе очистки сточных вод через Альметьевские очистные сооружения канализации пропускаются порядка 31,5 тыс. куб. м<sup>3</sup>/сутки. Удельный расход электрической энергии на 1 м<sup>3</sup> при транспортировке сточных вод за год составляет более 0,18 кВт·ч, а при очистке сточных вод за год - 0,37 кВт·ч. Общий расход электрической энергии на очистку и транспортировку за год составляет более 5,5 млн кВт·ч. При расчёте выбросов углекислого газа учитывалась покупаемая электроэнергия, с учётом данных, что на электростанциях, работающих на природном газе 1 кВт·ч = 400 г СО<sub>2экв</sub>.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе проведённых расчетов масса органически разлагаемых веществ в системах очистки бытовых сточных водах АО «Альметьевск-Водоканал» составляет 1,3 тыс. т/год.

В результате исследования выяснено, что для АО «Альметьевск-Водоканал» выбросы метана за год составляют более 3,7 тыс. т в пересчете углеродный эквивалент.

#### ВЫВОДЫ

Для уменьшения углеродного следа очистных сооружений необходимо:

- 1) регулярно очищать отстойники и другие сооружения очистки от осадка для предотвращения возникновения зон застоя и выделения метана в атмосферный воздух;
- 2) поддерживать необходимый уровень кислорода в очистных сооружениях для эффективной жизнедеятельности бактерий;
- 3) перекрытие наиболее сильно выделяющих дурнопахнущие вещества открытых поверхностей очистных сооружений;

Накрывание первичных отстойников полиэтиленом является одним из методов снижения выбросов парниковых газов. При этом процессе на поверхность отстойника натягивается полиэтиленовая пленка, которая полностью покрывает поверхность воды и создает закрытую среду. Это приводит к уменьшению количества доступного кислорода, тем самым снижая скорость декомпозиции органических материалов и уменьшая выбросы парниковых газов.

В среднем, эффективность накрывания первичных отстойников полиэтиленом может достигать до 90% снижения выбросов парниковых газов. Однако, точное значение зависит от

нескольких факторов, таких как размер и глубина отстойника, состав присутствующих в сточных водах органических материалов, температура окружающей среды и другие.

В сфере энергосбережения возможна установка воздуходувок с частотными преобразователями и внедрение системы автоматического контроля и регулирования кислорода в аэротенке, что способствует снижению энергозатрат.

Воздуходувки с частотными преобразователями позволяют регулировать поток воздуха в зависимости от реальной потребности. Снижение потока воздуха при этом не влияет на качество очистки сточных вод, так как система автоматически регулирует скорость реагирования бактерий на среду. Экономия электроэнергии, которая возможна при внедрении этого решения, может достигать 30 %.

### ЛИТЕРАТУРА

Федеральный закон от 2 июля 2021 г. № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».

1. Указ Президента Российской Федерации от 4 ноября 2020 г. N 666 «О сокращении выбросов парниковых газов».
2. Королев, И. В. Декарбонизация энергетики с учетом устойчивого развития / И. В. Королев, Д. А. Бурдюков, Е. Г. Антоненко // Энергосбережение - теория и практика: Труды Одиннадцатой Всероссийской конференции с Международным участием, Москва, 10–14 октября 2022 года. Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Центр полиграфических услуг " РАДУГА", 2022. С. 337–342.
3. Приходько Л.Н., Гриненко С.В. Эмиссия газов в воздушный бассейн из канализационных очистных сооружений: электрон. журнал, СОК, 2022. № 11. С. 26–27. URL.: <https://www.c-o-k.ru/articles/emissiya-gazov-v-vozdushnyy-basseyn-iz-kanalizacionnyh-ochistnyh-stanciy> (Дата обращения 09.05.2023).

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА И РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Горьков Р.Д.**

- магистрант, Национальный исследовательский университет «МЭИ» 111250, Россия, г. Москва ул. Красноказарменная, д. 14

**Научный руководитель: Озерова Н.В.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ» 111250, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассматривается оценка рисков для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха промышленным предприятием стройиндустрии. В статье произведен расчет экологического ущерба по двум методикам. Проведен сравнительный анализ рассмотренных методик.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атмосферный воздух, расчет экологического ущерба, оценка рисков для здоровья населения.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В 2019 году было проведено исследование, в котором анализировалось влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения. Оно показало, что загрязнение воздуха является причиной около 12% всех смертей в том году и четвертым наиболее важным фактором риска повышения заболеваемости и смертности населения. Результаты последних исследований подтверждают, что даже небольшие уровни загрязнения воздуха могут иметь вредные последствия для здоровья и что нет безопасного уровня воздействия PM<sub>2.5</sub> [1].

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Нами был проведен анализ влияния выбрасываемых загрязняющих веществ в процессе работы предприятия на организм человека (табл. 1) [2,6].

Был рассчитан экологический ущерб, полученный атмосферным воздухом в ходе отказа очистных сооружений промышленного предприятия стройиндустрии.

Расчёт экологического ущерба производился по двум методикам:

**1. Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды 2021г. [3].**

**2. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба 1999г. [4].**

При расчете экологического ущерба по методике исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды, рекомендуется использовать формулу расчета:

$$B_{OHMY} = \sum_{i=1}^n (H_i \cdot M_i \cdot K_{IH} \cdot K_{охр}) \quad (1)$$

**Таблица 1.** Анализ выбрасываемых загрязняющих веществ с предприятия и их влияние на организм человека [2].

| Загрязняющее вещество | Эффект воздействия  |
|-----------------------|---|
| Углерод оксид         | Процентное изменение содержания карбоксигемоглобина в крови   |
|                       | Изменение частоты приступов у некурящих больных стенокардией в возрасте 35–37 лет, процентное уменьшение продолжительности межприступного периода |
|                       | Частота госпитализации и/или обращаемости по поводу заболеваний сердца (в возрасте 65 лет и более)  |
| Азот диоксид          | Увеличение частоты случаев появления симптомов со стороны верхних дыхательных путей у детей   |
|                       | Увеличение продолжительности периодов обострения заболеваний верхних дыхательных путей у детей  |
|                       | Увеличение частоты заболеваний нижних дыхательных путей у детей   |
| Сера диоксид          | Дополнительная смертность   |
|                       | Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний   |
|                       | Смертность от заболеваний органов дыхания   |
|                       | Увеличение госпитализации и/или обращаемости за скорой медицинской помощью по поводу респираторных заболеваний лиц в возрасте 65 лет и более      |
|                       | Увеличение числа приступов астмы у астматиков   |

Также при проведении расчёта примем следующие допущения:

1. Время работы предприятия при отказе очистных сооружений неизвестно, условно возьмем одни сутки, то есть 24 часа.
2. Эффективность очистки примем 96 %.
3. Выбросы для данного предприятия соответствуют нормативам допустимых выбросов.
4. Фактическая величина  $i$ -го выброса загрязняющего вещества в атмосферный воздух  $O_{fi}$  рассчитывается как масса выбросов за год в тоннах, поделенная на 365 дней, соответственно получается масса выброса за один день в тоннах.
5. Коэффициент особой охраны  $K_{охр}$  примем за 2, так как предприятие находится на Крымском полуострове.

Такса для исчисления размера вреда  $H_i$  определяется согласно приложению А данной методики для каждого загрязняющего вещества [2].

При расчёте массы выброса  $i$ -го загрязняющего вещества, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды, в период отсутствия НМУ, рассчитывается коэффициент перевода из граммов в тонны и из секунд в часы, так как все данные уже переведены, тогда формула примет вид:

$$M_i = (O_{\phi i} - O_{HBi}) \cdot T_i \quad (2)$$

Данные для расчета были взяты из программно-технического обеспечения учета объектов негативного воздействия на окружающую среду [6].

В таблице 2 приведены результаты расчета по некоторым загрязняющим веществам.

**Таблица 2.** Результаты расчета экологического ущерба по методике исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды на 2021 г.

| Наименование ЗВ                 | $H_i$ . | 96% от массы, т/раб. день | $K_{инн}$ | $K_{охр}$ | Ущерб, руб. |
|---------------------------------|---------|---------------------------|-----------|-----------|-------------|
| 1                               | 2       | 3                         | 4         | 5         | 5           |
| Азота диоксид (Азот (IV) оксид) | 64289   | 2,66400361                | 1,0067    | 2         | 4053479,184 |
| Углерод оксид                   | 64289   | 1,234152894               | 1,0067    | 2         | 1877855,213 |
| Сера диоксид                    | 110723  | 2,637980249               | 1,0067    | 2         | 6912988,774 |

Общий экологический ущерб по всем выбрасываемым веществам с промышленного предприятия составил 25728157,91 руб.

Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба 1999г. при расчете экологического ущерба, полученного атмосферным воздухом, рекомендует использовать формулу расчета [3]:

$$Y_{npr}^a = Y_{удрj}^a \cdot \sum_{j=1}^N M_{nr}^a \cdot K_{\rho}^a \quad (3)$$

Так как промышленное предприятие находится на Крымском полуострове, то показатель удельного ущерба атмосферному воздуху  $Y_{удрj}$  примем соответственно 68,7.

Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха  $K_{\rho}^a$  принимается для Северо-Кавказского экономического района равным 1,6.

Массу выбросов берем с учетом таких допущений как:

1. Предприятия работает при отказе очистных сооружений одни сутки, то есть 24 часа.

2. Предприятие выбрасывает загрязняющих веществ во время поломки очистных сооружений на 96 процентов больше, чем при нормальной работе.

3. Так как методика была выпущена в 1999 г., то нужно учитывать коэффициент индексации цен Кинд.

Результаты расчета приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Результаты расчета экологического ущерба по Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба 1999 г.

| Наименование ЗВ                 | У <sub>удг</sub> | Мпр <sup>а</sup> | К <sub>з</sub> <sup>а</sup> | Кинд | Ущерб, руб. |
|---------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|------|-------------|
| 1                               | 2                | 3                | 4                           | 5    | 6           |
| Азота диоксид (Азот (IV) оксид) | 68,7             | 2,66400361       | 1,6                         | 9,51 | 2784787,402 |
| Углерод оксид                   | 68,7             | 1,234152894      | 1,6                         | 9,51 | 1290108,399 |
| Сера диоксид                    | 68,7             | 2,637980249      | 1,6                         | 9,51 | 2757584,163 |

Общий экологический ущерб по всем выбрасываемым веществам с промышленного предприятия составил 8898841,933 руб.

## ВЫВОДЫ

Результатом расчетов стал общий экологический ущерб:

**1. По методике исчисления вреда, причинённого атмосферному воздуху, он составил 25728157,91 рублей.**

**2. По временной методике определения предотвращенного ущерба он составил 8898841,933 рубля.**

Данная разница объясняется тем, что первая методика, по которой производился расчет направлена именно на расчет ущерба, полученного атмосферным воздухом, вторая же методика объединяет расчет по всем видам природных ресурсов. Также во второй методике проводился укрупнённый расчет, то есть не учитывались ставки опасности вещества, выбрасываемого в атмосферу. Несмотря на разницу в подходах представленные методики позволяют оценить риски для жизни и здоровья людей Крымского полуострова в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный источник] /URL [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920–04 [Электронный источник] / URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=85628> (дата обращения 8.03.2023).

3. Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды. [Электронный источник] / URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536168> (дата обращения 7.03.2023).
4. Временная методика определения экологического ущерба В. И. Данилов – Данильян. [Электронный источник] / URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293829/4293829639.htm#i596032> (дата обращения 1.03.2023).
5. Оценка риска для здоровья населения от загрязнения воздуха «Общие принципы» [Электронный ресурс] стр. 1 /<https://www.euro.who.int/>(дата обращения 20.09.2022).
6. Публичный Федеральный реестр ОНВ [Электронный источник] / URL: <https://onv.fsrpn.ru/#/public/registry/35-0291-004265-%D0%9F> (дата обращения 8.03.2023).

## ПРОБЛЕМА ОБЩЕМИРОВОГО ИСТОЩЕНИЯ ПРЕСНЫХ ВОД

**Власенко В.А.**

- студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

**Научный руководитель: Саклаков И.Ю.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные причины мирового дефицита чистой пресной воды и представлены пути решения или минимизации проблемы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** дефицит чистой пресной воды, загрязнение сточных вод, проведение комплексной очистки, оптимизация использования водных ресурсов, усиление контроля и надзора, воспитание экологической культуры населения.

Роль воды в круговороте вещества и энергии, возникновении и поддержании жизни на Земле, в химическом строении живых организмов, в формировании климата и погоды, в вопросах жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека – колоссальна! [1] Несмотря на то, что поверхность Земли на 71% покрыта водой и общий объём воды на планете составляет около 1400 млн км<sup>3</sup>, запас пресной воды составляет всего 2,47% от общего объёма. Из них 1,81% - в ледниках, 0,65% - подземные воды, 0,009% - в реках и озёрах, 0,001% - содержится в атмосфере. Таким образом, на питьевые нужды человечеству доступно менее 1% воды.

Общее количество влаги на нашей планете остается неизменным, в результате круговорота воды в природе, влага переходит из одного агрегатного состояния в другое. Из общего количества выпадающих осадков - 80 % оказывается непосредственно в океане, 20% - пополняют источники пресной воды. Из-за нарушения связи между грунтовыми и поверхностными водами возникает дефицит пресной воды [2].

Нехватка чистой пресной воды — это глобальная нерешенная проблема, с которой ежедневно сталкиваются сотни миллионов людей во многих частях света.

*Актуальность проблемы* дефицита чистой пресной воды, заключается в неравномерности распределения и качественном истощении пресноводных ресурсов.

Путь решения проблемы – выявление причин, принятие мер по предотвращению, либо минимизации негативных последствий.

Количество и качество доступной пресной воды связано с геологическими, климатическими и экологическими факторами.

С климатической точки зрения важна частота и количество осадков. Свой «вклад» в чистоту осадков вносят и промышленные выбросы в атмосферу, которые являются главной причиной «кислотных дождей».

С точки зрения геологии на качество воды влияют такие факторы как: структура русел рек и грунтовые источники. Породы русла влияют на химический состав и мягкость воды. Грунтовые источники образуются при всасывании влаги в почву. На качество грунтовых источников влияют: чистота почвы, качество дождевой влаги, кислотность почв, насыщенность солями; состояние жидкости в подводном резервуаре; специфика слоев, сквозь которые проходит вода; геологическая природа водоносного слоя. В грунтовых водах есть магний, кальций, железо, натрий, а также незначительное количество катионов марганца. Они образуют соли вместе с гидрокарбонатами, карбонатами, хлоридами, сульфатами. В самых «старых» грунтовых источниках концентрация солей настолько велика, что у них ощущается солоноватый вкус [2]. Это одна из причин дефицита пресной воды. Пресная вода высокого качества располагается в глубинных известняковых слоях.

Нельзя забывать и про экологический фактор, влияющий на истощение вод. Количественное истощение связано с водозабором. На многих реках России водозабор превысил все допустимые нормы и сейчас составляет более 50% от среднего многолетнего стока. На р. Дон водозабор превысил 64%, причем более 60% приходится на маловодный летний период.

Зачастую недостаток пресной воды обусловлен качественным истощением водных ресурсов, т. е. загрязнением и засолением водостоков и водоемов различными химическими веществами и мусором [3]. Из всего объема водопотребления порядка 90% сбрасывается в водоемы в загрязненном состоянии, что осложняет условия водопользования и нарушает экологическое равновесие.

Техногенное агрессивное развитие экономики порождает причины возникновения истощения пресной воды. С недавнего времени, примерно последние полторы сотни лет происходит технологический прорыв в разных сферах деятельности человека. Он сопровождается высокими темпами роста производства, а любое производство связано с потреблением пресной воды. В настоящее время темпы роста водопотребления огромны.

Основными потребителями пресной воды являются сельское хозяйство и промышленные комбинаты. Из них наиболее водоемкими считаются сталелитейная, горнодобывающая, химическая, целлюлозно-бумажная, нефтехимическая промышленность. На их нужды уходит более половины всей воды, используемой промышленными предприятиями [4].

Использование воды для хозяйственных целей – одно из звеньев круговорота воды в природе. Но, антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что в процессе водопотребления лишь небольшая часть использованной человеком воды

возвращается в атмосферу опреснённой с очисткой высокого качества. Другая часть (около 95%) уходит в почву, сбрасывается в реки и водоёмы в виде сточных вод, загрязнённых отходами [5]. По данным Федеральной Службы Государственной Статистики построены диаграммы объёмы забора и использования воды в Российской Федерации в 2022. Диаграммы показаны на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Диаграммы объёмов забора и использования воды в РФ.

По последним данным Всемирной организации здравоохранения из всего объёма пресной воды не более 3 % можно считать качественно приемлемой для употребления людьми в пищу.

Ещё одним из негативных последствий производственной деятельности человека является глобальное потепление, которое помимо пересыхания водных объектов, увеличения числа пустынь влечёт и таяние ледников. Таяние ледников повышает уровень мирового океана и уменьшает запасы пресной воды.

Основные причины возникновения проблемы дефицита чистой пресной воды и наши предложения по устранению или уменьшению негативных последствий представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Причины возникновения проблемы дефицита чистой пресной воды и предложения по уменьшению негативных последствий.

| Причины дефицита чистой пресной воды  | Пути решения проблемы, минимизация ущерба  |
|---|--|
| Загрязнение сточных вод промышленными отходами.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- строительство полноценных систем очистки и фильтрации;</li> <li>- проведение комплексной очистки</li> </ul>   |
| Рост потребления воды на единицу продукции.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применение счётчиков;</li> <li>- оптимизация использования водных ресурсов;</li> <li>- максимальное вторичное использование очищенной воды (за исключением пищевой промышленности, фармацевтики и т. п.).</li> </ul>  |
| Чрезмерное и неправильное использование пресной воды для мелиорации.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимизация использования водных ресурсов;</li> <li>- сбор, хранение и использование дождевых вод.</li> <li>- применение автоматизированного, в том числе капельного полива;</li> <li>- смелое, широкое применение разработок генной инженерии в растениеводстве. Выращивание растений с ГМО, которые «переносят» полив солёной водой;</li> <li>- использование современных технологий выращивания растений. Например, вертикальное выращивание позволяет значительно сократить потребление воды и исключить применение химикатов и пестицидов.</li> </ul>                            |
| Применение химических веществ для борьбы с вредителями на с/х полях. Загрязнение сточных вод.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выращивание растений с ГМО, которые позволяют уменьшить применение химикатов для борьбы с вредителями;</li> <li>- совершенствование химических средств и удобрений, используемых в с/х;</li> <li>- строительство очистных сооружений.</li> <li>- проведение комплексной очистки</li> </ul>  |
| Сброс электростанциями и промышленными предприятиями подогретых вод уменьшает количество кислорода, нарушает биологическое равновесие.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- усилить контроль и надзор;</li> <li>- решить вопрос снижения температуры воды до сброса.</li> </ul>   |
| Повсеместно высокий уровень загрязнения воздуха, воды и почвы. Поражение грунтовых вод вредоносными бактериями из-за неправильной очистки питьевой воды.                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитание экологической культуры населения;</li> <li>- совершенствование и строительство очистных сооружений;</li> <li>- оказание помощи наименее развитым регионам и странам в консультации по вопросам очистки воды и строительстве очистных сооружений, утилизации и переработке отходов;</li> <li>- строительство отходоперерабатывающих предприятий;</li> <li>- создание соответствующей инфраструктуры, необходимой для эффективной утилизации отходов.</li> <li>- оценка качества воды исключительно по результатам бактериологического и химического анализа [1].</li> </ul> |
| Экспансия человека, приводящая к высыханию русел рек, росту водорослей, утрате пойм, потере грунтовых вод, оседанию грунта, оползням и провалам. Сокращение количества подземных вод. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ужесточение законодательных мер;</li> <li>- ограничение строительства в поймах рек и водоохранных зонах;</li> <li>- чистка русел рек;</li> <li>- уборка водоохранных территорий от мусора.</li> </ul>   |
| Пиратская добыча артезианской воды из глубинных слоёв приводит к истощению подземных запасов.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ужесточение законодательных мер по противодействию незаконного бурения глубоких скважин и потребления воды из глубинных слоёв.</li> </ul>   |

| Причины дефицита чистой пресной воды  | Пути решения проблемы, минимизация ущерба   |
|---|---|
|   | - обеспечение контроля и учёта каждой скважины в соответствии с ФЗ «О недрах» от 21.02.1992 №2395-1 с изм. от 01.01.2019. |
| Загрязнение воды при транспортировании.   | - своевременный ремонт и обновление водонапорного, водоперекачивающего, оборудования и водопроводов.                      |
| Изменение климата и глобальное потепление. Расширение засушливых зон и образование новых пустынь. Нарушение глобального гидрологического цикла, изменение сезонности выпадения осадков. Повышение уровня мирового океана, затопление пресноводных территорий соленой водой. | - создание и реконструкция водохранилищ;<br>- опреснение соленой воды.  |
| Вырубка лесов приводит к опустыниванию земель.  | - массовая посадка искусственных насаждений   |

Запасы пресной воды на нашей планете можно рассматривать в качестве единого ресурса.

Для того чтобы рассчитывать на длительное освоение мировых запасов, требуется четкое решение глобальных проблем. Дефицит пресной воды особенно актуален для регионов, в которых нет полноценных и стабильных источников пресной воды. В плачевном состоянии находятся поверхностные и подземные источники. Основные проблемы, которые негативно влияют на качество водоемов (озер и рек), связаны со следующими факторами: недостаточной очисткой бытовых сточных вод; слабым контролем промышленных стоков; утратой и разрушением водосборных площадей; нерациональным размещением промышленных предприятий; вырубкой лесов; бесхозяйственным земледелием. Итогом становится нарушение естественного баланса водной экосистемы [6].

*Таким образом, решение проблемы глобального дефицита пресной воды многогранная задача и к ее решению нужно подходить комплексно со всех сторон антропогенной деятельности. Устойчивое использование водных ресурсов, водосбережение, водоохрана – это стратегическая задача международного масштаба.*

В России современное водопотребление сводится не только к водоподготовке, водоочистке, транспортировке, потреблению и утилизации. Оно включает множество механических, химических, гидродинамических, информационных, организационных, финансовых, правовых и других решений, которые должны быть увязаны в единую комплексную систему управления [7].

Решение проблемы глобального дефицита пресной воды ставит задачи, которые можно условно разделить на четыре группы:

1. Нацеленные на исправление возникших ранее ошибок или недоработок в вопросах водопользования, транспортировки, систем очистки и водоохраны.

2. Качественное решение вновь ставящихся задач по водоочистке, предоставлению безопасного и доступного водоснабжения, рациональное использование ресурсов. Обеспечение учёта и контроля.

3. Осуществление заблаговременных действий по предотвращению нехватки воды. Оценка ресурсов, устойчивый водозабор, эффективное использование, раннее предупреждение и ранние превентивные меры.

4. Осуществление международного сотрудничества, способствующего укреплению социальной сплоченности, политической стабильности и мира; а в зонах конфликтов - в целях предотвращения нападений на объекты инфраструктуры водоснабжения и санитарии и на персонал этих объектов. [8].

Решение данных задач на государственном уровне не терпит отлагательств и необходимо для повышения качества жизни граждан, обеспечения экономического роста и национальной безопасности. Важную роль играет формирование экологической культуры в обществе, глубокое понимание каждым человеком серьёзности вопросов экологии и водоохраны, в частности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Образование гидросульфат-иона в изомолярных растворах бромоводородной кислоты и ее солей: научное издание [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. Глобальная проблема дефицита пресной воды, пути ее решения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fb.ru>
3. Технология эффективного водопользования в промышленности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://studentlibrary.ru>
4. Проблема пресной воды: причины дефицита и последствия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
5. О повышении эффективности использования водных ресурсов Новосибирской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
6. Нормативно правовая документация СПС «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://municipal.garant.ru>
7. «Водохозяйственный комплекс: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития» Л.Н. Проскурякова, О. Саритас, С.Б.Сиваев [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://issek.hse.ru/data/2015/12/17/1134226224/Voda\\_Doklad.pdf](https://issek.hse.ru/data/2015/12/17/1134226224/Voda_Doklad.pdf)
8. ЮНИСЕФ начинает новую инициативу «Водная безопасность для всех» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.unicef.org/eca/ru/>

## ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ СПУТНИКОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАКАРСТОВАННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ НА ТЕСТОВЫХ УЧАСТКАХ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Тодорова А.И.**

- аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

**Научный руководитель: Лаврусевич А.А.**

- доктор геолого-минералогических наук, профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

### АННОТАЦИЯ

Для народного хозяйства крайне важно своевременно обнаруживать новые провалы и отслеживать их развитие в карстоопасных районах. В этом исследовании рассматривается возможность использования данных мультиспектральной съемки семейства спутников Sentinel-2 Европейского космического агентства, находящихся в открытом доступе, для наблюдения за карстовыми провалами с учетом особенностей местности. Кроме того, предлагается методика для обнаружения карстовых провалов в средней полосе России на базе использования радиолокационной съемки, и показан пример ее применения в Нижегородской области.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** карстовый провал, спутниковая съемка, радиолокационная съемка, мультиспектральная съемка, анализ изменений

### ВВЕДЕНИЕ

Заметную часть площадей, используемых в Российской Федерации для хозяйственной деятельности, составляют районы, подверженные карстовым явлениям [1] (в особенности карстовым провалам). Карстовые образования вызывают как негативные, так и позитивные геоэкологические и хозяйственные последствия, однако заблаговременное и точное прогнозирование развития карстовых явлений вызывает сложности, что в свою очередь приводит как к проблемам в хозяйственной деятельности, так и к возникновению опасности жизни и здоровью людей. Одним из факторов опасности является непредсказуемость появления новых провалов и трудность их своевременного обнаружения и наблюдения за развитием. Увеличение числа космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в последние годы открыло новые возможности для постоянного и автоматизированного мониторинга карстоопасных районов.

Необходимость применения современных методов обработки геопространственной информации, включая различные виды данных дистанционного зондирования Земли, для оценки и прогнозирования развития карстовых явлений, обусловлена нуждой получать актуальную и достоверную информацию в кратчайшие сроки.

Несмотря на то, что большая часть космических данных ДЗЗ распространяется на коммерческой основе, ряд систем постоянно размещают данные ДЗЗ по мере съемки в

открытом доступе, что теоретически позволяет использовать их для оперативного мониторинга ситуации. В этом исследовании рассматривается возможность использования данных ДЗЗ для одной из таких систем, как семейство спутников Sentinel.

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

Два вида методов измерения электромагнитного излучения (ДЗЗ) различаются по характеру измеряемого электромагнитного излучения.

Первый тип называется пассивным. В этом типе исследуется естественное отраженное или собственное излучение объектов, вызванное Солнцем и другими источниками энергии (фотографические, телевизионные, сканерные в ИК-диапазоне, гамма-спектрометрические).

При использовании активных методов измеряется отраженное излучение объектов с помощью искусственного источника направленного действия. Эти методы включают измерение отраженного сигнала (лидарные, радиолокационные) [2].

В рамках данного исследования ставится задача определения карстовых провалов в пределах средней полосы России, к которой относится Нижегородская область. Исходя из этого можно предположить и учесть следующие особенности карстовых явлений и их отображения на спутниковых снимках:

- при образовании карстового провала происходит нарушение растительного покрова;
- образовавшийся карстовый провал часто заполняется водой;
- зона умеренного климата отличается значительным изменением внешнего вида местности в течение года безотносительно процессов карстообразования;
- во время существования снежного покрова выявление карстовых объектов только путем пассивной съемки в оптическом и около-оптических диапазонах затруднено и без дополнительных источников данных можно считать малоперспективным.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Разрабатываемые методы позволят использовать различные типы доступных геопространственных данных для улучшения точности оценки и прогнозирования развития карстовых явлений, а также снижения трудоемкости указанных работ.

Анализ карстоопасных районов Нижегородской области и выбор наиболее подходящих тестовых участков для подробного исследования, а также изучение применимости спутниковой радиолокационной съемки для анализа тестовых участков.

Задачи исследования:

1. Подбор и анализ научной литературы
2. Разработка методики исследования и программы исследования

3. Изучение карт карстовых процессов на территории Нижегородской области и общедоступных данных оптической спутниковой съемки на предмет выделения наиболее карстоопасных районов в настоящее время

4. Изучение сообщений о карстовых явлениях в средствах массовой информации и их сопоставление с данными космической съемки

5. Изучение возможности использования свободно доступных данных космической радиолокационной съемки для анализа динамики карстовых процессов

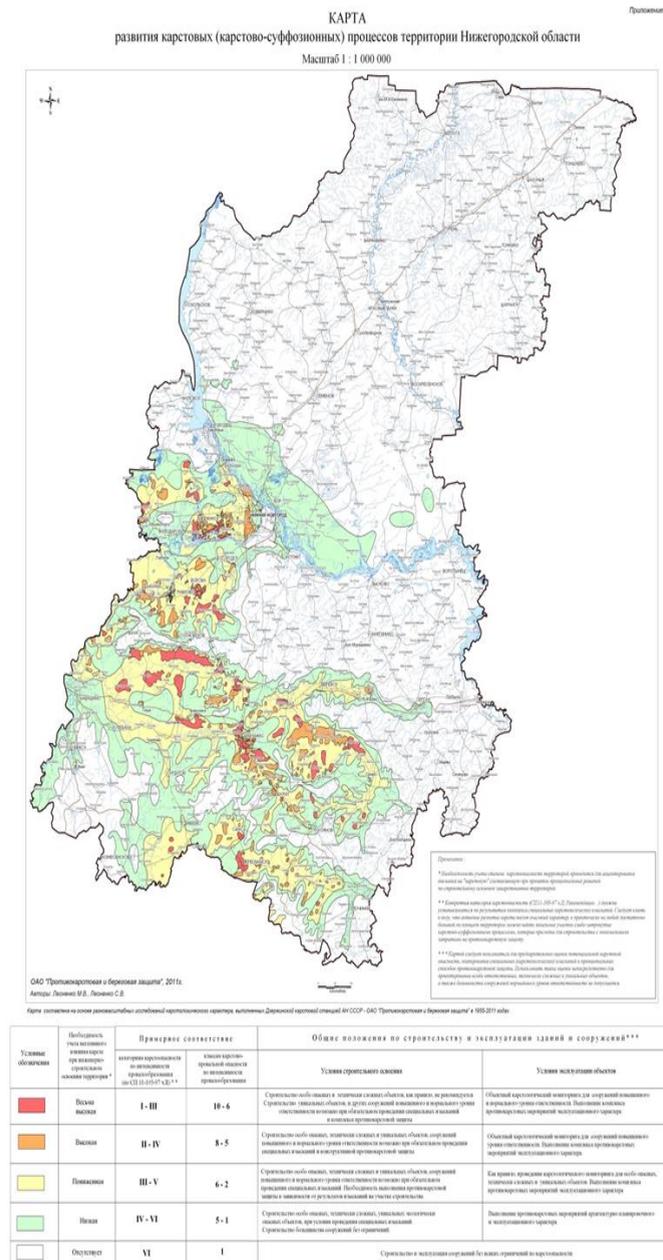
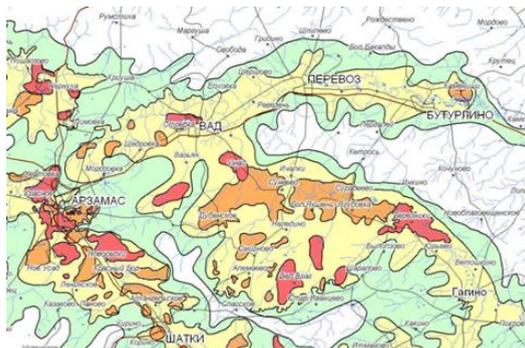
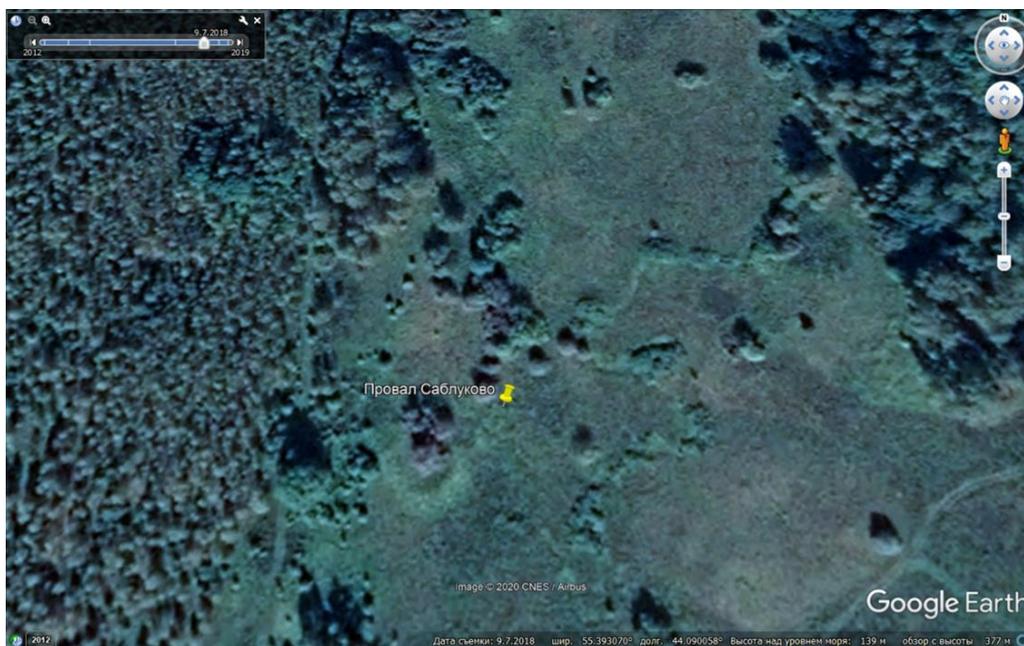


Рисунок 1. Карта развития карстовых процессов территории Нижегородской области [3]

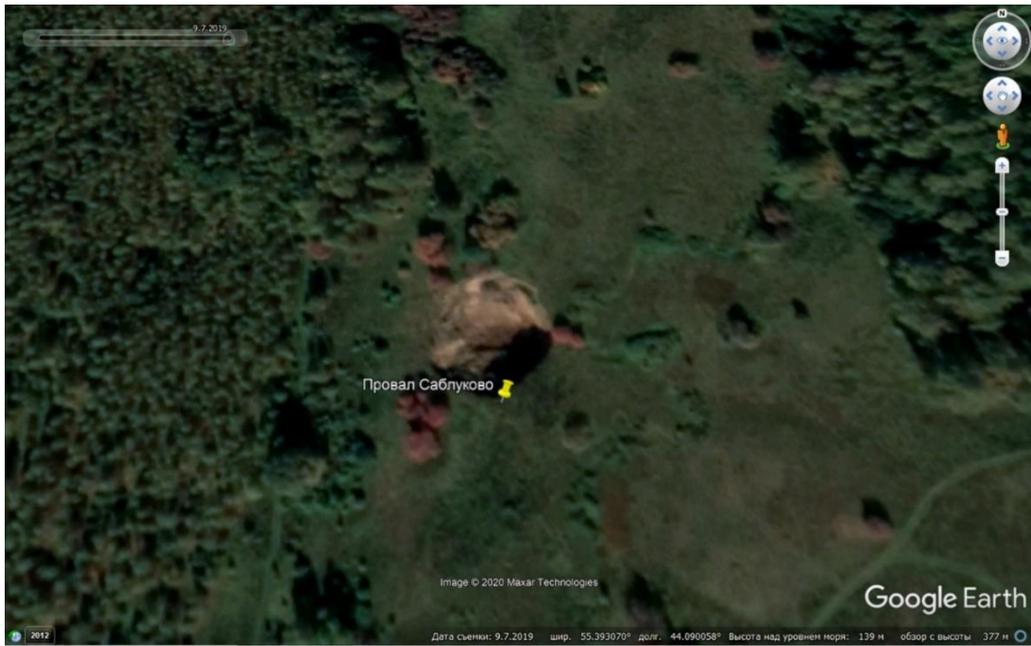


**Рисунок 2.** Карта развития карстовых процессов Нижегородской области, увеличенный фрагмент на район исследований [3]

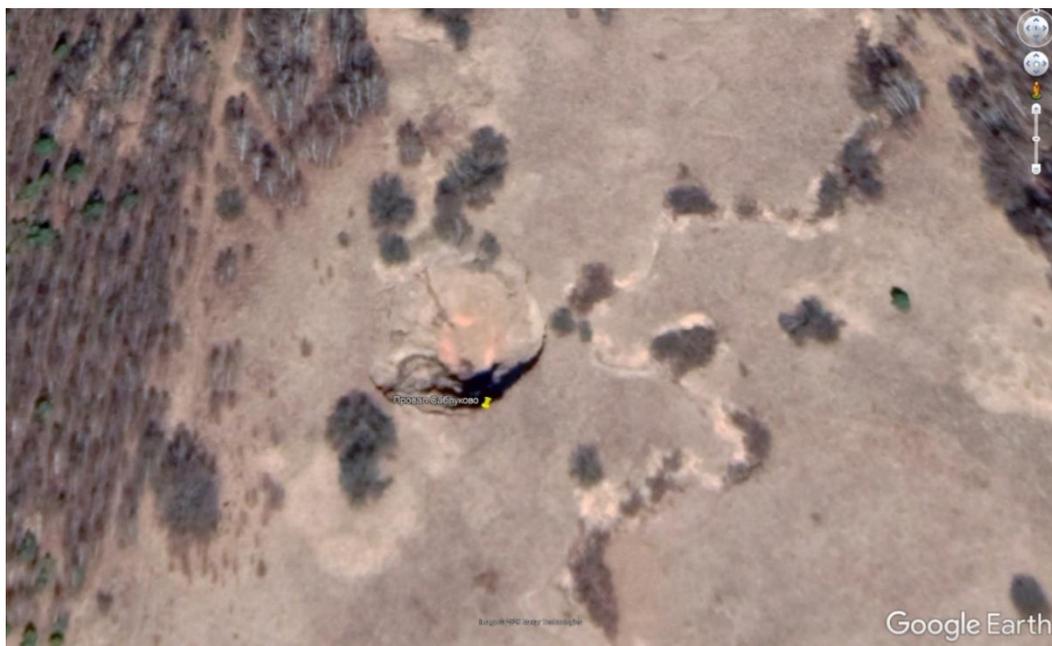
В ходе работы были исследованы два района, в которых в настоящее время (последние 2–3 года) происходит интенсивное образование карстовых воронок (в районе поселений Саблуково (Арзамасский район) и Неледино (Шатковский район); сопоставлены сообщения в средствах массовой информации о провалах в этих районах и данные космической съемки на соответствующие участки.



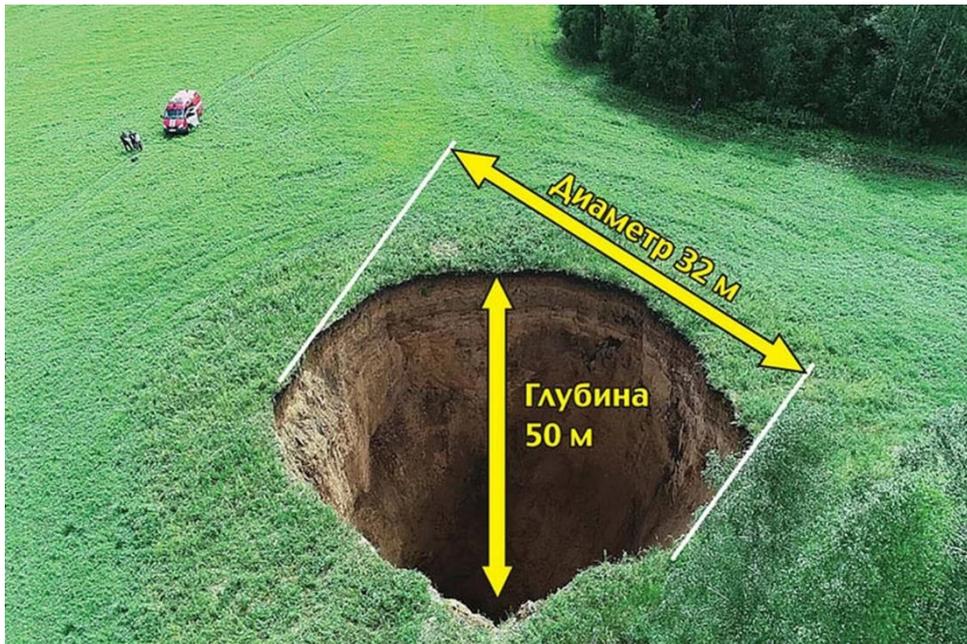
**Рисунок 3.** Провал около деревни Саблуково (Арзамасский район), 2018 г. (составлено авторами на основе данных Google Earth)



**Рисунок 4.** Провал около деревни Саблуково (Арзамасский район) 2019 г. (составлено авторами на основе данных Google Earth)

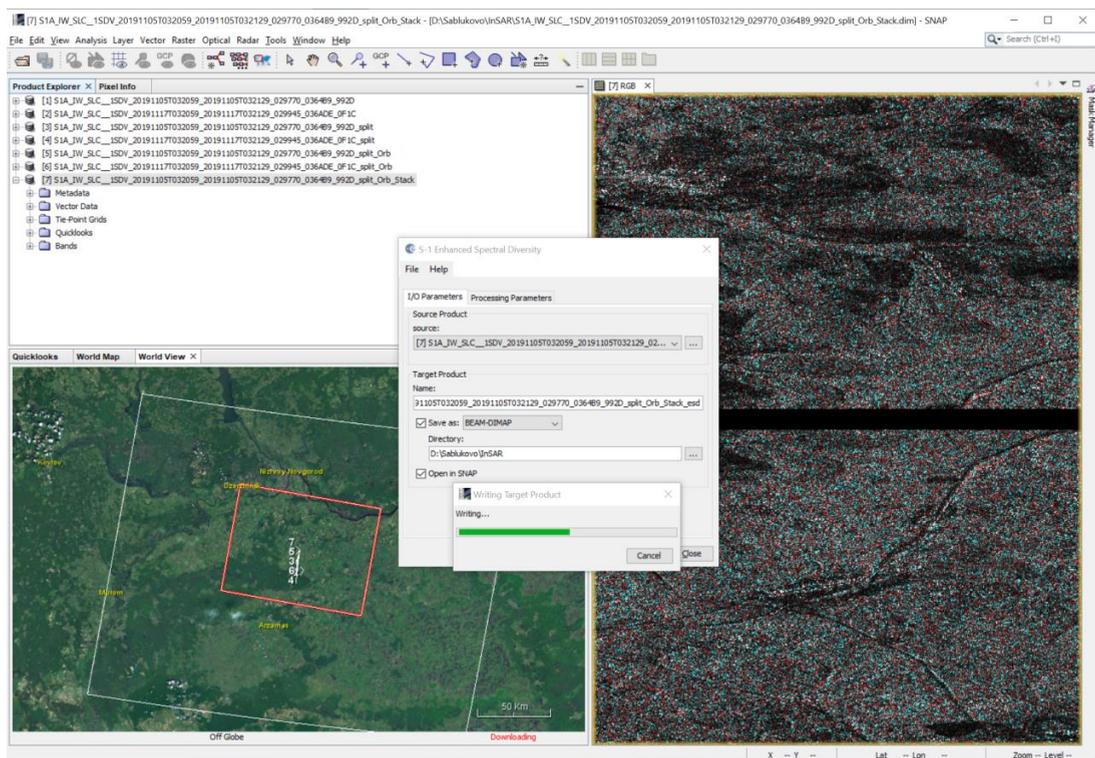


**Рисунок 5.** Провал около деревни Саблуково (Арзамасский район), апрель 2020 г. (составлено авторами на основе данных Google Earth)



**Рисунок 6.** Провал в районе села Неледино (Шатковский район, Нижегородская область), обнаруженный в конце июля 2018 г. [4]

Была изучена технология обработки интерферометрической съемки спутника Sentinel-1 в программном пакете SNAP и проведено исследование возможностей мониторинга на исследуемых участках.



**Рисунок 7.** Обработка стереопары в пакете SNAP (результат совмещения двух снимков, канал интенсивности) (составлено авторами по данным Sentinel-1)

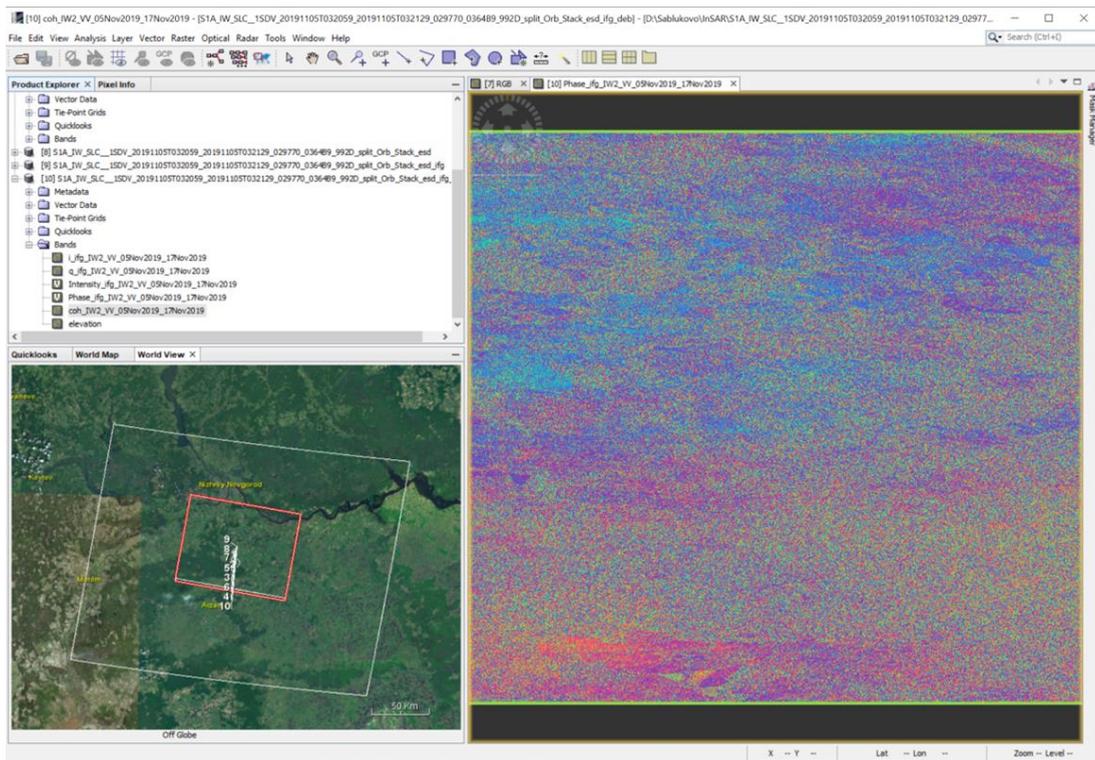


Рисунок 8. Обработка стереопары в пакете SNAP (интерферограмма, канал фазы, до фильтрации) (составлено авторами по данным Sentinel-1)

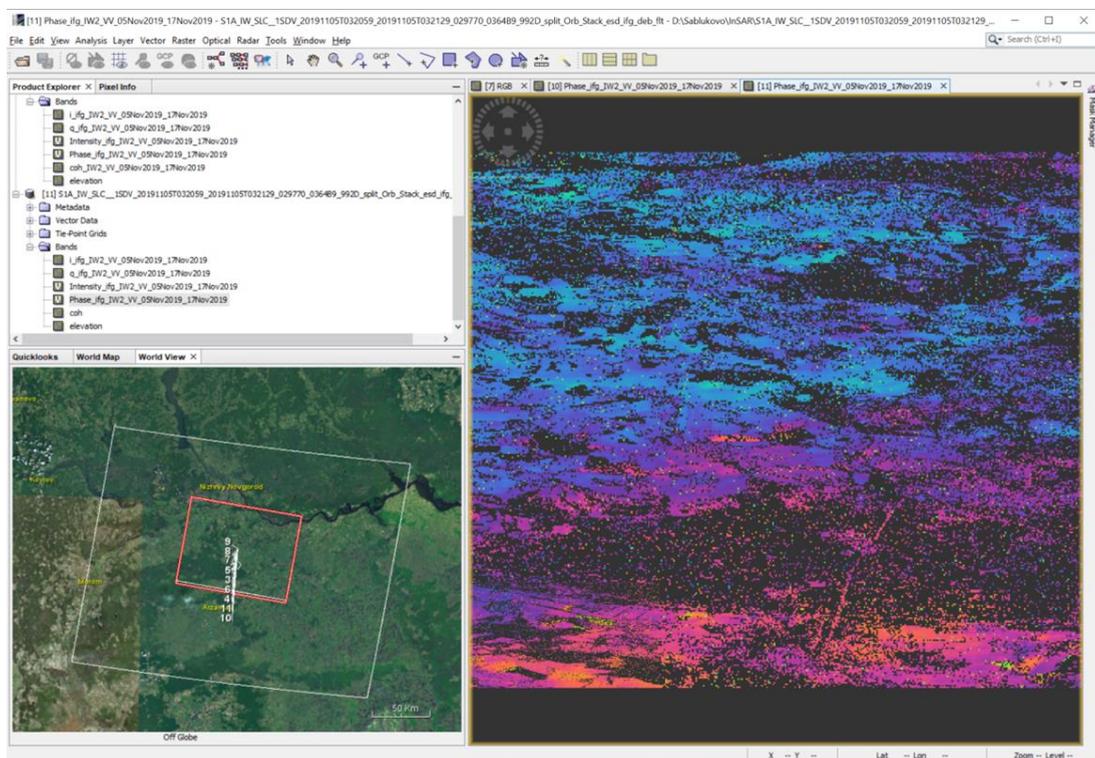
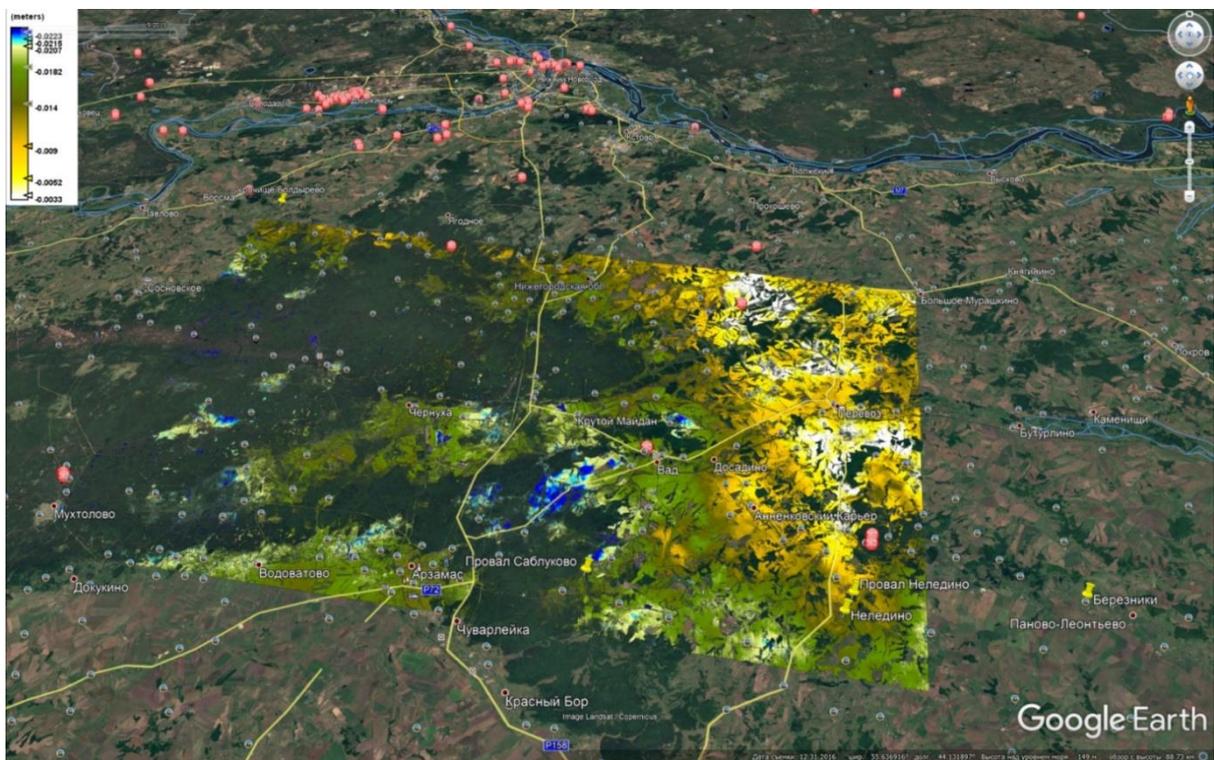


Рисунок 9. Обработка стереопары в пакете SNAP (интерферограмма, канал фазы, после фильтрации) (составлено авторами по данным Sentinel-1)



**Рисунок 10.** Общий вид района исследований (составлено авторами по данным Google Earth)



**Рисунок 11.** Карта смещений на базе интерферометрической обработки пары снимков от 05 и 17 ноября 2019 г. (составлено авторами по данным Google Earth и Sentinel-1)

## ВЫВОДЫ

В ходе исследований были оценены возможности, предоставляемые оптической и радиолокационной космической съемкой, а также выявлен ряд ограничений, накладываемых

особенностями исследуемых районов (в основном, сезонные изменения, снежный покров и облачность). Подробное изучение и исследование возможных технологий обработки данных применительно к основной цели исследования с использованием радиолокационной съемки. Проведенное исследование показывает, что космические данные ДЗЗ, находящиеся в открытом доступе, могут быть использованы с минимальными затратами для мониторинга процессов карстообразования. Видится перспективным их использование совместно с другими современными и будущими техническими средствами дистанционного зондирования (различные виды съемки с использованием беспилотных летательных аппаратов) для своевременного выявления, картографирования и мониторинга зон карстообразования [5].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Наногеология / Н.А.Платов [и др.]. М.: Издательство АСВ, 2021. 272 с.
2. А. П. Гусев. Космические методы в прикладной геологии. ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель, 2021.
3. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Департамент градостроительного развития территории Нижегородской области. 2012 г.
4. Иванов А. Появились фото гигантского провала в Нижегородской области. URL: <https://rg.ru/2018/07/25/reg-pfo/poiavilis-foto-gigantskogo-provala-v-nizhegorodskoj-oblasti.html> (дата обращения 02.05.2023)
5. Тодорова А.Й., Дракин М.А., Лаврусевич А.А. Автоматизированное обнаружение карстовых провалов по снимкам Sentinel-2 // Потаповские чтения - 2022 : Сборник материалов VII ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Дмитриевича Потапова, Москва, 18 мая 2022 года. Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2022. С. 103–108.

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АВАРИЙНОСТЬ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ ЛЕНЭНЕРГО**

### **Нувальцев А.А.**

- студент, Национальный исследовательский университет МЭИ, 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, ул. Красноказарменная, д.14, стр. 1.

### **Забелин М.А.**

- аспирант, Национальный исследовательский университет МЭИ, 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, ул. Красноказарменная, д.14, стр. 1.

### **Научный руководитель: Локтионов О.А.**

- доцент, кандидат технических наук, Национальный исследовательский университет МЭИ, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.14, стр. 1.

### **АННОТАЦИЯ**

В работе произведен обзор текущего состояния ЛЭП, выявлено техническое состояние составляющих электросетевого комплекса, в том числе ЛЭП. На основе отчетов электросетевых компаний ПАО «Россети» ПАО «Русгидро» и сторонних исследований проведен анализ технологических нарушений на ЛЭП по причинам природного характера. Определены критерии надежности исходя из отечественной и зарубежной литературы. Рассмотрены подходы к оценке влияния ветровых нагрузок на аварийность линий электропередачи. На основе отчетов о технологических нарушениях МРСК «Ленэнерго» построены и проанализированы графики и диаграммы аварийных отключений по причинам, где отдельно рассматриваются более подробно причины природного характера. Эти данные сопоставлены со скоростью ветра в момент аварийного отключения. Проанализировано влияние скорости ветра на аварийные отключения.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Проблема обеспечения надежного и качественного электроснабжения населенных пунктов является одной из ключевых в стратегии энергетической безопасности России. К увеличению технологических нарушений на объектах электросетевого комплекса приводит увеличение частоты и интенсивности опасных метеорологических явлений, вследствие повышения глобальной температуры.

Особое внимание уделяется вопросам количественной оценки показателей надежности/доступности сетей передачи электроэнергии включая каскадные отказы, вызванные экстремальными погодными явлениями.

По данным ПАО «Россети», примерно половина технологических сбоев в российской электросетевой отрасли происходят из-за влияния природных факторов, где ведущую роль играет воздействие ветровых нагрузок. Если при проектировании системы электроснабжения недооценивать влияние климатических нагрузок, это может привести к аварийным ситуациям и перерывам в электроснабжении потребителей, что в свою очередь приведет к экономическим потерям, как с точки зрения недопоставки электроэнергии, так и простоя объектов электроснабжения.

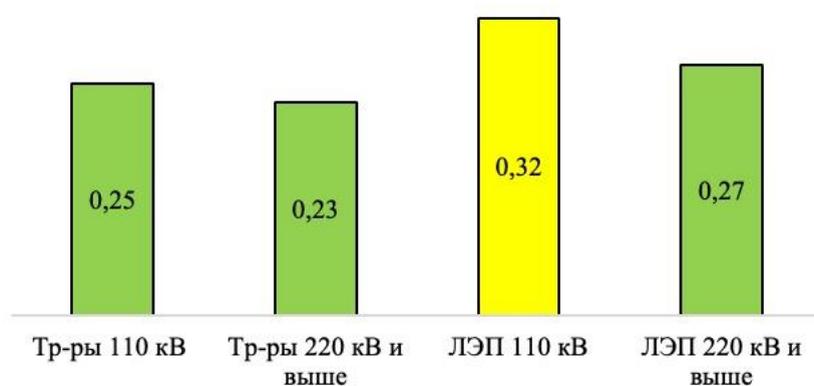
## Обзор структуры технологических нарушений природного характера на линиях электропередач России.

Наиболее подвержены технологическим нарушениям – провода (таблица 1), на них приходится больше всего технологических нарушений, среди всех элементов ЛЭП и большая часть происходит из-за климатических воздействий [1].

**Таблица 1.** Распределение отказов по элементам (составлено автором на основе данных из [1])

| Причина отказов                    | Распределение отказов по элементам, % |                     |                  |         |           |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------|---------|-----------|
|                                    | Железобетонные опоры                  | Металлические опоры | Деревянные опоры | Провода | Изоляторы |
| Недостатки проектирования          | 1,4                                   | 4,0                 | 0,3              | 1,4     | 0,5       |
| Дефекты конструкции и изготовления | 3,3                                   | 2,3                 | 0,4              | 1,3     | 9,0       |
| Дефекты монтажа                    | 18,0                                  | 12,0                | 0,4              | 7,7     | 0,9       |
| Недостатки эксплуатации            | 0,8                                   | 0,9                 | 28,5             | 7,7     | 1,5       |
| Климатические воздействия          | 46,5                                  | 51,0                | 51,8             | 35,5    | 41,7      |
| Посторонние воздействия            | 20,4                                  | 21,0                | 13,6             | 37,5    | 31,0      |
| Изменение свойств материалов       | 0,7                                   | 4,4                 | -                | 4,5     | 3,8       |
| Другие причины                     | 8,9                                   | 4,4                 | 5,0              | 4,4     | 11,6      |

Для определения показателя, характеризующего техническое состояние объекта электроэнергетики используется величина физического износа. Согласно статистике Минэнерго, половина ЛЭП 110 кВ и 44% ЛЭП 220 кВ находится в состоянии равным или ниже удовлетворительного (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Уровень физического износа основного оборудования объектов электрических сетей (составлено автором на основе данных из [2])

Согласно годовым отчетам ПАО «Россети» [3] основными причинами аварий в сетях 6 кВ и выше, за период с 2012 по 2021 года являются климатические факторы – 38% технологических нарушений [3].

Согласно отчету ПАО «Русгидро» за 2021 год более 20% технологических нарушений связаны с природным воздействием [4].

Согласно данным представленным в [1] в среднем около 52% технологических нарушений, связанных с природным воздействием, случаются из-за гололедно-изморозевых и ветровых нагрузок (таблица 2).

**Таблица 2.** Распределение отключений ВЛ (составлено автором на основе данных из [1])

| Класс напряжения | Распределение отключений ВЛ, % |                           |               |        |              |             |         |                      |
|------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------|--------|--------------|-------------|---------|----------------------|
|                  | Посторонние воздействия        | Климатические воздействия |               |        | Дефекты      |             |         | Невыясненные причины |
|                  |                                | Гроза                     | Ветер-гололед | Прочее | эксплуатации | конструкции | монтажа |                      |
| 35               | 16,9                           | 22,7                      | 20,2          | 1,9    | 8,2          | 0,8         | 1,5     | 27,7                 |
| 110              | 27,0                           | 14,2                      | 16,0          | 1,8    | 9,5          | 2,0         | 3,1     | 28,4                 |
| 220              | 19,4                           | 15,3                      | 19,1          | 1,3    | 7,6          | 5,7         | 4,0     | 27,6                 |
| 330              | 20,3                           | 9,3                       | 15,6          | 1,9    | 5,9          | 3,5         | 4,9     | 38,5                 |
| 500              | 15,1                           | 15,1                      | 16,5          | 1,0    | 11,8         | 3,2         | 1,2     | 36,0                 |
| 750              | 9,0                            | 15,5                      | 18,5          | -      | 8,8          | 5,4         | 4,4     | 39,4                 |

### **Нормативные основы обеспечения надежности линий электропередачи**

Под надежностью любого технического объекта понимается бесперебойное снабжение электрической энергией в пределах допустимых показателей ее качества.

Показателями надежности бывают единичные, характеризующие одно свойство, и комплексные, характеризующие несколько свойств объекта.

Основным нормативно-правовым актом в электроэнергетике является Федеральный закон №35-ФЗ от 26.03.2003.

На законодательном уровне Приказом Минэнерго от 29 ноября 2016 года №1256 рассматриваются методики расчетов уровня надежности и качества поставляемых товаров и оказываемых услуг.

В ПУЭ-7 оценивается влияние ветрового давления, толщины стенки гололеда, продолжительности грозы, пляски проводов и конструктивной прочности.

Помимо отечественных стандартов были рассмотрены зарубежные стандарты 3006.2-2016 IEEE и 493–2007 IEEE, в которых рассматриваются необходимости профилактического технического обслуживания, важность отработанных процедур, документации и обученного персонала, надежности системы электроснабжения, частоты прерываний в точках нагрузки и ожидаемой продолжения событий прерывания точек нагрузки. Все нормативные документы, регулирующие качество и надежность ЛЭП представлены в таблице 3.

**Таблица 3.** Сводные данные про нормативные документы и учитываемым в них факторах

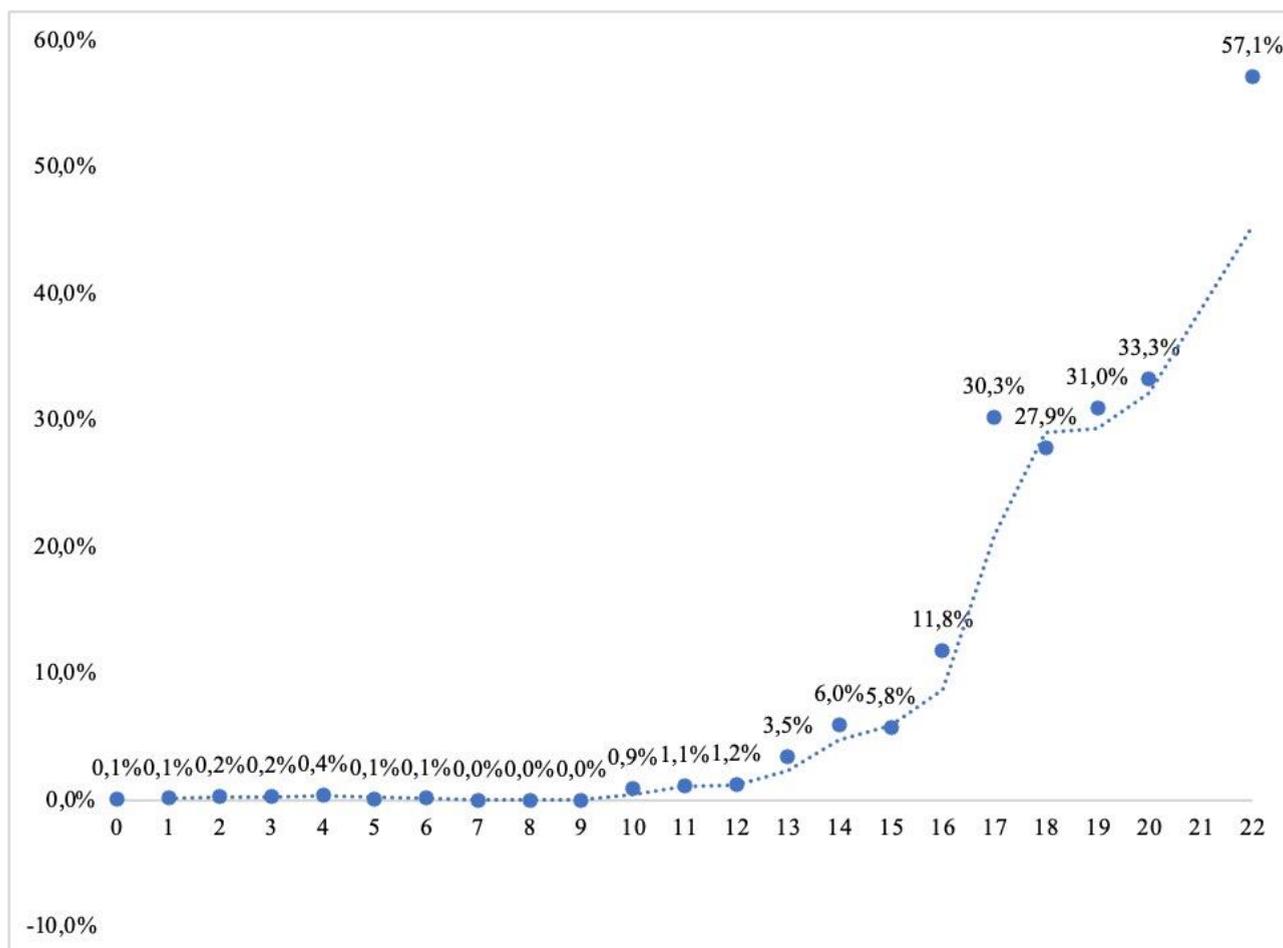
| Нормативный документ                          | Рассматриваемые факторы   |
|---|---|
| №35-ФЗ от 26.03.2003                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• параметры работы объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок</li><li>• подготовка кадров к выполнению трудовых функций</li><li>• обязательный медицинский осмотр</li></ul>   |
| Приказ Минэнерго от 29 ноября 2016 года №1256 | <ul style="list-style-type: none"><li>• методика по расчету уровня надежности и качества поставляемых товаров и оказываемых услуг для организации по управлению единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) и территориальных сетевых организаций</li><li>• Показатель средней продолжительности прекращения передачи электрической энергии</li><li>• Показатель средней частоты прекращения передачи электрической энергии</li><li>• Объем недоотпущенной электрической энергии</li><li>• Показатель уровня качества осуществляемого технологического присоединения к сети</li></ul> |
| ПУЭ-7   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Влияние по ветровому давлению</li><li>• Толщина стенки гололеда</li><li>• Продолжительность грозы</li><li>• Пляска проводов</li><li>• Конструктивная прочность</li></ul>  |
| Стандарт 3006.2–2016 IEEE                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Профилактическое техническое обслуживание</li><li>• Отработанные процедуры, документация и обучение персонала по техническому обслуживанию</li></ul>  |
| Стандарт 493–2007 IEEE                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Надежность системы</li><li>• Частота прерываний в точках загрузки</li><li>• Ожидаемая продолжительность событий прерывания точки загрузки</li></ul>   |

### **Анализ влияния фактора ветровых нагрузок на аварийность линий электропередачи на примере МРСК «Ленэнерго»**

Обзор и анализ подходов к оценке влияния ветровых нагрузок на аварийность линий электропередачи показал, что существуют различные подходы анализа влияния ветровых нагрузок на аварийность линий электропередачи, которые отличаются более статистическим подходом или более технологическим. В качестве рекомендуемого подхода в работе был выбран статистический, который обладает такими достоинствами, как: простота использования, позволяет выявить закономерности в распределении отключений и аварий по времени, месту и другим параметрам, а также на основе этих данных можно сформировать рекомендации по усилению линий и оборудования в наиболее уязвимых зонах, а также по оптимизации процедур обслуживания и ремонта и позволяет получить результат в виде графиков и диаграмм, на основании которых делаются соответствующие выводы.

Разработан алгоритм формирования исследовательской базы данных, который позволяет более детально исследовать уязвимые места в энергосистеме Ленинградской области, что в свою очередь позволяет сформировать более качественные рекомендации по уменьшению аварийных отключений.

Анализ взаимосвязи ветровых нагрузок и аварий/нарушений в ПАО «Россети Ленэнерго» позволил установить, что чем выше скорость ветра, тем больше вероятность того, что произойдет аварийное отключение (рисунок 2).



**Рисунок 2.** Доля случаев возникновения природных явлений, вызывающих технологическое нарушение при различных скоростях ветра (составлено автором на основе данных из [5,6,7])

Анализ причин воздействия причин стихийных явлений в ПАО «Россети Ленэнерго» позволил установить, что более 70% причин природного характера относятся к воздействию ветровых нагрузок [5]. Так как причины отключений природного характера составляют в среднем 50% от всех причин отключения, ветровые нагрузки составляют порядка 35%.

## ВЫВОДЫ

По данным ПАО «Россети», ПАО «Русгидро» и сторонних исследований, наибольшее количество отключений происходит из-за причин природного характера, в частности из-за ветровых нагрузок.

Основным документом нормативно-правовым актом в электроэнергетике является Федеральный закон №35-ФЗ от 26.03.2003. В приказе №1256 Минэнерго от 29 ноября 2016 года №1256 рассматриваются методики расчетов уровня надежности и качества поставляемых товаров и оказываемых услуг. Более технические составляющие надежности ЛЭП, такие как,

влияние ветрового давления, толщины стенки гололеда, продолжительности грозы, пляски проводов и конструктивной прочности, рассматриваются в ПУЭ-7. За рубежом качество и надежность регламентируется стандартами 3006.2–2016 IEEE и 493–2007 IEEE.

Чем выше скорость ветра, тем выше риск возникновения аварийного отключения по причине ветровых нагрузок на распределительных сетях напряжением 0,4–10 кВ более 70% причин природного характера составляют ветровые нагрузки, что составляет порядка 35% от общего числа аварийных отключений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Ю. Шевченко. Повышение эффективности работы воздушных линий электропередачи, работающих в экстремальных метеоусловиях: 2011
2. приказом Минэнерго России от 26.07.2017 № 676 «Об утверждении методики оценки технического состояния основного технологического оборудования и линий электропередачи электрических станций и электрических сетей»
3. Годовой отчет Россети за 2021 год: <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=379&type=2>
4. Годовой отчет РусГидро за 2021 год: <http://www.rushydro.ru/upload/iblock/b16/Godovoj-otchet-2021.pdf>
5. Официальный сайт ПАО «Россети Ленэнерго» <https://rosseti-lenenergo.ru/standart/4006.html>
6. Ресурс: Действующие метеорологические станции сети Росгидромета [http://esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU\\_RIHMI-WDC\\_2667](http://esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU_RIHMI-WDC_2667)
7. Сайт, содержащий архив погоды в Санкт-Петербурге [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Санкт-Петербурге](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Санкт-Петербурге).

## ЗНАЧЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ БУДУЩЕЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ

**Мырадова С.И.**

*- старший преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, 744025, г. Ашгабат, ул. Баба Аннанова, д. 136*

### АННОТАЦИЯ

Действующим решением является не только один замер, а диапазон конкретных замеров по группам требований. В большинстве случаев это помогает найти решение, отвечающее этим трем наборам требований. В решении данной задачи размер является ведущим кругом, а основой является городское творческое место предприятий. Сравнивая, малые, средние и крупные города с учетом требований городского хозяйства, условный метод расчета совокупных затрат рассчитан на несколько лет инвестиционных и эксплуатационных затрат, от периода строительства до 5-10-20 лет эксплуатации, использовать. Окончательные результаты необходимо проанализировать и наполнить дополнительными показателями, характеризующими уровень обслуживания и культурно-социального обслуживания.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** выявление необходимых площадей, решение проблемы размещения, планирование транспортного сообщения.

### ВЕДЕНИЕ

Развитие города в перспективе, определяемое расчетным периодом в генеральном плане, обусловлено удобным расположением и использованием всех видов застройки (промышленных предприятий, железнодорожных станций и дорог, жилья, социального жилья, городского транспорта, водопроводов). Будущее развитие города следует рассматривать как долгосрочное. Для того чтобы определить характер и масштабы развития города, детальные планы на ближайшие годы должны стать основой для 20-летнего периода - будущих путей развития города. Такой будущий период называется периодом «примирения». Расчетный период генерального плана города, не являющийся точным календарным периодом, является условным периодом, в течение которого предусматривается будущее развитие города. Для учета развития города необходимо выполнить исследование города и его окрестностей. Учет состоит из следующих задач: провести «исследование физико-географических условий промышленности, транспорта и городского строительства, расположенных в городе и его окрестностях».

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При изучении административного назначения города следует учитывать назначение стран, учреждений, провинций, а не только включать те, которые обслуживают население города;

- изучить современное состояние города: промышленность, транспорт, сельское хозяйство, население, средства, пути его дальнейшего развития и эффективность;

- изучить перспективы развития действующих и новых предприятий города, их административно-культурных, градообразующих учреждений.

Все вышеперечисленные вопросы детально изучаются на ближайшее время. Основные пути развития, направления и масштабы отдельных хозяйств и крупных предприятий и городов должны быть определены в период развития. Функции города, масштабы и темпы развития определяются потребностями развития народного хозяйства, экономико-географическими условиями культуры страны, местными физико-географическими условиями, прежним размещением производства, транспорта и населения.

«Хорошая мера» города должна учитывать следующие аспекты: [1].

1) последовательное развитие и размещение производств, учреждений культуры и здравоохранения в соответствии с потребностями народного хозяйства;

2) потребности санитарно-бытового и культурно-бытового обслуживания городского населения;

3) потребности хозяйственного строительства и городского фонда хозяйственного использования.

Действующим решением является не только один замер, а диапазон конкретных замеров по группам требований. В большинстве случаев это помогает найти решение, отвечающее этим трем наборам требований. В решении данной задачи она является ведущим кругом, а основой является городское творческое место предприятий. Сравнивая, малые, средние и крупные города с учетом требований городского хозяйства, условный метод расчета совокупных затрат рассчитан на несколько лет инвестиционных и эксплуатационных затрат, от периода строительства до 5-10-20 лет эксплуатации, использовать. Окончательные результаты необходимо проанализировать и наполнить дополнительными показателями, характеризующими уровень обслуживания и культурно-социального обслуживания.

На основании этого можно сделать следующие выводы:

1) на основе эмпирических данных создаваемые малые населенные пункты считаются неэффективными по сравнению со средними городами, так как общие затраты высоки, а уровень содержания и культурно-бытового обслуживания низок;

2) по предшествующему опыту экономически целесообразным считается создание средних городов с населением 50–70 тысяч человек, с наименьшими валовыми затратами, высшим уровнем ремонта и культурно-бытового обслуживания;

3) в городах с населением 100–200 тысяч человек на жителей ложится общая стоимость оказания всех видов ремонтных услуг;

4) Увеличение размеров городов до 400 тыс. жителей - низкая эффективность, а также большие временные затраты на переводы на промышленные предприятия.

Пригодность замера городов измеряется распределением населения в зависимости от его

образа жизни, характера, размера и функций. Критерием оценки решения оптимального замера города является эффективность народного хозяйства.

Счета городского населения являются одним из ключевых данных для городского планирования как в ближайшем, так и в будущем. На городское население приходится развитие города, размер необходимой территории; выбор типа конструкции; размер и состав общегородских административно-культурных учреждений; на объем объектов водоснабжения и водоотведения; сельскохозяйственные зоны за пределами города влияют на необходимый размер. [2].

Население поясняет такие ситуации как:

1) развитие численности занятых в промышленности, на транспорте, в науке и других отраслях;

2) зависимость от определения трудовой структуры населения (градообразующие, обслуживающие и незанятые группы населения) и их изменения: развития культурно-бытового, коммунального, медицинского и иного обслуживания городского населения и сокращения доля обслуживающего персонала, а также населения домохозяйств;

3) развитие города по возрасту населения, росту рождаемости, снижению смертности, локализации миграционных процессов.

При определении данных условий следует учитывать направленность и размер хозяйства города, всю автономию. Экономическая направленность города влияет на трудовую структуру населения. Поэтому учитывается трудовая структура населения.

При проведении переписи населения изучается текущее и перспективное распределение населения по отраслям труда.

В городском планировании метод трудового баланса используется для расчета прогнозируемой численности населения. Согласно этому методу, население проектного города определяется в зависимости от будущей численности работников. В расчетах, связанных с градостроительством (общая площадь, протяженность инженерных коммуникаций, затраты на строительство и др.), нормы умножаются на численность населения.

Формула для расчета:

$$H = A * 100 : 100 - (B + W) \quad (1)$$

где  $H$  - общая численность населения, человек.

$A$  - градообразующее население

$B$  - вес доли обслуживающего персонала, %

$W$  - доля безработного населения, %.

Показатели населения используются для определения областей потребности, решения проблем размещения и проектирования транспортных связей, а также влияют на измерение

показателей стоимости. Население жилого района определяется в зависимости от состояния и уровня городской застройки. На отчетный период численность населения оценивается в 30–100 тысяч человек. Для расчета показателя жилищного фонда используются следующие критерии нормативов обеспеченности жилищным фондом: для первой очереди строительства - 18 м<sup>2</sup> общей площади/чел.; на расчетный период генплана - 20–21 м<sup>2</sup> общей площади/чел. [3].

Для переписи: основная работа по увеличению численности персонала в промышленности, на транспорте и в других отраслях; определение и изменение трудового состава населения (развитие удельного веса культурно-бытового, коммунального, медицинского и иного обслуживания населения; изменение жизненного состава населения, рост рождаемости и снижение смертности, роль миграционных процессов в развитии города).

Для определения численности населения обратимся к такому примеру, объект строительства - промышленно-транспортный и административно-культурный центр:

1. На основе определения перспектив развития города следует определить развитие градостроительного персонала со следующей информацией:

**Таблица 1. Развитие градостроительного персонала**

| Отрасли труда   | Рабочие, тыс. чел. | Человек, кол.-во |
|---|--------------------|------------------|
|   | 1 группа           | Отчетный период  |
| Промышленность  | Н,2                | 22               |
| Внешняя транспортировка                               | 9                  | 10               |
| Административно-хозяйственные и культурные учреждения | 3                  | 4                |
| Вузы  | 2,3                | 4,5              |
| Строительство   | 7                  | 7                |
| Незарегистрированные секторы труда и резервы          | 2,5                | 2,5              |
| <b>Всего</b>  | <b>35</b>          | <b>50</b>        |

**Таблица 2. Средний вес группы населения**

| Группа населения       | Из всего городского населения Первая группа | Отчетный период, % |
|------------------------|---|--------------------|
| Обслуживающий персонал | 14  | 19                 |
| Безработное население  | 51  | 48                 |
| <b>Всего</b>           | <b>65</b>                                   | <b>67</b>          |

2. Сформулировать гипотезу о трудовой структуре населения, весе обслуживающего персонала (с учетом точных условий города, на основе нормативных счетов конкретных видов услуг и с учетом развития сферы обслуживания) и незанятого населения (изучение структуры и изменения населения по возрасту - результаты рождений и смертей), отмеченных в табл. 2.

3. Рассчитать общую численность населения, составленную в таблице 3, в первую

очередь перенести численность градостроителей и численность нетрудоспособных из таблицы 2 в таблицу 3.

Численность градостроительного персонала, определенная в таблице 2, и доля обслуживаемого и незанятого населения в таблице 3 с самого начала переносятся в таблицу 3.

**Таблица 3. Счет населения**

| Группа людей                       | Первая группа |            | Отчетный период |            |
|------------------------------------|---------------|------------|-----------------|------------|
|                                    | Тыс. чел.     | Итого, %   | Тыс. чел.       | Итого, %   |
| Персонал по благоустройству города | 40            | 40         | 35              | 35         |
| Обслуживающий персонал             | 18            | 18         | 23              | 23         |
| Безработное население              | 42            | 42         | 42              | 42         |
| <b>Всего</b>                       | <b>100</b>    | <b>100</b> | <b>100</b>      | <b>100</b> |

Мы рассчитываем вес доли строителей города, вычитая сумму групп, отличных от 100% (рассчитывается в %), чтобы получить: 35% до конца первого периода -33% до конца расчетного периода

После подсчета строителей города вычисляем общую численность населения города, определяя их удельный вес:

Первая фаза:  $35000 / 0,35 = 100000$  жителей;

За отчетный период:  $50000 / 0,33 = 150000$  жителей.

На основе исторических экспериментов по развитию городских территорий можно наблюдать следующие ситуации: застройки, автономия городской застройки, природные условия местности влияют на расположение и развитие жилой зоны. Требуется изучить историческое развитие города и, как следствие, разработать проекты, актуальные для современной эпохи. История развития городов говорит о том, что существуют разные типы развития: от единичной, концентрированной формы до полностью «звездообразного» населенного пункта, создание новых городов-спутников, которые внезапно сливаются друг с другом; размещение отдельных, самостоятельных предприятий из дочерних крупных предприятий; централизация железных дорог внутри города от формы узла, расположенного за пределами жилой зоны. Поэтому возникает вопрос: какого развития должен достичь город?

- размещение промышленных предприятий в концентрированной или самостоятельной, распределенной форме;

- к централизованному или групповому развитию селекции;

- железнодорожная система длинная.

Проблема системы градостроительного планирования не может быть решена одинаково для всех городов. Для решения этой задачи необходимо изучить точные условия планирования для конкретных ситуаций. Таким образом, при решении задачи системы развития города

необходимо учитывать следующие условия: удобное расположение промышленности, транспорта и транспорта. От решения этой сложной задачи зависит выбор системы разведения.

Таким образом, проблема системы развития города представляет собой общую комплексную проблему.

В практике благоустройства городов, в территориальном развитии города исключаются следующие виды:

- дизайн интерьера;
- развитие прилегающей территории центра (расширение площади);
- появление спутников - городов.

При бурном развитии текущего строительства план должен учитывать освоение новых территорий, при этом много неосвоенных участков. Развитие города осуществляется в рамках движущегося города, т.е. в форме внутреннего развития.

Во многих случаях движущийся город требует развития новых районов в связи с ростом населения. В практике градостроительства возникают возможности строить города, перемещая их в новые районы.

## **ВЫВОДЫ**

В соответствии с местными условиями должны быть определены почва, районы строительства, сеть железных дорог, автомобильных дорог, водоснабжение, канализация, энергоснабжение и санитарно-гигиенические условия; необходимо изучить современное промышленное, транспортное, административно-культурное состояние города. Необходимы сведения о годовом объеме выпуска продукции и затратах труда предприятия, его энергоемкости и размерах производственной площади. Кроме того, следует учитывать информацию о производственном звене предприятия: источники сырья, полуфабрикатов, топлива, энергии, воды, размещение продукции.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Козьева И.А., Кузьбожев Э.Н. Экономическая география и регионалистика: Учебное пособие для вузов // Курск: КГТУ, 2014.
2. Бауер Р., Коллар Е., Жак В. Управление инвестиционными проектами. // М.: Финансы и статистика, 2010.
3. Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Каганов Р.М. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность // М.: Экономика, 2001.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ БИТУМА ИЗ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### **Шестаков Н.И.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26.

### **Хохлова Н.В.**

- аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

### **Чертег К.Л.**

- доктор технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

### **АННОТАЦИЯ**

В качестве объектов исследования в статье рассматриваются отходы кровельных рулонных битумосодержащих материалов и органические композиции, полученные на их основе, путем химической рекуперации с использованием различных органических растворителей. Полученные композиции исследовались на термическую устойчивость с помощью методов синхронного-термического анализа. Для определения прочности связей была рассчитана энергия активации по уравнению Аррениуса, по полученным экспериментальным данным. Расчетные значения показывают, что при полном сгорании пробы наиболее прочные связи находятся у образца, обработанного трихлорэтилен  $E_A = 6,455$  кДж/моль, что говорит о повышенных энергетических затратах, при его сжигании. Таким образом, процесс термической утилизации битума характеризуется сложным физико-химическим взаимодействием между его молекулами и окружающей средой, в результате которого образуются различные продукты горения, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** битум, кровельные материалы, реновация, рекуперация, энергия активации, растворители битума, синхронный-термический анализ, термическая деструкция.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Современный мир стал свидетелем быстрого развития городов, которые являются центрами экономической и социальной активности. Однако, вместе с этим развитием возникает ряд экологических проблем, которые негативно влияют на окружающую среду и здоровье людей. Для повышения комфортности и безопасности проживания, в настоящее время в крупных городах России активно ведутся работы по реновации и капитальному ремонту существующего жилого фонда, и согласно Стратегии развития строительной отрасли и ЖКХ до 2035 года объем таких работ с 2024 года может быть увеличен вдвое[1-3]. Вместе с этим Московская программа капитального ремонта - является одним из самых масштабных проектов модернизации жилья в России и в мире. Эта программа рассчитана до 2044 года и включает более 28,5 тысячи домов, общей площадью — более 275 млн м<sup>2</sup>.

При проведении реновации и капитального ремонта образуются различные типы отходов, в том числе и битумосодержащие отходы. В большинстве своем такими отходами являются кровельные материалы, утратившие свои эксплуатационные свойства, как представлено на рисунке 1. Такие отходы могут содержать в своем составе более 80% органического вяжущего – битума и специальные рулонные основы, выполненные из различных, по своей природе, материалов. Особенности утилизации битумных материалов связаны с их химическим составом, высокой вязкостью и плотностью, а наличие рулонных основ различной природы (например: кровельный картон, фольга, синтетические полимеры и т. д.), создают проблему к унифицированным подходам их переработки или утилизации.



**Рисунок 1.** Примеры демонтажа многослойного кровельного ковра из рубероида

Необходимыми эксплуатационными свойствами кровельные материалы обладают за счет битумного вяжущего, или же его современной альтернативы – полимер-битумного вяжущего (ПБВ). Однако, отходы кровельных материалов, которые на сегодняшний день активно демонтируются с жилого фонда, являются распространенным в те годы рубероидом, который состоит из картона и различных по своим характеристикам и целям битумам.

Одним из способов решения проблемы образующихся отходов старого кровельного материала на основе битума является его вторичная переработка. Существует несколько методов переработки битумного материала, позволяющие получить новый продукт, который можно использовать в качестве сырья для производства других материалов. Например, битумный материал можно переработать в асфальтобетон, который используется для строительства дорог и других объектов инфраструктуры [4-6].

Для дальнейшего обращения с битумосодержащими материалами используются различные методы, включая термическую обработку, химическую переработку и

механическую обработку. Каждый из этих методов имеет свои особенности, недостатки и требует специализированного оборудования.

Одним из эффективных способов извлечения битума можно рассмотреть рекуперацию, то есть отделение вяжущего от основы за счет физических, химических или термических воздействий. В данной работе рассматривается процесс извлечения битума из кровельных битумосодержащих отходов с применением органических растворителей, представленных в таблице 1.

**Таблица 1.** Характеристики применяемых для рекуперации битума растворители

| № | Наименование   | Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> | Температура воспламенения, °С | Температура кипения, °С |
|---|--|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Технический керосин КТ-1   | 783                                   | 216                           | 170                     |
| 2 | Трихлорэтилен (C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> )   | 1460                                  | 271                           | 87                      |
| 3 | Хлороформ (CHCl <sub>3</sub> )   | 1489                                  | 263                           | 61                      |
| 4 | Тетрахлорметан (CCl <sub>4</sub> )   | 1593                                  | 283                           | 77                      |
| К | Контрольный образец битума, извлеченный механически при температуре = 120°С, без применения растворителей. |                                       |                               |                         |

Процесс рекуперации заключается в измельчении битумосодержащих материалов, насыщении в органических растворителях, извлечении основы и дальнейшей отгонки растворителя из полученного битумного раствора. Основным фактором, влияющим на эффективность в целом всех процессов - является выбор необходимого растворителя.

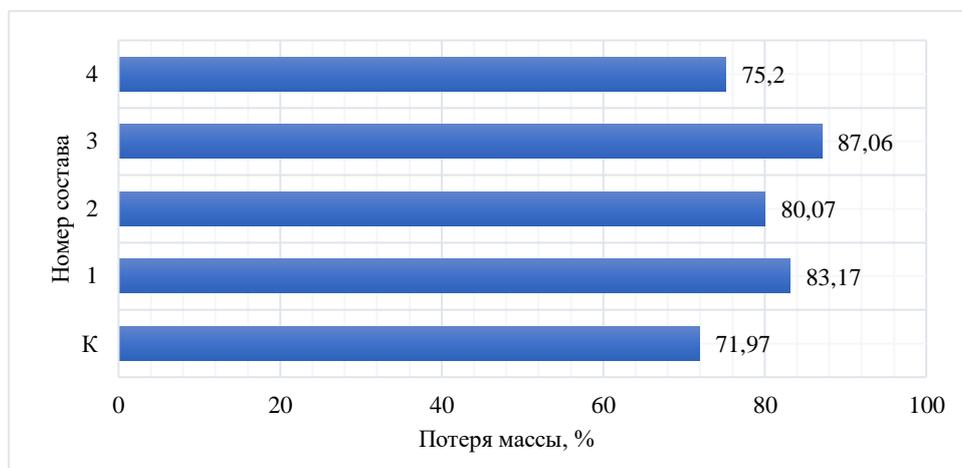
Органические растворители могут взаимодействовать с битумом, вызывая изменения его свойств и химической активности. Некоторые растворители могут растворять битум, что может привести к изменению его консистенции и вязкости, а другие растворители могут вызывать химические реакции с битумом, что может привести к образованию новых соединений и изменению его свойств.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

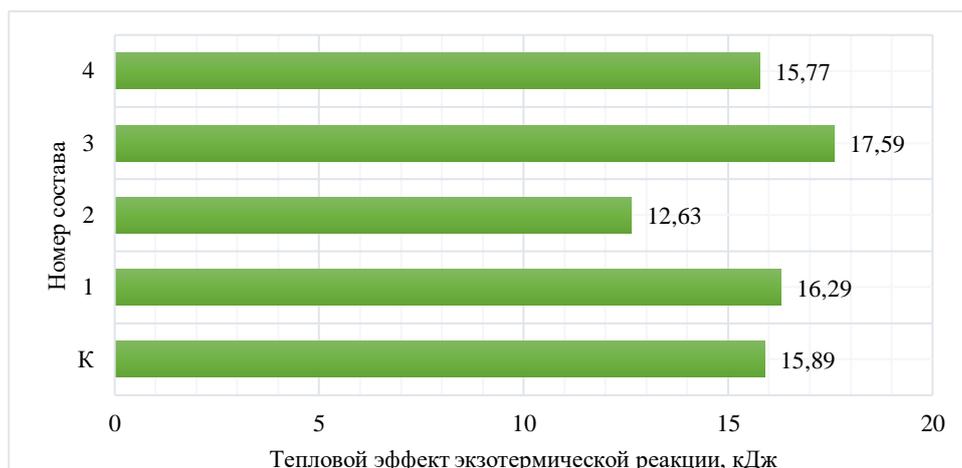
Для образцов битума, полученных путем химической рекуперации, были проведены исследования по определению термической устойчивости, путем выполнения синхронного-термического анализа (ТГА /ДСК /ДТА) на приборе SDT Q 600 TA Instruments в интервалах температур 460-650°С. Полученные результаты термических исследований, а также расчетные значения энергии активации представлены на рисунках 2,3 и в таблице 2.

Сравнительный анализ теплового потока экзотермической реакции необходим для определения кинетических параметров реакции, таких как скорость реакции и константа

скорости. Он также может быть использован для определения эффективности катализаторов и выбора оптимальных условий реакции для максимального выхода продукта [7]. Кроме того, сравнительный анализ теплового потока используется для изучения влияния различных факторов на процесс реакции, например температуры [8,9].



**Рисунок 2.** Результаты синхронного ТГА и ДСК анализа исследуемых образцов в температурном интервале 460° – 650°С



**Рисунок 3.** Сравнительный анализ теплового потока реакции исследуемых составов битумов.

В процессе разрушения битумных соединений при температуре до 650°С, наблюдается один экзотермический максимум в области температур от 460 – до 600°С. Потеря массы составляет от 71,97 до 87,06%. Для битума, обработанного хлороформом, потеря массы составляет 87,06%. На этой стадии происходят процессы окисления и полного сгорания образцов битума. По максимальной температуре теплового эффекта можно сказать, что образец, обработанный трихлорэтиленом является более термоустойчивым по сравнению с другими.

Величина энергии активации определяется природой веществ и характером протекающего процесса. Энергия активации  $E$  входит в уравнение Аррениуса (формула 1), описывающее температурную зависимость кинетических характеристик термически активируемых процессов:

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (1)$$

где  $k$  – какая-либо кинетическая характеристика (скорость реакции, количество атомов, перешедших из одного положения в другое за единицу времени и т. п.);  $A$  – константа (пред экспоненциальный множитель);  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура.

Для определения прочности связей была рассчитана энергия активации по уравнению Аррениуса (методом двойного логарифма), по экспериментальным данным: температура при которой наблюдается значительное изменение массы –  $T$ , °С; потеря массы в –  $W$ ,%; конечная масса ступени % –  $W_t$ ,% начальная масса образца на ступени –  $W_0$ ,%; температура в средней точке ступени –  $T_s$ ,%; разница между температурами  $T$  и  $T_s$  –  $Q$ , °С.

По кривой ТГА для более выраженных экзотермических пиков были рассчитаны энергии активации (таблица 2), которые позволяют судить о прочности и термической устойчивости химических связей.

**Таблица 2.** Значение энергии активации

| Определяемые характеристики   | Номера составов |       |       |      |       |
|---|-----------------|-------|-------|------|-------|
|   | К               | 1     | 2     | 3    | 4     |
| Температура, при которой начинается экзотермический процесс, °С       | 482             | 480   | 506   | 480  | 462   |
| Температура, при которой находится максимум экзотермического пика, °С | 536             | 532   | 574   | 536  | 536   |
| Температура, при которой заканчивался экзотермический процесс, °С     | 590             | 600   | 650   | 600  | 600   |
| $E_A$ - энергия активации, кДж/моль                                   | 5,877           | 6,245 | 6,455 | 6,15 | 5,932 |

По анализу полученных значений можно судить, что при полном сгорании пробы наиболее прочные связи находятся у образца, обработанного трихлорэтилен  $E_A = 6,455$  кДж/моль. Менее прочные связи у необработанного образца  $E_A = 5,877$ кДж/моль.

## ВЫВОДЫ

Процесс сгорания битума характеризуется сложным физико-химическим взаимодействием между его молекулами и окружающей средой. В результате этого процесса образуются различные продукты горения, которые могут оказывать негативное воздействие на экологию. Летучие компоненты, такие как углеводороды и другие органические соединения,

могут вызывать загрязнение атмосферы. Окиси азота, которые образуются при сгорании битума, также являются опасными загрязнителями воздуха, которые могут вызывать ряд заболеваний дыхательных путей у людей и животных. Твердые продукты горения, такие как угольная пыль и другие частицы, могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека и животных, а также на экосистемы в целом. Поэтому важно разрабатывать и применять технологии, которые позволяют снизить воздействие процесса сгорания битума на окружающую среду и сохранить ее экологическую целостность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И., Гутенев В.В., Слесарев М.Ю. Подходы к интерпретации систем управления экологической безопасностью в строительстве // Экология урбанизированных территорий. 2006. № 2. С. 6–11.
2. Теличенко В.И. Проблемы и задачи геоэкологической безопасности строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 11. С. 50–54.
3. Шеховцова С.Ю., Карпунина А.О. Вопрос утилизации резиносодержащих отходов // Сборник докладов Второй Национальной научной конференции. Москва, 2022. С. 266–271.
4. Shekhovtsova S.Yu., Korolev E.V., Inozemtcev S.S., Yu J., Yu H. Method of forecasting the strength and thermal sensitive asphalt concrete // Magazine of Civil Engineering. 2019. № 5 (89). С. 129–140.
5. Митина Н.Н., Гнетов Е.М. Утилизация промышленных отходов в России и в мире: проблемы и решения // Интернет-журнал "Neftegaz.RU". 2020. №3.
6. Короткова Л.Н., Иванова О.В., Халиков Р.М., Воробьев Н.А. Рекуперационное использование битумно-полимерных отходов мягких кровель в строительстве автомобильных дорог // The Scientific Heritage. 2021. № 72–1 (72). С. 71–75.
7. Кондратьева В.Н., Энергия разрыва химической связи. Потенциалы ионизации и средство к электрону//Наука. 1974.
8. Исраилова З.С., Страхова Н.А. Влияние термического воздействия на структуру и свойства нефтяных битумов // Естественные и технические науки. 2012. № 1 (57). С. 385–386.
9. Нетфуллова Л.Ш., Мурафа А.В., Макаров Д.Б., Хозин В.Г., Рахматуллина А.П. Битумные эмульсии на основе смеси анионоактивных ПАВ кровельного и гидроизоляционного назначения // Строительные материалы. 2005. № 3. С. 52–54.

## СОВРЕМЕННЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В БОРТАХ КАРЬЕРОВ ПОДМОСКОВЬЯ И ИХ СВЯЗЬ С ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ПОРОД

**Громова Ю.М.**

- студент, 3 курс, Государственный университет «Дубна», 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская д. 19.

**Научный руководитель: Архипова Е.В.**

- кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Государственный университет «Дубна», 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская д. 19.

### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена гравитационным процессам в бортах карьеров Московского региона. Она содержит описание различных гравитационных процессов и методы по минимизации последствий от них. В ней рассматриваются отложения карьеров, на которых возникают различные склоновые процессы. Кроме того, основное внимание уделяется оценке степени опасности процессов для человека и методам по уменьшению этого влияния.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гравитационные процессы, Московский регион, карьеры, осыпи, оползни, обвалы, защита от склоновых процессов.

### ВВЕДЕНИЕ

Московская область представляет собой густонаселенный и динамично развивающийся регион, в пределах которого активно ведется строительство жилых домов и инфраструктурных объектов. Для строительства широко используются местные материалы, такие как песок, щебень, гравий, известняк, глины для производства огнеупорного кирпича. Многие карьеры, находящиеся в городской черте, являются местом притяжения, как взрослых людей, так и детей, так как вызывают повышенный интерес у населения. В результате разработки карьеров происходит техногенная трансформация ландшафтов, активизируются опасные экзогенные процессы. Карьеры нередко располагаются вблизи или в пределах населенных пунктов и являются объектами повышенной опасности, создавая угрозу для здоровья и жизни людей вследствие развития опасных склоновых процессов в их бортах. На основе анализа интенсивности склоновых процессов в стенках карьеров можно оценить их потенциальную опасность для населения и предложить управляющие решения для минимизации последствий склоновых процессов. Задачи работы состоят в изучении геологического строения обнажений в карьерах с выявлением склоновых процессов, сопоставление проявлений склоновых процессов с составом, возрастом и генезисом коренных пород; в проведении сравнительного анализа масштабов и интенсивности склоновых процессов и оценке степени опасности карьеров, а также в предложении управляющих решений по защите населения от опасных процессов.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для проведения исследования в работе были использованы следующие методы:

- документирование проявлений склоновых процессов в стенках карьеров с описанием обнажений, отбором геологических образцов;
- дешифрирование перспективных снимков бортов карьеров с выделением участков, нарушенных склоновыми процессами;
- анализ полученных данных, сопоставление состава пород, слагающих борта карьеров, с особенностями проявления склоновых процессов, выявление общих закономерностей развития гравитационных процессов на территории Московского региона.

В качестве материалов исследования использовались описания геологических обнажений в карьерах, описания образцов. Управляющие решения для стабилизации склоновых процессов в бортах карьеров предложены на основе СНиП 22-02-2003 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения».

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Сравнительный анализ гравитационных процессов выполнен для Борисовского карьера в г. Дмитров, Домодедовского карьера вблизи с. Старосьяново, Угрешского карьера в г. Дзержинский, Коняшинского карьера в р-не с. Гжель. Среди склоновых процессов в бортах карьеров Подмосковья наиболее широко распространены осыпи, оползни и обвалы. Особенности проявления склоновых процессов в карьерах тесно связаны с геологическим строением и особенностями литологического состава пород, добываемых в качестве строительных материалов [1,2].

Московский регион находится в пределах Московской синеклизы, которая, в свою очередь, принадлежит более крупной геологической структуре – Восточно-Европейской платформе. В основании разреза находится архейско-протерозойский кристаллический фундамент, платформенный чехол слагают породы фанерозоя. Породы фундамента представляют собой различные магматические и метаморфические образования, включая гнейсы, амфиболиты, сланцы, кварциты, граниты, диориты, наблюдать которые на территории Подмосковья можно в составе морен Днепровского и Московского оледенений, слагающих верхи разреза [3].

В палеозойских отложениях чехла присутствуют девонские, каменноугольные и пермские породы. В их составе преобладают морские отложения, представленные более

глубоководными фациями, сформированными в периоды трансгрессий и углубления осадочных бассейнов, а также относительно мелководными фациями, образованными в периоды регрессий. Более глубоководные отложения включают известняки, доломиты и мергели, мелководные породы состоят из песчаников и глин. Отложения мезозойского возраста представлены юрскими и меловыми породами. Юрские отложения включают красноцветные гидрослюдистые глины, черные и серые глины с конкрециями фосфоритов, пески и песчаники. Меловые отложения сложены песками и песчаниками, иногда с включениями фосфоритов, а также глинами. Кайнозойские породы на территории Подмосковья представлены отложениями четвертичной и неогеновой систем континентального происхождения. Неогеновые породы распространены локально и имеют, в основном, аллювиальный генезис. Четвертичные отложения представлены косослоистыми песками, глинами, суглинками и супесями с валунами кристаллических пород ледникового или водно-ледникового генезиса [3].

Рассмотрим различные типы гравитационных процессов, которые встречаются в карьерах Московской области.

**Осыпи.** Осыпи образуются при постоянном сносе продуктов выветривания горных пород к подножию склона под действием силы тяжести. Осыпные отложения формируют у основания склона осыпные шлейфы и конусы выноса [4]. Для осыпных отложений характерна сортировка материала. Более крупные отложения у подножия склона, более мелкие находятся выше. В бортах карьеров Московского региона осыпные отложения встречаются реже других отложений, которые вызваны гравитационными процессами. Осыпные отложения встречаются, например, в бортах Угрешского (г. Дзержинский) и Борисовского (г. Дмитров) карьеров.

Стенки Угрешского карьера сложены осыпями, также наблюдаются делювиально-пролювиальные конусы выноса. На юго-западной стенке карьера наблюдается коренное обнажение белых аллювиальных кварцевых песков. Высота обнажения 5 м, ширина 50 м. Ниже по стенке находятся рыхлые отложения осыпного характера. В верхней части борта (50–70 м) находятся косослоистые коренные отложения. Характер слоистости говорит об активной динамике среды осадконакопления. В процессе изучения бортов карьера наблюдались «живые» осыпи небольшого объема. Осыпи, которые можно увидеть в бортах этого карьера, не являются опасными для населения, поэтому в данном случае нет необходимости в управляющих решениях по защите населения от гравитационного процесса.

В основании склона Борисовского карьера наблюдается осыпь, состоящая из галек разной сортировки и окатанности и песка. От обнажения отваливаются крупные глыбы

размером 0,5 м – 3 м. Таким образом, происходит выветривание отложений с образованием обвально-осыпных накоплений у подножия склона. Данные обвально-осыпные отложения могут приводить к угрозе жизни и здоровью людей при их нахождении в карьере, поэтому необходимо принять управляющие решения для защиты населения.

Для защиты от осыпей необходимо производить террасирование склонов, если это возможно и целесообразно; использовать покровные сетки и улавливающие стены и траншеи (СНиП 22-02-2003).

**Оползни.** Оползнем является специфическое геологическое тело, которое формируется путем отделения части горных пород, слагающих склоновый массив, и последующего его смещения. Оползни отличаются от других гравитационных процессов тем, что в процессе смещения сохраняется у оползневого тела материальная связь со средой своего образования и возникает стенка срыва – это видимая часть поверхности или зоны смещения [5].

Оползни, как и осыпи, имеют достаточно ограниченное распространение на территории Московского региона. Они также, в основном, происходят на крутых склонах речных долин и оврагов. Наиболее благоприятные условия для развития оползневых процессов создаются там, где находятся водоупорные горизонты в нижних частях склонов. Оползневые отложения встречаются в бортах, например, Коняшинского карьера (с. Гжель).

В юго-западной стенке карьера вскрывается переслаивание кирпично-красных глин и серых супесей. В глинах наблюдаются многочисленные оползни блокового и консистентного строения. В стенках карьера наблюдаются многочисленные трещины отрыва, по которым отдельные блоки сползают вниз по склону. В данном случае оползни изменяют структуру ландшафта и могут нанести вред здоровью людей, поэтому необходимо предпринять меры по снижению негативного воздействия.

Для защиты от оползневых процессов необходимо укреплять склон подпорными стенами, анкерными креплениями, свайными конструкциями; необходимо использовать траншейные и трубчатые дренажи для понижения уровня грунтовых вод (СНиП 22-02-2003).

**Обвалы.** Обвал – это отрыв и падение больших масс горных пород на крутых и обрывистых склонах. Обвалы происходят вследствие ослабления сцепления горных пород под влиянием выветривания, подмыва, растворения и силы тяжести, а также тектонических явлений [6].

В районе Московской области распространены обвалы иного происхождения. Эти обвалы образуются за счет выщелачивания горных пород водой. Обвальные отложения встречаются в бортах Угрешского карьера в г. Дзержинский и в бортах Домодедовского карьера вблизи с. Старосьяново.

В восточной стенке Угрешского карьера находится обвал, представленный разобщенными глыбами кварцитовидного песчаника размером 0,5–5 м. Обвал образовался в нижней части блокового оползня за счет разрушения большой конкреции. Обвалы способствуют изменению структуры ландшафта и могут нанести вред здоровью людей, поэтому необходимо принять меры по снижению негативного воздействия.

Для защиты от обвальных процессов необходимо укреплять склон подпорными стенами, анкерными креплениями, свайными конструкциями, а также использовать улавливающие стены и траншеи (СНиП 22-02-2003).

## **ВЫВОДЫ**

1. Гравитационные процессы имеют широкое распространение в карьерах Московского региона и отмечены в пределах всех обследованных объектов.

2. Осыпи отмечены в пределах Угрешского карьера в г. Дзержинский и Борисовского карьера в г. Дмитров. В первом случае осыпи формируются по пескам нижнемелового возраста, во втором – по пескам флювиогляциального происхождения четвертичного возраста.

3. Обвалы обнаружены в основании Домодедовского карьера строительного камня вблизи с. Старосьяново, а также в Угрешском карьере. В первом случае обвалы образуются по известнякам и доломитам каменноугольного возраста, во втором – по нижнемеловым кварцитовидным песчаникам.

4. Оползни широко распространены и захватывают практически весь периметр Коняшинского карьера по добыче каменноугольных красноцветных глин в р-не с. Гжель, а также развиваются по моренным суглинкам в Борисовском карьере г. Дмитров и в Угрешском карьере г. Дзержинский.

5. Исходя из описания пород, слагающих борта карьеров, можно сделать вывод, что в Московском регионе осыпи формируются на песках; оползни образуются на глинистых склонах; обвалы возникают на склонах, сложенных песчаниками, известняками и доломитами.

6. Осыпи, обвалы и оползни – это опасные процессы, которые могут повлечь за собой гибель людей, в особенности там, где карьеры расположены в черте городов, поэтому необходимо принимать меры по защите населения и стабилизировать склоны.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Васьков И. М., Юсупов А. Р. Обвалы и оползни в горных долинах //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2017. №. 68. С. 34–42.
2. Горная энциклопедия. / Гл. ред. Е.А. Козловский; Ред. кол.: М.И. Агошков, Н.К. Байбаков, А.С. Болдырев и др. // М.: Сов. энциклопедия. Т. 2. Геосферы – Кенай. 1985. 575 с.

3. Вагнер Б.Б. Геология, рельеф и полезные ископаемые Московского региона: учебное пособие по курсу «География и экология Московского региона» / Б.Б. Вагнер, Б.О. Манучарянц. // М.: МГПУ. 2003. С. 5–18.
4. Мурашова Е. Г. Склоновые процессы Приамурья //Актуальные проблемы, современное состояние, инновации в области природообустройства и строительства. 2015. С. 319–326.
5. Петров Н. Ф. Теоретические основы классификации оползней //Вестник Чувашского университета. 2005. №. 3. С. 267–284.
6. Гакаев Р. А. Обвалы и осыпи как одни из наиболее распространенных опасных процессов горных районов //Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. С. 27–30.

## МЕТОДЫ ОБРАЩЕНИЯ С КРУПНОТОННАЖНЫМИ ОТХОДАМИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Штерн А.М.**

- студент, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

**Научный руководитель: Чертес К.Л.**

- доктор технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются наиболее эффективные и экологически обоснованные методы, применимые к обращению с крупнотоннажными отходами нефтегазовых производств. Выделены особенности данных отходов и определен подход к их уникальным свойствам.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нефтешламы, техногенные грунты, отходы нефтедобычи, методы утилизации.

### ВВЕДЕНИЕ

Вопрос переработки и утилизации отходов нефтегазодобычи остро стоит десятки лет. Данный тип отходов обладает видовым разнообразием, отходы представляются в различной фазе, в разных нефтегазодобывающих провинциях представлен отличный состав образующихся нефтешламов. Кроме того, нефтесодержащие отходы могут различаться ввиду возраста и степени разработки месторождения, этапа его эксплуатации. Каждый вид отходов нуждается в индивидуальном подходе к изучению его свойств, ресурсного и энергетического потенциала с целью обеспечить наиболее экологичные технологии его утилизации.

В данной работе рассмотрим методы, применимые для переработки и утилизации наиболее крупнотоннажных отходов месторождений. Для определения соответствующих методик требуется не только анализ существующих технологий, возможностей технического развития, но и четкое определение – какие отходы можно относить к крупнотоннажными, в каких условиях они образуются, как география, ресурсная и экономическая обстановка региона определяет будущее отхода.

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Важнейшим этапом в выборе метода обращения с отходами является его морфологическое определение и выявление присущих ему свойств. В данном контексте нами были выделены наиболее крупнотоннажные отходы на месторождениях нефтегазового комплекса, определены их объемы, химический состав и выделены свойства применительно к последующей утилизации.

Наиболее распространенные группы видов отходов представлены в ФККО. Каждая группа отходов включает и более подробный перечень, общее количество рассматриваемых применительно к нашей тематике отходов оценивается в более чем 70 пунктах. Это отходы широкого спектра состава и классов опасности от 4 до 2. Однако многие из этих отходов являются вспомогательными, в рамках данной работы рассмотрим наиболее крупнотоннажные из них.

*Нефтешламы и нефтезагрязненные грунты.* Указанный вид отходов происходит из процессов сброса нефти с технологического оборудования при проведении технического обслуживания установок, при зачистке резервуаров хранения нефти, зачистке загрязненных территорий (образуемых при авариях, ремонтах, обслуживании выкидных линий, коллекторов). Свойства исследованных образцов нефтешламов, взятых с месторождения Самарской области, представлены в таблице 1. Они имеют пониженное значение рН и содержат сернистые соединения.

**Таблица 1.** Состав нефтешламов (составлено авторами)

| Параметры оценки                            | Шламы, образуемые при очистке технологического оборудования | Осадки очистки резервуарных парков | Шламы очистки трубопроводов | Нефтезагрязненные грунты в результате аварии на трубопроводе |
|---|---|------------------------------------|-----------------------------|--|
| Минеральная часть (мехпримеси), %           | 11,9-13,5   | 14,5-15,5                          | 13,6-16,4                   | 40,0-70,0  |
| Вода, %                                     | 36,5-42,5   | 43,6-48,5                          | 67,2-71,4                   | 10,0-20,0  |
| Нефтепродукты, %                            | 44,5-48,7   | 36,0-40,4                          | 15,2-16,2                   | 10,0-50,0  |
| Реакция среды, рН                           | 5,0-6,0   | 5,0-5,8                            | 6,0-6,5                     | 6,0-8,5  |
| Сернистые соединения (по элементарной S), % | 2,0-5,5   | 1,5-2,3                            | 0,35-0,45                   | 2,0-3,0  |

*Тампонажные цементы.* Вторым крупнотоннажным отходом являются крупнотоннажные цементы, потерявшие свои потребительские свойства. Данный вид отходов утратил свойства для прямого назначения, но, тем не менее, еще обладает вяжущими свойствами, которые будут крайне полезны в технологии утилизации. Свойства исследованных образцов тампонажного цемента представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Состав тампонажного цемента (составлено авторами)

| Вид                | Влажность % | Плотность скелета т/м <sup>3</sup> | Состав, %        |                                |                                |         |        |                 |
|--------------------|-------------|------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|--------|-----------------|
|                    |             |                                    | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO     | MgO    | SO <sub>3</sub> |
| Тампонажный цемент | (5–10) ±1   | 2,5-3,5                            | 30,0-40,0        | 25,0-30,0                      | До 10,0                        | До 20,0 | До 3,0 | До 6,0          |

*Застарелые иламы.* Нефтешламы со временем имеют свойство осмоляться, образуется вязкая масса, которая уже не пригодна к утилизации на установках нефтеперерабатывающих заводов, построенных для работы с менее вязким, практически жидким сырьем. Данные виды отходов и техногенных образований на их основе, пребывают в выемках в естественных условиях окружающей среды десятилетиями и трансформируются в объекты накопленного экологического вреда.

Граничным условием подбора методов утилизации сформированного перечня отходов стала возможность их переработки в техногенные грунты. Большой объем отходов в купе с низким энергетическим потенциалом (в сравнении со специализированным топливом) делает нелогичным применение термических методов утилизации крупнотоннажных отходов нефтегазовых месторождений. Существует бесчисленное множество методов переработки отходов нефтегазового комплекса. Часто применяются методы термического разложения углеводородов – сжигание, пиролиз и другие. Несмотря на кажущуюся простоту исполнения таких методов, обширность их применения и популярность, в данной работе мы не рассматриваем эти методы. Термические методы позволяют использовать нефтешламы как топливо для производства тепла и других видов энергии. В промышленной отрасли России не наблюдается недостатка привычных топливно-энергетических ресурсов, и нет необходимости прибегать к сжиганию нефтешлама, сопровождаемому многими негативными последствиями. Среди негативных факторов такого метода можно выделить малое количество теплоты, при сжигании такого топлива в сравнении с топливом, непосредственно произведенным для этих целей; необходимость очистки отходящих газов дорогостоящим газоочистным оборудованием. Кроме того, химический состав и физико-химические свойства материала показывают его родство с грунтом. Возвращение ресурса в исходное местоположение в безопасном и родственном виде, восстановление с его помощью нарушенной территории – направление, соответствующее всем экологическим принципам.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В общем виде цель обработки отходов заключается в получение компактного, стабильного, санитарно и экологически безопасного продукта, пригодного к использованию для восстановления нарушенной геологической среды в процессе добычи и транспорта углеводородов.

Наиболее перспективными методами обработки и утилизации нефтесодержащих отходов в границах месторождения в данном контексте выступают комплексы, сочетающие физико-химические и биологические методы. В настоящей работе вышеуказанные методы могут быть классифицированы следующим образом:

- структурно-фазовое преобразование (кондиционирование);
- концентрирование (компактирование);
- стабилизацию;
- упрочнение.

*Структурно-фазовое перераспределение (кондиционирование).*

Отходы НГК представляют собой гетерофазные системы, состоящие из трех ключевых компонентов: твердой фазы (механических примесей) и двух жидких фаз (воды и нефти с различной степенью взаимного перераспределения).

Методы структурно-фазового перераспределения применяются для снятия заряда на границах раздела различных фаз, таких как твердое вещество-жидкость, жидкость-жидкость, и эмульсия-твердое вещество. Они достигаются путем физического, физико-химического или химического воздействия на отходы НГК, которые представляют собой многокомпонентную систему с особенностями суспензии и эмульсии. Для большинства методов структурно-фазового перераспределения необходимо использование реагентов, коагулянтов, флокулянтов и коалесцирующих добавок.

*Концентрирование.*

В технологических схемах обработки и утилизации отходов НГК, методы структурно-фазового перераспределения являются вспомогательными для методов концентрирования. Эти методы включают в себя обезвоживание, удаление нефтепродуктов и других, преимущественно жидких флюидов, которые составляют значительную часть объема отходов.

Для уменьшения объема отходов и обеспечения их компактности и переносимости, используются методы концентрирования. Они включают в себя обезвоживание и удаление жидких компонентов, таких как нефтепродукты.

*Стабилизация.*

Для снижения концентрации токсичных углеводородов в грунтоподобных продуктах переработки отходов НГДМ используются методы стабилизации, которые могут быть химическими или биохимическими. Наиболее распространенным методом стабилизации нефтепродуктов является биотермическое компостирование, которое представляет собой смешивание нефтешламов и нефтезагрязненных грунтов с наполнителями для создания благоприятных условий для разложения сложных углеводородсодержащих соединений микрофлорой-редуцентами.

#### *Консолидация.*

Методы упрочнения предварительно обработанных отходов можно разделить на две подгруппы: скелетизацию и цементацию. Скелетизация направлена на смешение обезвоженных и стабилизированных отходов нарушенной структуры с добавками на основе материалов, обладающих повышенной твердостью, таких как отходы гранитных, базальтовых производств и некоторые виды шлаковых отходов металлургических производств. Путем добавления таких материалов и перемешивания исходной смеси образуется прочная скелетная матрица, которая принимает на себя основную часть статических и динамических нагрузок, если материал используется в качестве основания для объектов пониженной степени ответственности. Однако, применение скелетизации ограничено дефицитом подходящих добавок для данного процесса в границах обустраиваемых месторождений. Поэтому, более предпочтительным методом для упрочнения отходов НГК является цементация, особенно при ликвидации или консервации НГДМ по завершению его эксплуатации на финальной стадии жизненного цикла.

Цементация обусловлена наличием в складских хозяйствах буровых установок материалов, обладающих остаточной связующей способностью, включая тампонажные цементы, которые потеряли свои потребительские свойства из-за превышения сроков хранения, переувлажнения и старения. Цементирующие добавки могут использоваться для упрочнения отходов НГДМ, что позволяет им дольше сохранять свои качественные характеристики и значительно уменьшает риск повреждения конструкций.

В общем виде технологическая схема утилизации отходов НГДМ представляет собой последовательный или параллельный набор методов подготовки.

## **ВЫВОДЫ**

В результате работы сформирован перечень наиболее энерго- и ресурсноэффективных методов по обращению крупнотоннажными отходами нефтегазодобывающих комплексов.

Данная работа позволяет приобрести ясность в видении методик работы с определенной спецификой таких отходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная система обращения с буровыми шламами с использованием геоконтейнерной обработки, Сафонова Н.А., Чертес К.Л., Тупицына О.В., Пыстин В.Н., Калинкина К.Д., Бурлака В.А., Быков Д.Е. Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 4. С. 274–284.
2. Федеральный Классификационные Каталог Отходов // Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 №242 (с изменениями от от 29.03.2021 N 149).
3. Литвинова Т.А., Цокур О.С., Зубенко Ю.Ю., Косулина Т.П. Решение проблемы утилизации нефтесодержащих отходов с вовлечением их в ресурсооборот // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.
4. Сравнительный анализ способов обезвоживания шламовых отходов перед их утилизацией в строительно-хозяйственной деятельности, Чертес К.Л., Мартыненко Е.Г., Сафонова Н.А., Гришин Б.М., Региональная архитектура и строительство. 2017. № 3 (32). С. 143–151.
5. Зеленцов, Д.В. Комплекс биодеструкции нефтеотходов / Д.В. Зеленцов, К.Л. Чертес, Д.Е. Быков, О.В.Тупицына, Н.Г. Гладышев // Экология и промышленность России. 2011
6. Пыстин В. Н. Методы экспертных оценок состояний техногенных образований / В. Н. Пыстин, К. Л. Чертес, Т. И. Забродина // III Международный экологический конгресс (V Международная научно-техническая конференция) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов», Тольятти – Самара, 21–25 сентября 2011 г. : сборник трудов. Тольятти – Самара. 2011. Том 4. С. 239–243
7. Быков, Д.Е. Геоэкологические направления рекультивации неорганизованных объектов размещения органоминеральных отходов / Д.Е. Быков, К.Л. Чертес, Е.В. Михайлов, О.В. Тупицына // Сборник докладов пятого международного конгресса по управлению отходами и природоохранными технологиями ВэйстТэк-2007. // М.: [б.и.], 2007.
8. Принципы управляемого восстановления территорий размещения отходов, Потапов А.Д., Тупицына О.В., Сухоносова А.Н., Савельев А.А., Гришин Б.М., Чертес К.Л., Известия высших учебных заведений. Строительство. 2014. № 5 (665). С. 98–108.

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОМОСТРОЕНИЯ

**Зуева М.К.**

*- студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

**Научный руководитель: Ким Д.А.**

*- старший преподаватель, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

### АННОТАЦИЯ

Модульная конструкция представляет собой одну из технологий заводского изготовления, которая становится все более популярной во всем мире. Темой этой статьи является анализ использования модульной конструкции. В этой статье представлен обзор преимуществ и недостатков модульной конструкции. Преимущества перечислены с точки зрения качества, экономии, времени и экологии, а также с точки зрения гибкости конструкции и безопасности работ, как во время производства, так и при монтаже на строительной площадке. Рассматриваются также и недостатки модульной конструкции - сложная транспортировка модулей, требующая координации производства и строительства, дороговизна производства и его типизация.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** современные строительные технологии, модульные здания, быстрое строительство

### ВВЕДЕНИЕ

Как и в других областях, строительная отрасль имеет тенденцию к постоянному развитию. Требования к процессу строительства, касающиеся его скорости, эффективности и минимизации негативного воздействия на окружающую среду постоянно возрастают. Благодаря этому существует растущий спрос на строительство новых зданий методом модульного строительства.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поскольку большинство других крупных отраслей промышленности эволюционировали, чтобы полагаться на более промышленные и автоматизированные процессы, неизбежным является и то, что строительная отрасль будет делать то же самое, например, все больше и больше переходя к таким подходам, как модульное строительство. В связи с этим необходимо рассмотреть более подробно возможности повсеместного внедрения этой технологии.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Модульное строительство — это процесс, который включает в себя строительство быстровозводимых зданий на заводах за пределами площадки и транспортировку их на рабочую площадку для монтажа. На заводе модули собираются с использованием конвейерных систем и строительных технологий, что обеспечивает эффективный и стандартный процесс. В последние годы наблюдается рост использования объемного строительства, которое предполагает возведение как можно большей части здания за пределами площадки до его доставки на стройплощадку. Как правило, объемный проект предусматривает создание полноценной комнаты с ванной комнатой внутри этой комнаты, а также частью коридора и, возможно, некоторой внешней отделкой. Строительство за пределами площадки имеет ряд преимуществ с точки зрения программы, отходов, стоимости и, что особенно интересно для нас, качества. Элементы здания могут быть изготовлены намного быстрее в контролируемых условиях – при необходимости процесс может продолжаться круглосуточно и включать в себя непрерывную выкатку готовой продукции с производственного цеха. Процесс не регулируется некоторыми внешними факторами, присутствующими при традиционных сборках, такими как неблагоприятные погодные условия, сложная логистика на стройплощадке, нехватка квалифицированных специалистов в отрасли и т. д. В производственном процессе часто участвуют люди, специализирующиеся в одной конкретной области в соответствии с очень высокими стандартами, что приводит к повышению качества продукции. Скорость выполнения программы приводит к более раннему завершению проекта. [1]

При строительстве здания обычно используется либо деревянный, либо стальной каркас для конструкции и может включать деревянный или бетонный пол. Есть два типа модульных зданий:

1. Перемещаемые модульные здания. В перемещаемом здании используются конструкции, возводимые на заводе-изготовителе с завершением на 80% или более, включая нанесение внутренней и внешней отделки. Здания спроектированы с полным оборудованием и отделкой. Они предлагают самую быструю форму доставки, возможность перемещения на другие объекты и потенциально выгодные финансовые и налоговые характеристики, связанные с тем, что здание классифицируется как личная собственность. Перемещаемые здания соответствуют требованиям государственных и местных строительных норм, и правил и являются идеальным решением для быстрого решения временных или промежуточных помещений.

2. Постоянное модульное строительство. Экологически устойчивый метод строительства, для изготовления одно- или многоэтажных зданий, которые поставляются в виде модульных секций и крепятся к постоянному фундаменту. [1]

Популярность модульного строительства неуклонно растет во всех отраслях благодаря широким возможностям проектирования, так этот тип конструкции можно применять в:

- Медицине. Модульные здания полностью соответствуют строгим санитарным требованиям медицинской отрасли. Эти конструкции могут быть добавлены к существующим зданиям для увеличения вместимости пациентов и могут быть легко установлены в отдаленных районах и развивающихся странах, которые в противном случае могут не иметь доступа к надлежащему уровню медицинской помощи. Это делает модульные здания идеальными для таких мест, как лагеря беженцев, военные базы и центры помощи при стихийных бедствиях.

- Промышленности. Коммерческие и промышленные модульные офисные комплексы могут быть построены с любым типом интерьера или экстерьера, чтобы органично вписаться в существующее здание, или могут существовать как самостоятельная структура. Типичные области применения модульных зданий такого типа включают временные офисы, административные здания, удаленные торговые точки и конференц-залы.

- Образовательных учреждениях. Модульные здания являются идеальным решением для быстрорастущих школьных округов с растущим числом учащихся и ограниченным пространством и могут использоваться в качестве постоянных классных комнат. Сборные конструкции также могут использоваться в качестве временных решений при строительстве постоянных объектов.

- Жилых зданиях. В сельских и пригородных районах модульная конструкция может использоваться для создания домов "под ключ", которые легко соответствуют федеральным, государственным и местным строительным нормам. [3]

Следует отметить, что, хотя большинство модульных проектов имеют четыре этажа или меньше, в последние годы все большее число превышает 10 этажей, и модульная конструкция может использоваться для возведения сооружений любой высоты, если иное не ограничено местным кодексом. [3]

Модульные проекты могут состоять из комбинации объемных и не объемных компонентов, и в проектах может использоваться комбинация строительства за пределами площадки и на месте, в зависимости от конкретных требований проекта, программы и площадки. Например, компоненты, необходимые для формирования больших проемов или пролетных строений, которые может быть трудно изготовить за пределами объекта, обычно

изготавливаются на месте. Однако следует отметить, что общие затраты времени и рабочей силы на модульное строительство без объема, как правило, все еще значительно ниже, чем при традиционном строительстве на месте. [4;2]

В начале строительства необходимо определить подходит ли модульное строительство для определенного проекта, необходимо хорошо понимать процесс, чтобы иметь возможность оценить, в какой степени это поможет проекту достичь целей, касающихся затрат, времени, рабочей силы, площадки и программы. [5]

Определенные аспекты проекта делают модульное строительство идеальным подходом:

- Проекты, в которых важно сокращение графика или времени выхода на рынок;
- Проекты с повторяющимися элементами, такими как идентичные классные комнаты, общежития, офисные помещения или лаборатории;
- Проекты с относительно плотным обрамлением и без чрезмерных пролетов;
- Проекты, расположенные на удаленных или менее доступных участках, где строительство на месте было бы затруднено - например, в густонаселенных городских районах — в местах с ограниченным строительным сезоном или на участках с недостаточным количеством материалов или земли;
- Проекты, расположенные в районах, где рабочая сила труднодоступна. [5]

При отсутствии этих аспектов модульное строительство все еще может быть жизнеспособным и конкурентоспособным процессом, но все преимущества модульного процесса могут быть не реализованы. Модульный подход к строительству может потребовать от проектной группы принятия на себя новых обязанностей, отличающихся от тех, которые традиционно возлагаются на архитектора: при проектировании модульного здания следует учитывать производственный процесс, вопросы транспортировки и последовательность. [4]

Хотя модульная конструкция предлагает много преимуществ, она не лишена своих недостатков:

1. Сложная транспортировка модулей. Необходимо транспортировать готовые модули с размерами в плане 6×3 м или 9×3 м на строительную площадку. Иногда перевозятся даже более крупные компоненты, что означает, что приходится иметь дело с негабаритными перевозками. Размеры модулей ограничены их транспортными возможностями.

2. Требования к точному планированию. Процесс планирования особенно сложен из-за сложных компонентов, которые должны быть изготовлены и смонтированы в процессе заводской сборки. Для каждого строительного проекта идеальная координация на этапах проектирования, производства и сборки, включая переход от одной фазы к следующей, является ключевым элементом как для своевременного завершения, так и для получения

требуемой прибыли. Еще одним требованием является точное планирование проекта. Для выполнения этих требований рабочим группам необходимо присутствие экспертов, обладающих необходимым опытом и знаниями.

3. Первоначальные затраты на создание производственного предприятия. Хотя затраты на изготовление и сборку ниже, чем при использовании обычной технологии, необходимо построить завод по производству. В районах, где затраты на рабочую силу и другие требования к традиционному строительству ниже, чем при создании завода по производству модульных конструкций, использование традиционной технологии является более выгодным с финансовой точки зрения для конкретного строительства. [4;5]

В этом исследовании рассматривается сравнение количества использованных материалов при постройке здания традиционного и модульного типа (рис. 1 и табл.1), для выявления более перспективного типа здания для быстрого строительства.



**Рисунок 1.** Модель кирпичного и модульного дома

**Таблица 1.** Сравнительные технико-экономические показатели зданий

| Наименование                     | Ед. изм                         | Модульное здание | Традиционное здание |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------|---------------------|
| Этажность                        | шт.                             | 2                | 2                   |
| Общая площадь                    | м <sup>2</sup>                  | 175,51           | 173,50              |
| В т. ч. площадь террасы          | м <sup>2</sup>                  | 39,10            | 38,55               |
| Жилая площадь                    | м <sup>2</sup>                  | 136,41           | 134,95              |
| Объем/площадь стен и перегородок | м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup> |                  |                     |
| Перегородка из кирпича 120 мм    | м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup> | 5,77/48,10       | 15,10/125,85        |
| Стена из кирпича 250 мм          | м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup> | -                | 43,65/176,45        |
| Вентфасад                        | м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup> | -                | 49,29/234,80        |
| Стены из ЛСТК                    | м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup> | 52,66/223,75     | -                   |
| Фасадная панель                  | м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup> | 10,88/217,55     | -                   |

Таким образом, при подсчете стоимости ресурсов можно получить, что строительство традиционного здания в 1,6 раза больше, чем модульного, а расход материала у модульного здания на 30% меньше [1].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря растущему спросу в здравоохранении, доступном жилье и многих коммерческих отраслях мировой рынок модульного строительства будет демонстрировать ежегодный рост на 6,4% в течение следующих шести лет. Сборное строительство позволяет ускорить и сделать процесс строительства более экономичным, что может помочь смягчить нынешний кризис доступного жилья. Эффективность модульного строительства может оказаться необходимой, поскольку строительные площадки адаптируются к изменениям в отрасли после пандемии коронавируса. Технология модульного строительства является мощным средством решения многих проблем, стоящих перед современной строительной отраслью, таких как высокие затраты и нехватка рабочей силы [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.Ю. Эглескалн, И.П. Потапов, В.В. Гранев, Т.Е.Стороженко, А.Е. Иванов. Методическое пособие. Проектирование модульных зданий // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве». Москва 2018. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293728/4293728153.pdf>. Дата обращения: 10.02.23.
2. Why we need a design code for modular homes [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.architectsjournal.co.uk/opinion/why-we-need-a-design-code-for-modularhomes/10024160.article.html>. Дата обращения: 08.02.23
3. А.Н. Мушинский, С.С. Зимин. Строительство быстровозводимых зданий и сооружений. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4 (31). С.182–193. Режим доступа: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/4\(31\)/13\\_mushinsky\\_31.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/4(31)/13_mushinsky_31.pdf). Дата обращения: 25.02.23.
4. Modular construction takes center stage in Wembley [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.buildingconstructiondesign.co.uk/news/modular-construction-takes-centre-stage-in-wembley>. Дата обращения: 25.02.23.
5. Холодняк, В. Д. Быстровозводимые конструкции. Модульное строительство // Молодой ученый. 2020. № 22. С. 188–190. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/312/70940/>. Дата обращения: 06.02. 23.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА КОНФИГУРАЦИЮ И РАЗМЕЩЕНИЕ БЛОКА РЕАКТОРА

**Баландина О.А.**

- аспирант, Самарский государственный технический университет «СамГТУ», 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 224.

**Научный руководитель: Пуринг С.М.**

- кандидат технических наук, доцент, Самарский государственный технический университет «СамГТУ», 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 224.

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные физико-химические параметры, влияющие на эффективность каталитического метода очистки дымовых газов от энергоустановок. Выполнен анализ достоинств конструкции сборного каталитического модуля, учитывающей механизм и кинетику каталитических реакций нейтрализации в газовом тракте энергоустановок. Приведен алгоритм, описывающий взаимодействие оксидов азота и углерода с атомарным кислородом на поверхности каталитического модуля в условиях дифференцирования газового тракта котельного агрегата по длине на участки с константными значениями температур.

**Ключевые слова:** оксиды азота, оксиды углерода, котельная, катализатор.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из направлений повышения экологической безопасности энергоустановок является нейтрализация токсичных компонентов продуктов сгорания природного газа. Авторами [1] предложен способ управления выбросами газоиспользующих котельных агрегатов без применения внешнего реагента. Нейтрализация оксидов азота достигается за счет каталитического восстановления монооксидом углерода при предварительном регулировании окислителя, поступающего в зону горения. Недостатками этого способа является необходимость управления общими и локальными температурами внутри топки для контроля соотношения  $CO/NO_x$ , а также дорогостоящая модификация конструкции горелок и зоны первичного зажигания.

Кроме того, предложенный способ рассматривает применение широкого спектра конфигураций катализаторов, включая различные материалы подложки и каталитического слоя, что ведет к игнорированию оценки влияния гидравлического сопротивления блока реактора на потери давления в газоходе котла.

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Каталитический метод очистки основан на взаимодействии потока дымовых газов с развитой поверхностью реактора, увеличение площади которой приводит к увеличению эффективности очистки и одновременно к снижению тяги в газоходе. Недостаточная тяга

увеличивает риск проникновения угарного газа в помещение котельного зала, а также приводит к повышенному сажеобразованию и отравлению катализатора [2]. Для повышения качества очистки дымовых газов и сохранения эффективности работы систем дымоудаления необходимо применять конструкции реакторов, позволяющие дать точную оценку их влияния на гидравлическое сопротивление системы.

Основная доля выбросов  $NO_x$  в дымовых газах котельных установок приходится на термический и быстрый сценарии окисления азота в воздухе. Концентрация  $NO_x$ , выделяющихся в процессе сжигания углеродного топлива в основном определяется стехиометрическими параметрами и температурой в зоне горения. Одной из перспективных технологий нейтрализации токсичных компонентов уходящих газов является избирательное каталитическое окисление без введения дополнительных реагентов [3,4]. Достижение максимальной эффективности очистки возможно при выборе рациональной зоны размещения каталитического реактора в системе газоходов котла с учетом:

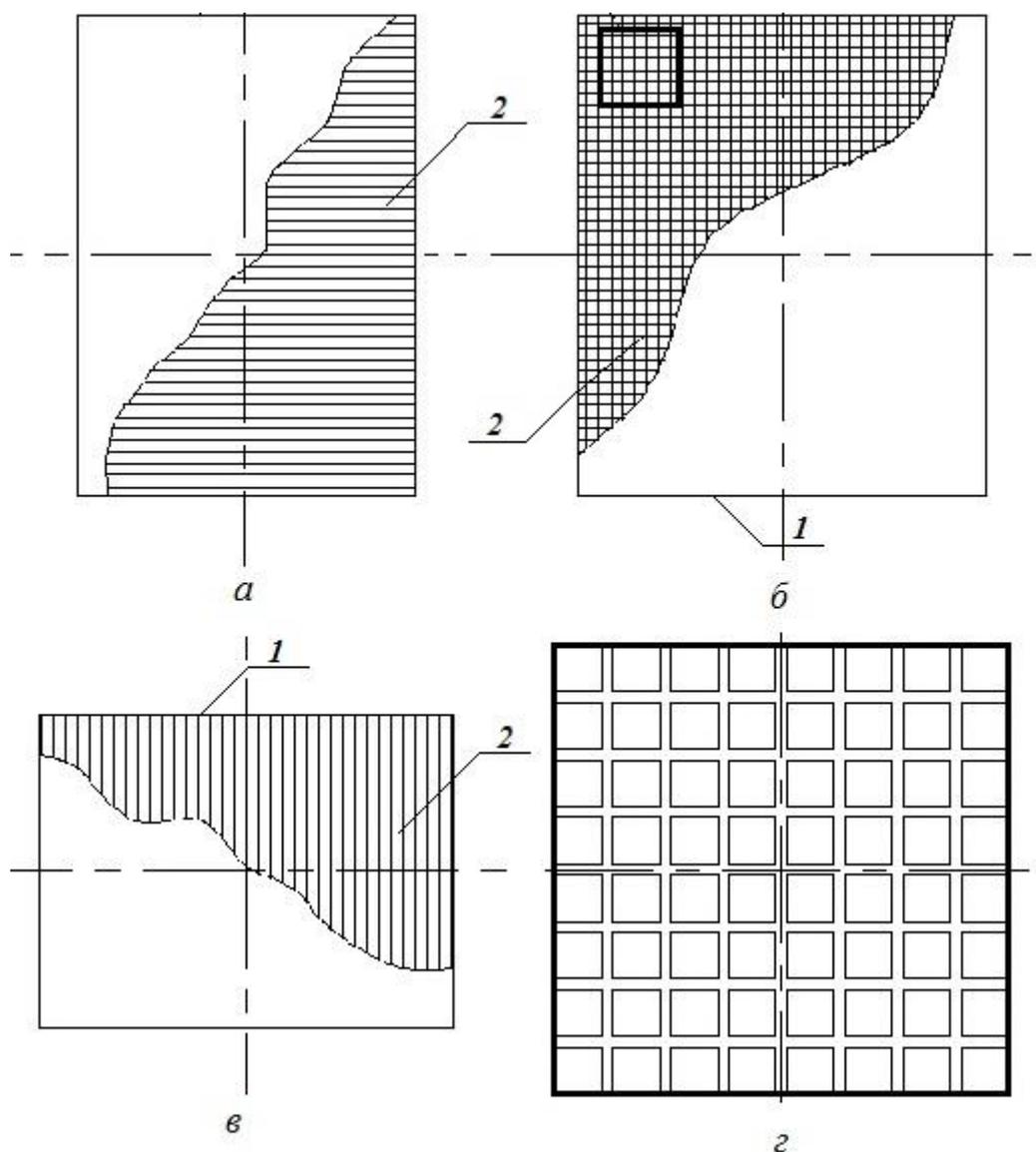
– степени внешней диффузии токсичных компонентов, ограниченной лимитирующей стадией окислительного процесса на поверхности каталитических ячеек блока реактора [5];

– комплексного влияния режимов работы котельного агрегата, скорости движения дымовых газов по тракту и температуры дымовых газов на сопротивление каталитического слоя и эффективность очистки.

От геометрических параметров и материала конструкции реактора зависит степень окисления реагентов на поверхности катализатора, а следовательно, и полнота нейтрализации выбросов  $NO_x$  и  $CO$  в дымовых газах.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Авторами [2] предложена конструкция сборного каталитического модуля, учитывающая механизм и кинетику каталитических реакций нейтрализации в газовом тракте энергоустановок. Сборный реактор сотовой структуры включает в себя каналы квадратного сечения размером 6 x 6 мм, сформированные из монолитных керамических блоков, на которые нанесено равномерно распределенное каталитически активное вещество в виде платины [5].



**Рисунок 1.** Конструкция сборного каталитического модуля  
 а – вид справа; б – фронтальный вид; в – вид сверху;  
 г – фрагмент А элементарная ячейка; 1 - блок сотовой структуры;  
 2 – монокристаллический носитель с параллельными непересекающимися каналами.

Выбор платины, в качестве активатора катализа (сплав  $0,5 \div 0,6\%$  масс.), обоснован ее способностью к повышению степени очистки за счет перехода окислительных реакций к первому порядку (для платиновых катализаторов  $n=1$ ; для ванадиевых  $n=1,8$ ; для железоксидных  $n=2,5$ ). Выбор керамики в качестве материала сотовой подложки основан на сокращении времени окислительных реакций, за счет ускоренного прогрева и с учетом более низкой стоимости керамического носителя, по сравнению с металлическим [6].

Выбор рациональной зоны размещения каталитического модуля в газоходе котла, учитывающей комплексное влияние режимов работы котельного агрегата, скорости движения

дымовых газов по тракту и температуры дымовых газов на эффективность очистки, производился в результате решения уравнений алгоритма, описывающего взаимодействия  $CO$  и  $NO$  с атомарным кислородом на поверхности катализационного модуля в условиях дифференцирования газового тракта котельного агрегата по длине на участки с константными значениями температур [5,6].

$$\text{Для } NO_x \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial C^{NO_x}}{\partial h} = \frac{\sum_{m=1}^z k_m \cdot C_k^{NO_x}}{v_z}, \\ \frac{\partial T}{\partial h} = \frac{\sum_{m=1}^z k_m \cdot C_k^{NO_x} \cdot q_m}{v_z \cdot c_p}, \\ \frac{\partial C^{NO_x}}{\partial \tau} = \beta \cdot (C_r^{NO_x} - C_k^{NO_x}) \cdot s, \\ \sum_{m=1}^z k_m \cdot C_k^{NO_x} \cdot q_m = \alpha \cdot (T_z - T_k) \cdot s. \end{array} \right. \quad CO \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial C^{CO}}{\partial h} = \frac{\sum_{m=1}^z k_m \cdot C_k^{CO}}{v_z}, \\ \frac{\partial T}{\partial h} = \frac{\sum_{m=1}^z k_m \cdot C_k^{CO} \cdot q_m}{v_z \cdot c_p}, \\ \frac{\partial C^{CO}}{\partial \tau} = \beta \cdot (C_r^{CO} - C_k^{CO}) \cdot s, \\ \sum_{m=1}^z k_m \cdot C_k^{CO} \cdot q_m = \alpha \cdot (T_z - T_k) \cdot s. \end{array} \right. \quad (1)$$

## ВЫВОДЫ

При выполнении расчетов определения эффективности блока реактора необходимо использовать актуальные данные режимных карт типового котельного оборудования предприятий энергетического комплекса. Блочный катализационный модуль сотового типа, созданный по способу [2], обеспечивает высокую степень очистки, имеет сравнительно несложную технологию изготовления и низкое гидравлическое сопротивление.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фань Ч. и др. Система и способ управления выделениями  $NO_x$  из котлов, сжигающих углеродные топлива, без использования внешнего реагента. 2007.
2. Баландина О.А. и др. Устройство для очистки дымовых газов // Патент РФ № 215634/21.12.2022
3. Сигал И. Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива //Л.: недра. 1988. Т. 310. С. 25.
4. Котлер В. Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов //М.: Энергоатомиздат. 1987. С. 144.
5. Баландина О. А., Филатова Е. Б., Пуринг С. М. К вопросу о методах определения кинетических параметров окислительных реакций на поверхности рт катализатора //Международный научно-исследовательский журнал. 2020. №. 7–1 (97). С. 39–44.
6. Митричев И. И. и др. Компьютерное моделирование и оптимизация процесса удаления оксида азота и монооксида углерода на высокопористом катализаторе //Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. 30. №. 4 (173).

## ПРОЕКТ РЕГИОНАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

**Атаева А.С.**

*- преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, 744025, г. Ашгабат, ул. Баба Аннанова, д. 136*

### **АННОТАЦИЯ**

Региональное планирование включает в себя такие направления и обязанности как: сопоставление вариантов размещения новых промышленных предприятий в разных городах с учетом местных условий и планирования; разработка и размещение строительных баз по плану в соответствии с размерами и очередностью производства работ промышленного, жилищного и коммунального строительства; комплексное решение транспортных, энергетических, водопроводных, канализационных и других проблем, а также гармоничное построение системы инженерного оборудования.

### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

Пограничное планирование, промышленные предприятия, экономико-географическое положение.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основной задачей градостроительства является разработка проекта. Все объекты общественного хозяйства должны располагаться на территории города и среди них должны быть размещены промышленные предприятия, внешние транспортные узлы, жилищно-коммунальное строительство, городской транспорт, водоснабжение и др. Второе значение занимает размещение материальных элементов на городской площади и их фактический размер для удовлетворения спроса.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Целью планирования является разработка комплексного плана развития и размещения всех производств, видов строительства. В данный план входят объекты в эксплуатации, планируемые и строящиеся. В пространственном планировании выполняется не только окончательный выбор единых географических точек всех объектов строительства, но и одновременно решаются такие взаимосвязанные задачи как:

- наличие промышленных предприятий, поселков, дачных хозяйств, расположенных в определенной местности;
- железные дороги, автомобильные дороги, наружные водопроводы, газопроводы, объекты водоснабжения, энергоснабжения и другие объекты на выделенных территориях;
- при этом предполагается размер развития всех объектов (население города, численность занятых на промышленных предприятиях);

- таким образом обеспечивается удобное и согласованное размещение промышленных предприятий, сельскохозяйственных угодий, транспортных узлов, объектов водоснабжения и энергоснабжения.

Чтобы правильно организовать исследования и планирование, необходимо ограничить планирование: разделить территорию на отдельные производственно-территориальные структуры. Региональное планирование включает в себя такие направления и обязанности как: сопоставление вариантов размещения новых промышленных предприятий в разных городах с учетом местных условий и планирования; разработка и размещение строительных баз по плану в соответствии с размерами и очередностью производства работ промышленного, жилищного и коммунального строительства; комплексное решение транспортных, энергетических, водопроводных, канализационных и других проблем, гармоничное построение системы инженерного оборудования. Таким образом, при определении точек строительства они не должны быть независимыми, а должны учитываться условия, влияющие на них (проезды, условия путей развития точек). При решении проблемы водоснабжения следует изучить водный баланс данной местности. [1].

Полевой опрос проводится для решения каждой проблемы планирования затрат. Решение различных проблем пограничного планирования отличается от одной территории к другой.

Промышленный узел — это группа заводов или предприятий, обслуживаемых единым внешним транспортным узлом и единой сетью населенных пунктов. По мнению характерного признака «системы населенных пунктов», можно считать ежедневные интенсивные пассажиропотоки (трудовые и культурно-бытовые поездки) на расстоянии между населенными пунктами. Сеть из нескольких населенных пунктов размещена в краевой области, тогда как другая сеть включена в узел. Таким образом, на основе «планировочного ограничения» осуществляется комплексный анализ условий и проблем размещения и развития производственных и населенных пунктов. По мере того, как условия «ограничения планирования» исчезают, пределы могут измениться, и при этом будет предполагаться реформа. Реформа способствует в удобном размещении, реконструкции и развитии всех типов зданий.

Для того, чтобы правильно решить задачу планирования затрат, необходимо провести предварительное технико-экономическое обоснование:

- проведение обследования современного состояния экономики - характера, размеров и размещения промышленности, энергетики, транспорта, сельского хозяйства и т. д.;

- изучение совокупностей подвижных населенных пунктов - всех городов и сел (самостоятельность населения, функции, экономико-географическое положение, жилищно-коммунальный фонд), а также характер заселения сел (язык и размеры заселения сел);

- сбор и систематизация данных о перспективах развития детских, проектных и научно-исследовательских учреждений;

- сбор материалов и проведение специальных изысканий (топографо-геологических изысканий, гидрологических, микроклиматических и гигиенических изысканий) с целью определения площади для размещения промышленных предприятий и градостроительной деятельности).

На основе анализа конкретных исследовательских и диагностических данных составляется общая карта условий развития и развертывания производительных сил на основе обобщенного результата. В нем должны быть отмечены контуры месторождений полезных ископаемых и места их разработки, действующие и планируемые предприятия: линии электропередач, крупные заводы, предприятия химической промышленности и другие действующие и проектируемые железные дороги и узлы, нефте- и газопроводы, зеленые комплексы, сельскохозяйственные поля. [2].

Вопрос размещения необходимо решать одновременно с развертыванием производства и транспортировки.

Считается нежелательным проектировать город самостоятельно, без учета его окружения. Поэтому следует учитывать планировку территории вокруг города. Данная работа представляет собой форму «планирования границ». На эскизном плане (масштаб 1:50000 или 1:25000) должны быть показаны такие объекты как:

- сельскохозяйственная территория - садовая, фруктовая, тепличная и смешанная;
- промышленные предприятия, вырабатывающие сельскохозяйственную продукцию, производящие строительные материалы;
- лесничество - леса, лесопарки, защищенные от газов, пыли, ветра; водо- и землещитные зоны;
- населенные пункты - сельскохозяйственные, промышленные, транспортные, а также коттеджи, санатории, дома отдыха и другие;
- железнодорожные станции и линии, аэропорты, автомагистрали и маршруты местного сообщения;
- водосборы и водоохранные зоны;
- участки сбора сточных вод, участки очистки сточных вод.

Данные объекты предъявляют особые требования к выбору их местоположения. Однако расположение объектов прилегающей территории города должно быть удобным и связанным между собой.

Размещение специализированного сельского хозяйства на загородных участках осуществляется с учетом климатических условий, характера местности, близости грунтовых вод, расположения неблагоприятных участков.

При планировании территории вокруг города необходимо наряду с размещением сельского хозяйства обратить внимание на размещение промышленных предприятий, домов отдыха, санаториев, зеленых насаждений.

Все эти объекты имеют особые требования к выбору полей. Вместе они должны удобно располагаться по отношению друг к другу.

Дома отдыха, санатории должны располагаться вдали от вредных зон промышленных предприятий, в чистых лесах, на краю побережья.

Система зеленых насаждений должна создавать парки и леса в рекреационных зонах вблизи города и за городом. При этом должны поддерживаться или создаваться буферные зоны для защиты города от ветра, пыли и вредных газов.

**Таблица 1.**

| Население города 1 000 000 человек. | Общая плотность населения (возраст площадь 15м <sup>2</sup> /возраст) возраст/га | Размер участка отбора, км <sup>2</sup> | Общая городская территория (включая промышленные, складские, буферные зоны и т. д.) |           | Размер площади км <sup>2</sup>          |           |   | Радиус городской территории и км | Ширина пригородной зоны (от городской черты) км |
|-------------------------------------|--|--|---|-----------|---|-----------|---|----------------------------------|---|
|                                     |  |  | площадь км <sup>2</sup>   | радиус км | оказывающие сельскохозяйственные угодия | весь круг | совокупная мера всего района и городской территории |                                  |   |
| 10                                  | 70   | 1,4                                    | 2,8   | 0,94      | 20                                      | 40        | 42,8  | 3,7                              | 2,6   |
| 25                                  | 80   | 3,2                                    | 6,4   | 1,43      | 40                                      | 80        | 86,4  | 5,2                              | 3,8   |
| 50                                  | 90   | 5,6                                    | 11,2  | 1,89      | 100                                     | 200       | 211,2   | 8,2                              | 6,3   |
| 100                                 | 100  | 10                                     | 20  | 2,52      | 200                                     | 400       | 430   | 11,6                             | 9,1   |
| 200                                 | 108  | 18,5                                   | 37  | 3,43      | 400                                     | 800       | 837   | 16,3                             | 12,9  |
| 400                                 | 110  | 36,2                                   | 72,4  | 4,8       | 800                                     | 1600      | 1672,4  | 23,1                             | 18,3  |
| 800                                 | 111  | 72,1                                   | 144,2   | 6,77      | 1600                                    | 3200      | 3344,2  | 32,7                             | 25,9  |

Выбор мест водосбора и устройство водоохраных зон, выбор мест для ликвидации загрязнений и сброса сточных вод должны обеспечивать хорошее санитарное состояние города и всех населенных пунктов и зон отдыха.

Дорожные сети пригородной зоны следует проектировать в черте города. Дорожные сети не должны соединять все домохозяйства с одним городом, а должны быть взаимосвязаны.

## **ВЫВОДЫ**

Проблема размещения в черте города, размера населенных пунктов и размещения других объектов, подлежащих размещению, должна решаться комплексно. Среди них необходимо учитывать притяжение населенных пунктов пригорода и города друг к другу. С одной стороны, город служит соседям в экономических и культурно-социальных отношениях, а с другой стороны соседи, в свою очередь, служат городу.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Под редакцией А.И. Евдокимова. Международная экономические отношения. 2 – е издание. Москва, проспект, 2014. Жакевич А.Г. Импортзамещение: проблемы и перспективы // Вестник Международного института экономики и права. 2015. № 1 (18).
2. Козьева И.А., Кузьбожев Э.Н. Экономическая география и регионалистика: Учебное пособие для вузов. // Курск: КГТУ, 2014.
3. Бауер Р., Коллар Е., Жак В. Управление инвестиционными проектами. // М.: Финансы и статистика, 2010.
4. Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Каганов Р.М. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность // М.: Экономика, 2001.

## СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ И МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Малюк Н.А.**

- студент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

**Стрижевский И.А.**

- студент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

**Озерова Н.В.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

**Мамина Д.Х.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26

### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрена проблема сейсмической активности Северного Кавказа. Представлена общая информация о регионе, характеристика грунтов и анализ сейсмической активности. Кроме того, приведен пример землетрясения на Северном Кавказе и предложены меры по повышению сейсмостойкости зданий и сооружений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сейсмическая активность, Северный Кавказ, меры повышения сейсмостойкости сооружений.

### ВВЕДЕНИЕ

**Северный Кавказ** — это самый густонаселённый регион Российской Федерации. Площадь его составляет 258,3 тысяч км<sup>2</sup> (1,5 % площади страны), население - 10,2 миллионов человек (по состоянию на 1 января 2023 года) [1]. На территории Северного Кавказа расположены 7 республик: Адыгея, Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария, Северная Осетия-Алания, Ингушетия, Чечня и Дагестан, а также 2 края: Краснодарский и Ставропольский, входящие в Южный и Северо-Кавказский федеральные округа.

Будучи частью продолжающегося континентального столкновения между Аравийской и Евразийской плитами, Кавказский регион является местом умеренной и сильной сейсмичности, где разрушительные землетрясения привели к значительным человеческим жертвам и материальным потерям (Шемахинское землетрясение, Азербайджан, 1902 г.; Спитакское землетрясение, Армения, 1988 г.; Рачинское землетрясение, Грузия, 1991 г.). Восточная часть Северного Кавказа (Дагестан, Чечня, Ингушетия, Северная Осетия), а также подвержены сильным сейсмическим событиям (Дагестан, 1830, 1970 г.; Чечня, 1976 г.; Карачаево-Черкесия, Теберда, 1905 г.).

Основываясь на изложенном материале, мы считаем необходимым рассмотреть именно его в нашей работе и выявить все необходимые меры безопасности по сокращению числа пострадавших при землетрясениях в данном регионе.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В зависимости от сейсмических свойств различают следующие группы грунтов:

I-я группа: скальные грунты всех видов не выветрелые и слабовыветрелые; крупнообломочные грунты плотные маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя.

II-я группа: скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые; крупнообломочные грунты за исключением отнесенных к I категории; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести  $I_L \leq 0,5$  при коэффициенте пористости  $e < 0,9$  - для глин и суглинков и  $e < 0,7$  - для супесей, предел прочности на одноосное сжатие менее 15 МПа.

III-я группа: пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести  $I_L \geq 0,5$ ; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести  $I_L \leq 0,5$  при коэффициенте пористости  $e \geq 0,9$  - для глин и суглинков и  $e \geq 0,7$  - для супесей.

IV-я группа: пески рыхлые водонасыщенные, склонные к разжижению; насыпные грунты; плавуны, биогенные грунты и илы [2].

На Северном Кавказе преобладают лессовые грунты, они занимают 80% площади. Их мощность достигает 130–140 м, мощность просадочной толщи — до 50–55 м, а просадка от собственного веса — до 2–2,5 м. Лёсс—осадочная горная порода, неслоистая, суглинисто-супесчаная, имеет светло-жёлтый или палевый цвет, сложена преимущественно пылеватыми зёрнами. Залегает в виде покрова от нескольких метров до 50—100 м — на водоразделах, склонах и древних террасах долин. В этих условиях многие здания и сооружения испытывают аварийные деформации не только в связи с ошибками изыскателей, проектировщиков и строителей, но также из-за недостатков нормативных технических документов, обнаруженных практикой строительства на просадочных грунтах региона.

Лессовые грунты в естественном состоянии имеют коэффициент пористости  $e = 0,6 \dots 1,05$ . Высокая пористость свидетельствует о том, что эти грунты по природе недоуплотненные.

Лессовые грунты относят к категории макропористых, то есть к таким, которые имеют видимые невооруженным глазом крупные поры (в количестве 2 ... 6% объема почвы), диаметр которых в десятки и сотни раз превышает размеры твердых частиц. Модуль деформации при природной влажности изменяется от 3 до 18 МПа.

Таким образом, опираясь на сейсмическую классификацию грунтов и на свойства лессового грунта (сравнив коэффициенты пористости и модули деформации) можно сделать вывод о том, что на Северном Кавказе преобладает грунт II-ой группы. Относительно него мы и будем проводить наше дальнейшее исследование.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Для оценки сейсмической опасности на Северном Кавказе и в Предкавказье ключевым является профиль Кипр-Кавказ. Он начинается от Кипра, совпадает с простиранием Восточно-Анатолийского разлома и пересекает в северо-восточном направлении Кавказ, достигая акватории Каспийского моря. Тектоника этого сегмента центральной части Альпийско-Гималайского складчатого пояса была объектом многих исследований и достаточно хорошо изучена в сейсмическом отношении. Сведения о крупных землетрясениях с  $M > 7.00.2$  в юго-западной части профиля Кипр – Кавказ имеются за период, превышающий 3 тыс. лет (с 1356 г. до н. э.). За исторический период (526–1114 гг.) здесь зафиксировано четыре землетрясения с  $M \geq 7.8$  (526 г.,  $M=7.9$ ; 859 г.,  $M=8$ ; 1046 г.,  $M=7,8$ ; 1114 г.,  $M=8.0$ ), однако с 1900 г. пока не произошло ни одного события с магнитудой  $M \geq 6.8$ . На основании вышеперечисленного, можно сделать вывод, что максимальная сейсмическая активность на территории Северного Кавказа оценивается в 7–8 баллов.

Перед строительством здания или сооружения снижение интенсивности сейсмических воздействий может быть достигнуто повышением сейсмостойкости оснований. Необходимо строить на грунтах I и II категории согласно классификации [3], т. к. чем грунт прочнее, плотнее, мало насыщен водой, тем быстрее скорость прохождения через него сейсмической волны. Проектирование фундаментов зданий следует выполнять в соответствии с требованиями нормативных документов по основаниям зданий и сооружений и свайным фундаментам. Глубину заложения фундаментов рекомендуется увеличивать путем устройства подвальных этажей. При расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается устройство подвала под частью здания. При этом следует располагать его симметрично относительно главных осей [4].

Перекрытия и покрытия следует выполнять в виде жестких горизонтальных дисков, надежно соединенных с вертикальными конструкциями здания и обеспечивающих их

совместную работу при сейсмических воздействиях. Жесткость сборных железобетонных перекрытий и покрытий следует обеспечивать с помощью следующих конструктивных решений:

- устройством сварных соединений плит между собой, элементами каркаса или стенами;
- устройством монолитных железобетонных обвязок (антисейсмических поясов) с анкерровкой в них выпусков арматуры из плит;
- замоноличиванием швов между элементами перекрытий.

Покрытия зданий следует проектировать из конструкций, которые максимально снижают их вес.

В двухэтажных зданиях в районах сейсмичностью 7 баллов и в одноэтажных зданиях в районах сейсмичностью 8 баллов при расстояниях между стенами не более 6 м в обоих направлениях допускается устройство деревянных перекрытий (покрытий). Балки перекрытий (покрытий) следует анкерить в антисейсмическом поясе и устраивать по ним диагональный настил.

Перегородки зданий следует выполнять легкими, как правило, крупнопанельной или каркасной конструкций. Перегородки из мелкогабаритных изделий (кирпича, камней из природных и искусственных материалов, гипсовых плит и т. п.) могут применяться при сейсмичности 7 и 8 баллов в зданиях до девяти этажей. Перегородки должны быть прикреплены к вертикальным конструкциям зданий, а при длине более 3 м - и к перекрытиям. Конструкция крепления перегородок к несущим элементам здания должна исключать возможность передачи на них горизонтальных нагрузок, действующих в их плоскости, обеспечивая при этом их устойчивость из плоскости. Для обеспечения независимого деформирования перегородок следует предусматривать антисейсмические швы вдоль вертикальных торцевых и верхних горизонтальных граней перегородок и несущих конструкций здания.

Прочность перегородок и их креплений из плоскости должна быть подтверждена расчетом на действие местных сейсмических нагрузок.

Системы активной сейсмозащиты разрабатываются как альтернативный подход к обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений.

При применении систем активной сейсмозащиты уменьшаются сейсмические нагрузки на надземные конструкции зданий и сооружений, вследствие чего повышается надежность их работы при землетрясениях, снижается материалоемкость и сметная стоимость объектов строительства. К этим системам относятся: 1) резинометаллические опоры; 2) системы с кинематическими опорами; 3) системы с сейсмоизолирующими скользящими опорами и

скользящими поясами; 4) системы с демпферами сухого трения; 5) системы с элементами повышенной пластической деформации; 6) системы с включающимися связями; 7) системы с гасителями колебаний; 7) упруго-фрикционные системы.

## ВЫВОДЫ

Для 7- и 8-балльных районов для зданий с жесткой конструктивной схемой можно рекомендовать системы сейсмоизоляции с резинометаллическими опорами, с кинематическими фундаментами, системы с гибким первым этажом с демпферами сухого трения. В зданиях, имеющих металлический каркас, рационально применять упругопластические поглотители, а для высоких зданий с металлическим каркасом - динамические гасители колебаний. Для многоэтажных каркасно-панельных зданий можно рекомендовать фрикционные диафрагмы. Перспективным является совместное применение различных систем сейсмозащиты, так называемых комбинированных систем, что позволяет сочетать их достоинства и уменьшить влияние неблагоприятных свойств, присущих отдельно каждой из систем. Так, например, для здания, имеющего одну из систем сейсмоизоляции, дополненную включающимися связями и динамическим гасителем колебаний, можно снизить расчетную нагрузку на полтора-два балла при любом возможном спектральном составе землетрясения. В тех случаях, когда возможны землетрясения со значительными вертикальными ускорениями проектирование систем активной сейсмозащиты необходимо вести с учетом как горизонтальных, так и вертикальных колебаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт Википедия «Северный Кавказ» URL.: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Северо-Кавказский\\_федеральный\\_округ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Северо-Кавказский_федеральный_округ) (дата обращения 23.04.2023).
2. Базаева А.В. Увеличение несущей способности грунтов для строительства в сейсмических районах URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/uvelichenie-nesuschey-sposobnosti-gruntov-dlya-stroitelstva-v-seysmicheskikh-rayonah> (дата обращения 23.04.2023).
3. СП 14.1330.2018. Строительство в сейсмических районах.
4. Белаш Т.А. Особенности строительства и эксплуатаций сейсмостойких зданий URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stroitelstva-i-ekspluatatsii-seysmostoykih-zdaniy> (дата обращения 23.04.2023).
5. Оценка гидрогеодинамического состояния сейсмоактивных регионов Российской Федерации URL.: [https://dgunh.ru/content/glavnay/ucheb\\_deyatel/uposob/uposob\\_ss\\_39.pdf?ysclid=lfkwtl7ry283669062](https://dgunh.ru/content/glavnay/ucheb_deyatel/uposob/uposob_ss_39.pdf?ysclid=lfkwtl7ry283669062) (дата обращения 23.04.2023).

## ПРОБЛЕМА ПРОВАЛОВ ГРУНТА В ГОРОДЕ БЕРЕЗНИКИ

**Мелякина М.В.**

*студент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

**Озерова Н.В.**

*кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

### АННОТАЦИЯ

С 2006 года в Березниковском районе образуются карстовые провалы глубиной более 30 метров. Большинство из них находятся на территории жилой застройки города.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Провалы, карстовые образования, сейсмические явления, оседание поверхности.

### ВВЕДЕНИЕ

С середины прошлого века на территории Верхнекамского месторождения активно ведутся работы по добыче калийной соли. Над зоной выработок располагается город Березники. В 2006 году на Березниковском руднике произошла авария, которая привела к затоплению выработок и растворению калийной соли, и, как следствие, образованию пустот и провалам грунта.

Мировой опыт освоения калийных месторождений позволил сформировать общие принципы ведения горных работ. Защита выработанного пространства от агрессивных к солям подземных вод обеспечивается за счет формирования водонепроницаемой толщи пород между кровлей верхнего обрабатываемого пласта и почвой нижнего водоносного горизонта, получившая в горной практике название водозащитная толща (ВЗТ). Это достигается за счет применения камерной системы обработки, которая подразумевает поддержание сводов целиками. Скорость оседания поверхности зависит от растворения целиков калийной соли, на которых держатся толщи горных пород. Параметры камерной системы разработки должны обеспечить поддержание ВЗТ без нарушения ее сплошности в течение всего срока службы рудника вплоть до его ликвидации и завершения процесса деформирования подработанного массива. При выработке одного участка может произойти прорыв водозащитного слоя, что приведет к затоплению подземных выработок [1,2].

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В пределах соляной толщи в районе Березняков выделяются, снизу вверх, следующие слои: подстилающая каменная соль (ПдКС) мощностью от 50 до 515 м, сильвинитовая зона (СЗ) средней мощностью 21 м, сильвинито-карналлитовая (СКЗ) – мощностью от 21 до 115 м

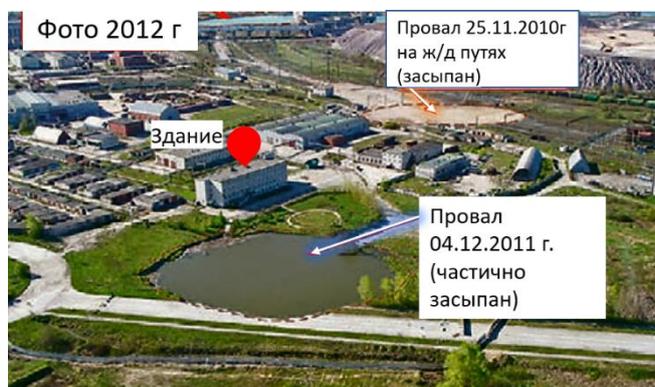
и покровная каменная соль (ПКС). Над ПКС залегает соляно-мергельная толща (СМТ), представленная в нижней части чередованием пластов каменной соли с мергелями и глинами (переходная зона СМТ). Мощность надсолевой толщи, которая представлена терригенно-карбонатными отложениями (ТКТ), пестроцветной толщей и породами четвертичного возраста, колеблется от 100 до 300 м. Глубина залегания кровли калийной залежи в пределах месторождения изменяется от 150 до 500 м. В состав ВЗТ входят все соляные отложения, расположенные выше обрабатываемого горизонта, включая переходную зону СМТ. Сильвинито-карналлитовая зона состоит из девяти пластов калийно-магниевых солей. Все пласты калийно-магниевых и калийных солей отделяются друг от друга межпластовой каменной солью мощностью 1,5–6,0 м. Параметры применяемой камерной системы разработки весьма разнообразны. Ширина камер меняется от 16 м на участках с устойчивыми породами до 3 м на участках со слабоустойчивой кровлей. В последние годы широкое распространение получили схемы выемки одноходовыми (по ширине) камерами, где ширина камеры определяется размерами исполнительного органа выемочного комбайна (4,8–5,3 м). Высота камер в основном характеризуется мощностью вынимаемых пластов. Ширина междукamerных целиков в связи с разнообразием горно-геологических и горнотехнических условий изменяется от 3,0 м до 18–20 м и для каждого участка определяется расчетным путем. При отработке нескольких пластов междукamerные целики должны располагаться соосно. Для уменьшения негативного влияния горного производства на окружающую природную среду и снижения деформаций ВЗТ используется закладка отработанных камер солеотходами [1,3].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

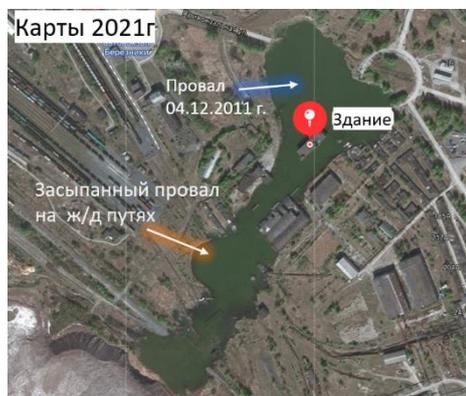
За образованными провалами ведётся мониторинг проседания земной поверхности, который показывает, что деформации продолжаются: по данным с официального сайта города проводились наблюдения в период с 5 по 11 мая 2023 года, по которым выявлено, что скорости оседаний в одном из районов составили 8-136 мм/год, а в опасной зоне другого района зафиксировано 8 сейсмических событий, связанных с процессами разрушения в слабokonсолидированных породах. Геологический мониторинг проводится, несмотря на мораторий проведения проверок и возбуждение административных дел, введённый постановлением правительства Российской Федерации от 10 марта 2022 года [4].

Соляной является наиболее активным видом карстовых образований. Основная проблема в Березниках — это поступление воды в карстообразующие породы. Поэтому нужно полностью ограничить доступ наземных и подземных вод, в особенности со стороны реки Зырянка. Растворение пород можно предотвратить с помощью заполнения образовавшихся

пустот глинистым грунтом. В противном случае есть шанс повторить события 2012 года, когда проводились работы по ликвидации одного из провалов с помощью песчано-гравийной смеси (рис.1). Однако, сейсмические события продолжались. Карстовое образование увеличилось в размерах (рис. 2).



**Рисунок 1.** Фотография провалов 2012 г.



**Рисунок 2.** Вид со спутника на эти же провалы 2021 г.

Вместо засыпания пустот можно использовать другой метод. Для поддержания слоёв почвы необходимо установить сваи глубокого заложения, опирающиеся на незакарстованные породы. Эти колонны должны размещаться на месте растворившихся целиков калийной соли, ранее держались горные породы.

Для защиты в непосредственной близости от провала начали сооружать дамбы. Но в последствии они начали оседать со скоростью 4–13 мм/год.

Территория вблизи карстовых образований была признана опасной зоной. Её жителей переселили в соседние дома, но и эти постройки начали разрушаться. По заявлению СМИ, для жителей потенциально опасной зоны власти строят новый ЖК, который находится на противоположном от территории выработок берегу. Администрация города Березняки приняла решение о сносе 55 домов (37 — многоквартирных, 18 — частных) до конца 2023 года. Все дома из списка признаны аварийными из-за провалов, образовавшихся в 2006 году [5].

## **ВЫВОДЫ**

Для предотвращения увеличения и образования новых карстовых провалов, необходимо не допустить попадание воды в область залежей калийной соли и ее растворения. Только после этого можно рассматривать установку свай глубокого заложения для поддержания толщи пород. Для более мелких карстовых провалов можно заполнить их глинистым грунтом, либо песчано-гравийной смесью.

Не менее важным остаётся задача размещения населения опасной зоны на территорию, не затронутую тектоническими действиями карстовых образований. Например, другой берег реки Кама, нетронутый горными выработками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барях А.А., Смирнов Э.В., Квиткин С.Ю., Тенисон Л.О. Калийная промышленность России: проблемы рационального и безопасного недропользования // Горная промышленность, №1,2022.
2. Нестерова, С.Ю. Особенности подготовки и отработки промышленных пластов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Техничко-экономические показатели по системе разработки: учебно-метод. пособие / С.Ю. Нестерова // Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. 41 с.
3. Тенисон Л.О. Прогнозирование вертикальных деформаций земной поверхностей в условиях затопленного рудника БКПРУ-1. 2016 г.
4. Подведены комплексные итоги наблюдения за ситуацией на БКПРУ-1 за период с 5 по 11 мая 2023 года. Официальный сайт города Березники URL.: <https://adm-brz.ru> (дата обращения 29.04.2023).
5. Для переселения жителей из зоны провала в Березниках строят новый микрорайон. URL.:<https://ura.news/news/1052527067> (дата обращения 29.04.2023).

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА НА ТЭС

**Соколов Г.Н.**

*-студент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

**Научный руководитель: Озерова Н.В.**

*- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

### АННОТАЦИЯ

Проведен анализ структуры отечественной электрогенерации, рассчитаны выбросы углекислого газа ТЭЦ МЭИ. процента их выработки за последнее время. Полученные расчеты послужили основой для разработки рекомендаций по высадке зеленых насаждений с целью сокращения углеродного следа.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** углеродный след, электроэнергия, тепловая электростанция, зеленые насаждения, поглотительная способность.

### ВВЕДЕНИЕ

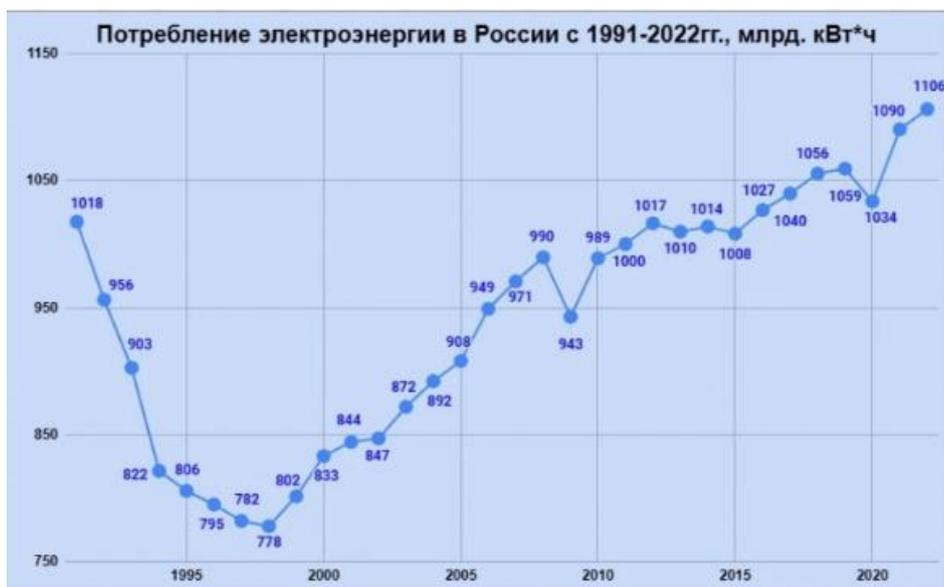
Электрическая энергия в России в основном вырабатывается на тепловых электростанциях (ТЭС). Это подтверждает текущая структура генерирующих мощностей в ЕЭС России, отражающая исторически сложившуюся традиционную структуру генерации: на 1 января 2022 года 66,1% установленной мощности ЕЭС России приходится на ТЭС (в том числе 49,5% – газ и 16,2% – уголь) [1]. В России есть ТЭС, работающие и на мазуте, и на торфе. Однако сжигать на теплоэлектростанциях торф имеет смысл только рядом с его крупными месторождениями. А мазут на общем фоне выглядит дорогим и неэкологичным топливом. Поэтому их применение в стране ограничено.

Современную структуру электрогенерации во многом объясняет специфика советской плановой экономики. Города в европейской части страны нуждались в источниках энергии. И для этого посчитали целесообразнее поставлять природный газ из Сибири по газопроводам. А сам уголь оставить для сибирских же городов, расположенных рядом с местами добычи полезного ископаемого. Газовое топливо имеет свои преимущества в сравнении с углём. Его проще использовать, например, не надо подготавливать в особых мельницах как уголь. Сами газовые станции — более компактные. Да и при сжигании топлива здесь не образуется золы и шлама, которые ещё потом надо утилизировать.

Но есть и не менее важные недостатки. Во-первых, природный газ взрывоопасен, поэтому нуждается в особых условиях хранения. Во-вторых, газу, чтобы попадать с месторождений к энергетикам, нужна система протяжённых магистралей. Её строительство, с учётом сибирских расстояний, является затратным и совсем не быстрым делом. Эти

обстоятельства затрудняют гипотетический переход сибирских теплоэлектростанций с угля на газ и делают сомнительными его перспективы использования.

Рисунок 1 демонстрирует показатели электроэнергетической эксплуатации в России с 1991 по 2022 гг. [2].



**Рисунок 1.** Потребление электроэнергии в России с 1991–2022 гг., млрд кВт\*ч

Учёные предполагают, что повышение спроса на электроэнергию может быть обусловлено производственным расширением на сибирской территории, высокой загруженностью ВПК, транспортировкой электрической энергии в региональные точки. Потребление электроэнергии в России в 2022 году выросло на 1,5%. Аналитики полагают, что спрос мог увеличиться из-за запуска новых предприятий в Сибири и на Дальнем Востоке, роста загрузки военно-промышленного комплекса и поставок электроэнергии в «новые регионы».

Эксперты считают, что в 2023 году потребление электроэнергии снизится, что можно объяснить невозможностью транспортировки электроэнергии в Европу.

При условии дальнейшего увеличения эксплуатационных показателей ожидается увеличение загрязнения окружающей среды ввиду активного функционирования ТЭС.

Как уже было упомянуто, рост потребления электроэнергии деструктивно влияет на окружающую среду: изменение климата, речного гидрологического режима, попадание в водоёмы токсичных компонентов, возникновение кислотных дождей, загрязнение атмосферы газом/пылью/токсичными выбросами, загрязнение литосферы, возникновение дефицита невозобновляемых природных ресурсов.

ТЭС и ТЭЦ являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха, в том числе, парниковыми газами [3]. С 2023 года в РФ планируется запуск системы обязательной

углеродной отчетности для предприятий, в том числе энергетических [4]. Для ТЭС и котельных основным парниковым газом, образующимся при сжигании топлива, является углекислый газ. Незначительные выбросы другого парникового газа – закиси азота ( $N_2O$ ) – имеют место только при пуске газотурбинных установок. Более 99,9 % всех выбросов приходится на  $CO_2$  [5].

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В качестве объекта данного исследования была рассмотрена столичная ТЭЦ МЭИ, расположенная по адресу: ул. Красноказарменная, 17 (ЮВАО).

Нами были проведены расчёты выбросов в атмосферу от котлоагрегата БМ-35РФ ТЭЦ МЭИ. На основании расчётов было получено, что на электростанции выбрасывается за час 49 тонн пара, из которых 10,8% (5,292 т/час пара) — это диоксид углерода ( $CO_2$ ).

Таким образом, электростанция вырабатывает 46357,92 т диоксида углерода в год. Чтобы устранить выбросы  $CO_2$  в атмосферу используются мероприятия по высадке деревьев. Самой большой способностью поглощать углекислый газ из растущих в России деревьев обладает осина, выяснили специалисты Рослесинфорга при проведении государственной инвентаризации отечественных лесов. За год один гектар деревьев этой породы избавляет атмосферу от 3,6 тонны углекислого газа. Осина обладает высокой фотосинтетической активностью, что позволяет ей эффективно поглощать углекислый газ и превращать его в органические вещества. Также стоит отметить, что способность деревьев поглощать углекислый газ может различаться в зависимости от множества факторов, включая условия роста, возраст, плотность посадки и генетические особенности.

Другие распространенные виды деревьев, такие как ель, береза и дуб, также могут эффективно поглощать углекислый газ в центральном регионе России. На основе этих сведений рассчитали, что 12,87 гектаров осины необходимо посадить, чтобы устранить полноценно годовые выбросы углекислого газа, образующиеся на ТЭЦ.

Удельная поглощающая способность дерева может различаться в зависимости от вида дерева, его возраста и условий окружающей среды. Обычно используется среднее значение удельной поглощающей способности для определенного вида дерева.

Методика, описанная выше, не имеет специфического официального названия, так как является общепринятым подходом для расчета высадки деревьев с целью поглощения диоксида углерода. Эта методика базируется на принципах учета количества диоксида углерода, массы деревьев и плотности посадки для определения общего числа деревьев и площади, необходимых для достижения целей по поглощению углерода.

Методика расчета высадки деревьев для поглощения диоксида углерода была разработана на основе знаний в области экологии и лесоводства. Она не имеет одного автора, так как была разработана на основе многолетнего опыта ученых и практиков, занимающихся изучением лесов и их влияния на окружающую среду. Также существуют различные исследования и методики, которые используются для оценки поглощения углерода деревьями, такие как методика лесной инвентаризации и картирования, методика оценки биомассы деревьев и др. Однако, методика расчета высадки деревьев, описанная ранее, является общепринятой и используется в различных странах и организациях, занимающихся борьбой с изменением климата.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

На основе проведенных расчётов было выяснено, что необходимо посадить 12,87 гектаров осины, чтобы полностью поглощать выбросы углекислого газа, образующиеся на ТЭЦ [6].

По состоянию на 2022 год город Москва располагает обширными зелеными территориями, включающими парки, скверы, сады и другие зеленые насаждения. Согласно информации, общая площадь зеленых зон в Москве составляет около 40 тысяч гектаров (400 квадратных километров). Это включает не только парки и сады, но и лесопарки, набережные рек и другие зеленые пространства, которые способствуют улучшению экологической обстановки в городе и предоставляют возможности для отдыха и рекреации горожан.

В районе Лефортово уже присутствует большое количество зеленых насаждений, как например, парк Лефортово (48,6 га), Парк Казачьей Славы, Парк 1 мая, Краснокурсантский сквер и другие. Кроме того, в районе присутствует больше количество зеленых зон, высадок в дворовых территориях и т. д. Все эти насаждения находятся в непосредственной близости к ТЭЦ, что уменьшает рассчитанное число необходимой площади высадки осин.

## **ВЫВОДЫ**

В результате исследования выяснено, что для полного поглощения выбросов углекислого газа, образующегося на ТЭЦ МЭИ, необходимо посадить 12,87 га осины. Однако данное значение не учитывает уже растущие зеленые насаждения в районе. Связавшись с работниками отдела озеленения города Москвы по району Лефортово, выяснили, что около 10 га зеленых насаждений суммарно имеется в районе. Однако нельзя с точностью сказать, сколько это насаждение поглощает, так как все растения в районе разные и информация о зеленых насаждениях полученная может быть неточной.

Исходя из данной информации можно сделать вывод, что необходимо высадить примерно 3 га осины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Текущая структура мощностей в ЕЭС России отражает исторически сложившуюся традиционную структуру генерации: электрон. журн. 31.01.2022. URL.: <https://www.eprussia.ru/news/base/2022/3638159.htm> (дата обращения 12.05.2023).
2. Анализ выработки и потребления электроэнергии в России за 2022 г. [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://smart-lab.ru/companу/mozgovik/blog/871661.php> (Дата обращения 09.02.2023).
3. Влияние вредных выбросов ТЭС и ТЭЦ на атмосферу [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6231121/php> (Дата обращения 09.02.2023).
4. Углеродный след. Отчетность и оптимизация [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://hpb-s.com/news/carbon-footprint/> (Дата обращения 09.02.2023).
5. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям 38–2022 “Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии” // М., 2022.
6. Гаврилов Д. Д., Кравцова О. Н. Анализ выбросов парниковых газов на производственном предприятии // Экология и ресурсосбережение. 2019. № 2.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФЛОКУЛЯНТОВ В ПРОЦЕССЕ ВОДООЧИСТКИ

**Пашикян А.Т.**

- студент 5 курс, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250 г. Москва, Красноказарменная улица, д. 14, стр. 1

**Научный руководитель: Завьялова А.А.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250 г. Москва, Красноказарменная улица, д. 14, стр. 1

### АННОТАЦИЯ

Целью работы является сравнительная оценка флокулянтов в процессе водоочистки. Рассматривается сравнение таких основных характеристик флокулянтов, как рабочая концентрация, удельный расход, вязкость раствора, молекулярная масса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** реагентный метод, флокулянт, водоочистка.

### ВВЕДЕНИЕ

Очистку вод, в зависимости от цели водоочистки, можно разделить на водоподготовку и очистку сточных вод.

Процесс водоподготовки производится на сооружениях или установках водоподготовки для приведения качеств воды в соответствие с требованиями технологических потребителей.

Наиболее тщательную очистку и обеззараживание воды производят для:

- бытовых нужд человека (питьевая вода);
- медицинских целей или фармакологической промышленности;
- химических целей;
- промышленности (например, теплоэнергетика).

Процесс очистки сточных вод, обычно, производится на городских, производственных и др. очистных сооружениях или локальных очистных сооружениях перед тем, как сбрасывать воду в водные объекты или рециклингом, если на предприятии осуществлено оборотное водоснабжение.

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Наибольшее распространение в процессах водоочистки получили реагентные методы, в частности использование для этих целей коагулянтов и флокулянтов. Оба метода укрупняют и осаждают частицы дисперсной фазы в результате потери агрегативной устойчивости под влиянием внешних факторов, которыми являются химические реагенты, но механизм укрупнения частиц при флокуляции позволяет произвести более тонкую очистку, а также сохранить заряд коллоидных частиц. Флокулянты образуют в воде длинные цепочки вытянутой или изогнутой формы, благодаря которой адсорбция происходит в разных местах

молекулы с несколькими коллоидными частицами, а также гидроксида, в результате чего последние связываются полимерными мостиками в тяжелые, крупные и прочные хорошо осаждающиеся агрегаты. На практике флокуляцию используют для интенсификации процесса коагуляции воды, но возможно и их отдельное использование [1]. В таблице 1 приведены разновидности флокулянтов.

**Таблица 1.** Разновидности флокулянтов

| По составу                         | По происхождению               | По наличию заряда      | По знаку заряда                           | По форме выпуска  |
|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|---|---|
| - органические<br>- неорганические | - природные<br>- синтетические | - ионные<br>- неионные | - анионные<br>- катионные<br>- амфотерные | - порошок<br>- гранулы<br>- паста<br>- гель<br>- эмульсия |

В зависимости от специфики и требований, предъявляемых к качеству воды в тех или иных отраслях, используют различные виды флокулянтов. С учетом этого производители реагентов предоставляют флокулянты сразу нескольких видов и качества. В таблице 2 приведены крупнейшие производители флокулянтов на рынке.

**Таблица 2.** Крупнейшие производители флокулянтов

| Наименование компании                 | Производитель    |
|---------------------------------------|------------------|
| Zetag (Зетаг)                         | Германия         |
| Besfloc (Бесфлок)                     | Южная Корея      |
| Floпам (Флопам)                       | Франция          |
| Praestol (Праестол)                   | Германия, Россия |
| Biomicrogel (БиоМикроГели)            | Россия           |
| Green Life factory (Гринлайф Фэктори) | Россия           |
| Rossilber (Россильбер)                | Россия           |

В таблице 3 представлены общие характеристики флокулянтов на основе сравнения данных производителя «Biomicrogel» с аналогами [2].

Для детального сравнения выбраны образцы флокулянтов «Besfloc» (Бесфлок) Южнокорейской компании «Kolon Life Science, Inc» и «Biomicrogel» (Биомикрогели) от Российской компании ООО «НПО БиоМикроГели» [3-4]. Основные характеристики флокулянтов, определяющие их эксплуатационные свойства, следующие: знак заряда, молекулярная масса, вязкость раствора, pH, дозирование и скорость осаждения. Зная знак заряда и его величину для конкретного флокулянта и его предельное число вязкости, можно рекомендовать флокулянт для применения на конкретных очистных сооружениях. В таблице 4 приведены характеристики образцов на основе данных лабораторных испытаний

флокулянтов «Besfloc» [5]. В таблице 5 приведены характеристики образцов на основе данных производителя «Biomicrogel» [6].

**Таблица 3.** Сравнение общих характеристик

| №  | 1                  | 2            | 3                       | 4     | 5      | 6                   | 7         |
|--|--------------------|--------------|-------------------------|-------|--------|---------------------|-----------|
| Наименование   | Biomicrogel        | Praestol     | Besfloc                 | Zetag | Flopam | Nalco               | Superfloc |
| Производитель  | Biomicrogels Group | Ashland Inc. | Kolon Life Science Inc. | BASF  | SNF    | Nalco Water Company | Kemira    |
| Эффективность при рН                                     | 5-9                | 6-10         | 4-7                     | -     | -      | -                   | -         |
| Рабочая концентрация, %                                  | 0,5                | 0,08-0,1     | 0,04-0,1                | 0,05  | -      | 0,1                 | 0,05-0,1  |
| Удельный расход, мг/дм <sup>3</sup>                      | 4-10               | 2-7          | 1-4                     | 0,5-5 | 3-5    | 2                   | 4-5       |
| Стоимость, рублей/м <sup>3</sup>                         | 3,0                | ~ 1,5        | ~ 1,5-2                 | ~ 2,5 | ~ 2    | ~ 1-2               | ~ 2       |
| Биоразлагаемость   | Да                 | Нет          | Нет                     | Нет   | Нет    | Нет                 | Нет       |
| Остаточное содержание нефтепродуктов, мг/дм <sup>3</sup> | 0,05-10            | -            | -                       | -     | -      | ~ 10-50             | -         |

**Таблица 4.** Характеристика образцов «Besfloc»

| Ионный заряд                      | Анионный           | Катионный          | Неионный           |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Марка                             | K4046              | K6641              | K4020              |
| Товарная форма                    | Порошок            | Порошок            | Порошок            |
| Молекулярная масса                | Высокая            | Средняя            | Высокая            |
| Вязкость раствора, мПас           | при 0,5 %: 160-190 | при 0,5 %: 60-80   | при 0,5 %: 100-130 |
| рН раствора                       | при 0,2 %: 6,0-8,0 | при 0,2 %: 2,0-5,0 | при 0,2 %: 6,0-8,0 |
| Нерастворимый осадок, сито 80 меш | < 5 г              | < 5 г              | < 5 г              |
| Дозирование, г/т                  | 3                  | 5                  | 5                  |
| Скорость осаждения, м/сут.        | 340,36             | 276,90             | 374,40             |

**Таблица 5.** Характеристика образцов «Biomicrogel»

| Ионный заряд            | Анионный                                 | Катионный                                | Неионный           |
|-------------------------|--|--|--------------------|
| Марка                   | BMG-P2                                   | BMG-X2                                   | BMG-C2             |
| Товарная форма          | Порошок                                  | Порошок                                  | Гель               |
| Молекулярная масса      | -  | Средневысокая                            | Средневысокая      |
| Вязкость раствора, мПас | -  | при 0,1 %: 25-50                         | при 0,5 %: 700-720 |
| рН раствора             | при 1 %: 4,0-6,0                         | при 0,1 %: 4,0-11,0                      | при 0,5 %: 3,0-9,0 |
| Дозирование             | для 0,1 % раствора: 1-2 г/м <sup>3</sup> | для 0,1 % раствора: 1 кг/дм <sup>3</sup> | 0,2-1,0 мл/л       |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В таблице 6 приведена сводка характеристик по флокулянтам Biomicrogel и Besfloc. По данным видно, что флокулянты «Besfloc» в отличии от «Biomicrogel» имеют в 5 раз меньше рабочую концентрацию, а значит, меньше дозировка флокулянта для водоочистки. При этом стоимость в 2 раза дешевле.

**Таблица 6.** Сводка характеристик

| Наименование                        | Besfloc       | Biomicrogel   |
|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Эффективность при рН                | 4-7           | 5-9           |
| Рабочая концентрация, %             | 0,04-0,1      | 0,5           |
| Удельный расход, мг/дм <sup>3</sup> | 1-4           | 4-10          |
| Вязкость раствора, мПас             | 160-190       | 700-720       |
| Молекулярная масса                  | Средневысокая | Средневысокая |
| Стоимость, рублей/м <sup>3</sup>    | 3             | ~ 1,5-2       |

## ЛИТЕРАТУРА

1. Учебное пособие по курсам «Методы и средства защиты окружающей среды» и «Расчет и проектирование систем защиты окружающей среды» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 13.03.02 и магистров 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» по профилю «Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике». Часть 1// А.С. Козодаев, А.А. Завьялова, Н.В. Звонкова. 2020.
2. Биомикрогели для очистки воды от масел, жиров и нефтепродуктов//Сайт ООО «НПО БиоМикроГели». URL:[https://files.sk.ru/navigator/company\\_files/1120840/1640278356\\_Презентация-НПО-БМГ06.10.2021.pdf](https://files.sk.ru/navigator/company_files/1120840/1640278356_Презентация-НПО-БМГ06.10.2021.pdf) (дата обращения 24.04.2023).
3. Besfloc (Бесфлок) – флокулянты для водоочистки. URL: <https://www.eko-tec.ru/5861/> (дата обращения: 24.04.2023).
4. Биомикрогели – Очистка сточных вод. URL: <https://biomicrogel.com/ru/products/> (дата обращения: 24.04.2023).
5. А.В. Никаноров, Т.С. Минеева, С.Н. Федоров Лабораторные испытания флокулянтов «Besfloc»// Современные проблемы науки и образования. 2013. №1. С. 1–7.
6. Флокулянты «Biomicrogel». URL: <https://biomicrogel.com/ru/products/> (дата обращения 01.05.2023).

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОЦЕНКИ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ

**Савельев П.М.**

*-аспирант, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23*

**Научный руководитель: Экзарьян В.Н.**

*- доктор геолого-минералогических наук, профессор, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, дом 23*

### АННОТАЦИЯ

Вопрос оценки карстовой опасности на территории Москвы остается весьма актуальным и дискуссионным. Усложняется вопрос и тем, что образование современных воронок на земной поверхности не является прямым проявлением карста, а является частью механизма проявления карстово-суффозионных процессов, т. е. связаны с выносом песков в существующие покрытые карстовые полости и трещиноватые зоны через незначительные нарушения в водоупорных глинах. Таким образом, получается, что на территории Москвы, т. е. в зоне покрытого карста, наибольшую опасность представляет суффозионный процесс, который выносит покрывающие породы в существующие карстовые пустоты, провоцируя провалы на поверхности. На данный момент зафиксировано 42 (по некоторым данным 44) карстово-суффозионные воронки на территории Москвы. Однако существующие методы оценки карстоопасности и районирования территории не всегда могут выполнить возложенные на себя функции. В работе предлагаются некоторые важные аспекты оптимизации подхода к оценке карстовой опасности территории, при котором подразумевается учет результатов исследований известных московских карстово-суффозионных воронок на предмет геолого-гидрогеологических условий, а также с применением метода аналогий при исследовании горных выработок Москвы. При таком подходе прогноз и оценка территории с дальнейшим районированием по уровню карстовой опасности осуществляются на основе не унифицированных методик, а непосредственно согласно условиям развития опасных карстово-суффозионных процессов в данной области.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** карстово-суффозионные процессы, экзогенные процессы, карст.

### ВВЕДЕНИЕ

Под карстовой опасностью чаще всего понимают характер и степень воздействия карстопроявлений на геологическую среду, которые могут привести к разрушению сооружений, нарушению или затруднению их нормальной эксплуатации, а также к недопустимому загрязнению геологической среды, утечкам воды из водоёмов и др. Территория Москвы приурочена к наличию покрытого карста, где формирование подземных и особенно поверхностных карстопроявлений негативно влияет на устойчивость покрывающей толщи, которая служит основанием для зданий и сооружений. Соответственно, для сохранения безопасных условий эксплуатаций крайне важно прогнозирование и своевременное предупреждение опасных проявлений.

История изучения карстоопасности на территории Москвы и отсутствие до сих пор единого подхода к вопросу говорит о сложности и исследуемого участка. Современные нормативные документы предполагают сначала оценку территории на предмет района карстовой опасности для проведения детальных инженерно-геологических изысканий, а уже затем, если участок оказывается опасным или потенциально опасным районы, то необходимо получить значение расчетного диаметра карстового провала. Из-за чего актуальность темы все еще остается высока, а сам подход к оценке весьма дискуссионным в кругах специалистов.

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

Нормативно-правовая база в сфере инженерно-геологических изысканий, карстово-суффозионных процессов и строительства и требований к строительству в различных инженерно-геологических условиях, труды отечественных и зарубежных авторов в области карста, комплекс документов области исследования. В ходе исследования использовался ряд общенаучных методов исследования как теоретических (анализ, обобщение и др.), так и практических (сравнение, моделирование и др.). Выбранные методы отвечают основным требованиям разработки основ оптимизации методологии оценки территории на предмет карстовой опасности и ее районирования, а также обеспечивают одни из ключевых принципов осуществления исследовательской деятельности - достоверность, оперативность, повторяемость, простота и экономическая целесообразность.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Применение современной модели оценки территории Москвы зачастую может приводить к недостаточной защите зданий и сооружений на действительно опасных территориях и, наоборот, – к завышению объемов защитных мероприятий на потенциально опасных территориях, которые часто после детальных инженерно-геологических изысканий оказываются неопасными.

Многие модели, которые используются для расчета диаметров карстовых провалов, основываются на том, что карстовая полость находится непосредственно в кровле карбонатных пород. Однако московский карст зачастую располагается ниже кровли растворимых карбонатных пород на 5-50м, т. е. применение расчетов осложняется необходимостью учета устойчивости слоя карбонатных пород. Кроме того, на некоторых участках наблюдаются прослойки юрских и верхнекаменноугольных глин, что также влечет за собой необходимость корректировки применяемых расчетных моделей.

В результате комплексных инженерно-геологических исследований на северо-западе Москвы был выявлен механизм образования карстово-суффозионных воронок. Так, резкий скачок уровня подземных вод в каменноугольных отложениях (порядка 2–5 м за 1–2 дня) приводит к гидродинамическому разрыву относительно водоупорных глин в местах их повышенной трещиноватости. При этом размеры таких зон могут быть весьма невелики – 0,1–0,5 м в диаметре. Под действием градиента вертикальной фильтрации через нарушение в водоупоре происходит прорыв воды и вынос четвертичных песков в закарстованный карбонатный массив. В связи с этим над указанной зоной нижняя часть песчаной толщи оказывается разуплотненной. Далее процесс развивается снизу вверх, захватывая все новые части разреза. В водоносной толще формируется зона разуплотнения. По достижении этой зоны уровня грунтовых вод начинается перераспределение масс песков зоны аэрации, где формируется «конус разуплотнения» с обращенной вниз вершиной, над которым, собственно, и образуется воронка оседания. Иными словами, проблема усугубляется тем, что карстующийся массив залегает на глубинах 40–50 м, а образующиеся на земной поверхности воронки связаны не с карстовыми провалами в классическом их проявлении, а с выносом песков покровной толщи в карстовые полости и трещиноватые зоны через незначительные нарушения в водоупорных разделяющих глинах. Трансляция зон разуплотнения от кровли юрских глин до поверхности земли может длиться до 2-х месяцев, то есть в московском регионе изыскатели имеют дело не с быстрым провалообразованием, а с относительно медленным карстово-суффозионным оседанием [3].

Также следует уделить внимание принципам и методам районирования территории по оценке карстово-суффозионной опасности. Оценить степень закарстованности можно лишь при выполнении детальных инженерно-геологических изысканий в масштабах 1:200–1:500, т.к. описаны случаи, когда вблизи образовавшихся воронок степень закарстованности, зафиксированная по результатам бурения, была весьма высокой, а на расстоянии в 20–40 м от воронок менялась до средних и даже низких значений. На некоторых участках, отмеченных на карте опасности древних карстовых форм и современных карстово-суффозионных процессов, составленной сотрудниками ГБУ «Мосгоргеотрест» и ИГЭ РАН в масштабе 1:10 000, как неопасные, при бурении встречаются полости глубиной более 1 м.

Исследования инженерно-геологических условий карстовых воронок северо-запада Москвы, проведенных Кочевым А.Д., Чертковым Л.Г. и Зайонц И.Л., выявили следующие закономерности и критерии для выделения районов карстоопасности:

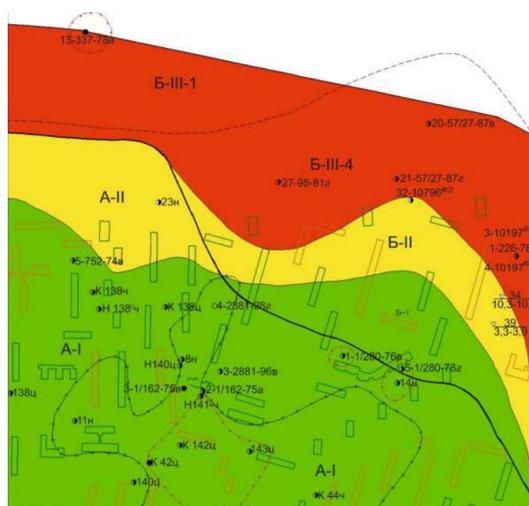
- Мощность юрских глин до 5м – опасные районы, т. к. на сегодняшний день не зафиксированы случаи развития современных карстово-суффозионных воронок с мощностью юрских глин более 5м;

- Мощность юрских глин 5-10м – потенциально опасные районы, т. к. в настоящее время невозможно спрогнозировать возможность активизации карстово-суффозионных процессов при резких изменениях техногенной нагрузки, а также по причине регламентации [1];

- Мощность юрских глин более 10м, суммарная мощность юрских и верхнекаменноугольных глин более 12м.

Необходимая уточняющая информация о карсте и условиях его развития должна быть получена в ходе инженерно-геологических изысканий, осуществляемых в пределах отдельных площадок. Однако в Москве не практикуется оценка карстовой опасности по категориям устойчивости территорий в соответствии с требованиями СП 11-105-97. Обычно площадка предварительно оценивается по степени карстовой опасности на основе схематических карт, присутствующих в действующих на территории Москвы инструктивных и методических документах, а эта оценка уточняется по определенным качественным критериям на основе анализа результатов инженерно-геологических изысканий [5]. Таким образом, используемые методы могут приводить к недостаточной или избыточной противокарстовой защите зданий и сооружений.

Например, при построении карты, приведенной на рисунке 1, в ходе исследования карсто-суффозионных воронок на северо-западе Москвы использовались данные горных выработок, а также комплекс инженерно-геологических методов изучения воронок [2]. В результате получен фрагмент карты с выделенными районами.



**Рисунок 1.** Фрагмент карты инженерно-геологического районирования территории по степени опасности карстово-суффозионных процессов (красная – опасная зона; желтая – потенциально опасная; зеленая – неопасная)

Автором предлагается районирование на основе данных бурения, возможно с применением метода аналогии. Для Москвы характерна неравномерная изученность, определяющая на данный момент «схематичность» карты районирования по карстоопасности. Изученность территории связана с тем, что при количестве горных выработок порядка 664 тысяч порядка 98% приходится на скважины глубиной до 30 метров: в интервале от 0 до 10 метров расположено 52%, а в интервале от 10,01 до 20 метров расположено 36,6% горных выработок, на интервал от 20,01 до 30 метров приходится еще около 9,5% горных выработок. На остальные интервалы приходятся доли процента от 0,8% (в интервале 30,01-40м) до 0,02% (90-100м). Таким образом, геологическая среда города наиболее подробно изучена на глубину до 30 метров, так как 98% всех горных выработок имеют глубину менее 30 метров, кроме того, неравномерно и само распределение скважин по территории Москвы. Однако при, верно, подобранном масштабе и детальном применении метода геологических аналогий возможно построение достаточно точной карты.

Выделение таких районов на основе комплекса данных по результатам бурения позволяет строить районы и выделять области. Такие уточненные карты могут использоваться при проектировании строительства, подготовке программ инженерно-геологических изысканий и разработке противокарстовых мероприятий. Безусловно стоит учитывать региональные особенности развития карстово-суффозионных процессов, что связано со значительными различиями географических обстановок, структурно-тектонического строения, геолого-гидрогеологических условий [4].

## **ВЫВОДЫ**

Предлагаемые автором методологические основы оптимизации оценки карстово-суффозионной опасности территории предполагает первичную модернизацию подхода к районированию территории. Представленный метод может позволить проводить достоверную предварительную оценку территории по возможным проявлениям и развитию карстово-суффозионных процессов. Безусловно используемый метод можно экстраполировать на всю территорию города с целью модернизации нормативно-правовой базы инженерно-геологических изысканий при строительстве на закарстованных территориях Москвы (уйти от расчетов диаметров воронок на поверхности, т. к. они не всегда приводят к объективным результатам оценки карстоопасности). Кроме того, современные методы оценки карстовой опасности территории должны развиваться и с применением современных технологий по хранению и обработке данных, а также с применением новейших геофизических методов исследования. Также предполагается, что в ближайшее время ускорится процесс

рассмотрения модернизации нормативно-правовой базы с учетом региональных особенностей развития карстово-суффозионных процессов Москвы, а подобные исследования станут основой этих изменений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов. М.: Мосгорисполком, 1984. 14 с.
2. Кочев А. Д., Л. Г. Чертков, И. Л. Зайонц К вопросу инженерно-геологического районирования территории северо-запада г. Москвы по степени опасности развития карстово-суффозионных процессов//Инженерно-геологические задачи современности и методы их решения: Материалы научно-практической конференции, Москва, 13–14 апреля 2017 года. Москва: Геомаркетинг, 2017. С. 24–40
3. Кочев А. Д. Проблема оценки карстово-суффозионной опасности на территории г. Москвы // Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг: Материалы первой Общероссийской научно-практической конференции, Москва, 21–22 сентября 2017 года. Москва: Геомаркетинг, 2017. С. 31–43
4. Кочев А.Д. Критический обзор нормативных технических документов, используемых при проведении инженерно-геологических изысканий на закарстованных территориях // Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг: Материалы Общероссийской научно-практической конференции, Москва, 18 марта 2021 года. Москва: Геомаркетинг, 2021. С. 17–24.
5. Хоменко В.П., Калашников М.А., Потапов И.А. Карстовые и суффозионные провалы в г. Москве: особенности инженерно-геологических изысканий и прогнозирования // Вестник МГСУ. 2010. №4–2.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АКТИВНОГО ИМИДЖМЕЙКИНГА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОБСУЖДЕНИЙ

**Суздалева А.Л.**

*- доктор биологических наук, профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

**Брехунец К.А.**

*магистрант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26,*

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены возможности использования метода активного имиджмейкинга для достижения консенсуса между всеми физическими и юридическими лицами, интересы которых могут быть затронуты в ходе намечаемой деятельности. Разработана программа формирования позитивного имиджа проекта, включающая комплекс планомерно осуществляемых действий на этапах подготовки, организации и проведения общественных обсуждений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** имидж проекта, участники общественных обсуждений, акторы, стейкхолдеры, интересы населения.

### ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с действующим законодательством РФ общественные обсуждения являются обязательным этапом реализации любого проекта, предусматривающего возведение объектов капитального строительства. Негативное отношение населения может создать значительные затруднения при рассмотрении проекта в органах государственной экспертизы или даже стать причиной отказа от строительства. В ряде случаев мысль о недопустимости намечаемой деятельности заранее активно внедряется в массовое сознание людей через СМИ и интернет. Этим нередко занимаются организации, деятельность которых спонсируется из фондов недружественных стран [1-3]. Нередко она носит откровенно деструктивный характер. Основная цель деятельности таких организаций заключается в недопущении реализации проектов, укрепляющих экономику РФ и способствующих улучшению социально-политической обстановки. Строительство крупных объектов энергетики и промышленности встречает наиболее активно организованное противодействие. Выполнение этой задачи облегчается тем обстоятельством, что реализация крупных проектов неизбежно приводит к соответствующей их масштабам трансформации окружающей среды. Это создает почву для формирования у населения негативного отношения к намечаемой деятельности. Но реализация крупных проектов также сопровождается и значимым повышением благосостояния и качества жизни людей в данном регионе, например, в результате появления новых рабочих мест, развития инфраструктуры и системы здравоохранения [4, 5]. Как это ни

парадоксально звучит, но строительство крупных современных производственных объектов во многих случаях приводит к улучшению экологической ситуации. Это происходит в результате осуществления включенных в проект мероприятий по охране природной среды и создания условий для ее рационального использования [6-8]. Как показывает анализ общественных обсуждений, вызывавших негативный резонанс в общественном сознании, неудачная для сторонников проекта ситуация возникает в силу двух основных причин [9]. Во-первых, специалисты проектных организаций занимают пассивную позицию. Их действия на общественных обсуждениях главным образом сводятся к попыткам доказать, что выдвигаемые противниками проекта негативные аспекты строительства и эксплуатации рассматриваемых объектов не столь опасны, а нанесенные ущербы будут компенсированы. Во-вторых, противники проекта заблаговременно активно внедряют в общественное сознание психологическую установку о вредных последствиях намечаемой деятельности. В отличие от этого представители проектных организаций (создатели и сторонники проекта), руководствуясь требованиями законодательства, обеспечивают лишь доступ к проектной документации для желающих с ней ознакомиться или выразить свое мнение. Закономерным результатом является то, что общественные обсуждения превращаются в собрание, на котором проектанты выслушивают обвинения в свой адрес. Поэтому внедрение в практику методов активного имиджмейкинга для предотвращения формирования неадекватного восприятия проектов крупных производственных объектов, экономически важных для страны, чрезвычайно востребовано и актуально в наше время.

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИМИДЖМЕЙКИНГА**

Термин «имиджмейкинг» (imagemaking) используется для обозначения деятельности, целью которой является создание определенного имиджа, т. е. формирование в сознании людей образа какого-либо одушевленного или неодушевленного предмета, например личности, организации, проекта, технологии [9]. В некоторых зарубежных источниках также встречается близкое по значению понятие «имиджбилдинг» (imagebulding), дословно – строительство имиджа [10].

Образ – это психологический феномен, который обычно отражает лишь отдельные свойства предмета. Он может возникнуть спонтанно на основе обработки головным мозгом человека воспринимаемой информации. Но эта информация всегда избирательна, и ее характер зависит от стереотипа мышления, а также индивидуальных особенностей психики человека, его опыта, знаний и мировоззрения. Так, в сознании современного россиянина, как и жителей большинства экономически развитых стран, при получении информации о

намечающемся строительстве крупного производственного объекта автоматически формируется его негативный образ. Это происходит даже в том случае, когда человек не имеет представления о технологиях, которые будут использованы при строительстве или качестве продукции, которую будет выпускать предприятие. Причина заключается в том, что в сознании людей присутствует прочно укоренившийся стереотип мышления: производственный объект – это загрязнение пространства, в котором мы живем, и ухудшение его вида. Совершенно иной имидж спонтанно возникал у большинства жителей СССР в 20-50-х годах прошлого века. Возведение новых заводов и ГЭС, прежде всего, воспринималось как фактор восстановления экономики страны, что должно было по мнению людей привести и к росту их благосостояния. Проблемы загрязнения окружающей среды в то время широко не обсуждались и, по этой причине, не воспринимались массовым сознанием.

Характер восприятия человеком информации можно целенаправленно скорректировать или даже принципиально изменить, манипулируя его сознанием методами внушения и убеждения [9]. На этом свойстве человеческой психики основываются все методы, применяемые в имиджмейкинге. Цели специалистов, работающих в этой области (имиджмейкеров), могут диаметрально различаться. В то время как одни из них пытаются создать позитивный образ какого-то объекта, другие стремятся не только его разрушить, но и создать по отношению к нему в сознании людей негативное представление. Существует две основных стратегии имиджмейкинга. Первая из них – *пассивный имиджмейкинг*, основу которого составляют действия по сохранению уже сформировавшегося имиджа. Как правило, они являются ответной реакцией на попытки различных сил ухудшить имидж. Однако пассивный имиджмейкинг – это не простое отрицание распространяемой негативной информации или выдвигаемых обвинений, т. к. значимый положительный эффект может быть достигнут только путем убеждения общества в недостоверности этих сведений и необоснованности нападок. Хороший результат дает указание на ангажированность источников негативной информации непопулярными у населения политическими силами.

Другая стратегия – *активный имиджмейкинг* – заключается в формировании позитивного имиджа объекта путем постоянно осуществляемых действий по улучшению его образа. Основным методом в данном случае является не опровержение негативной информации и дискредитация его источников, а превентивное формирование в массовом сознании устойчивого позитивного образа объекта. Например, это может быть достигнуто установлением устойчивой ассоциативной связи между реализацией проекта и благополучием людей. Так, в настоящее время многие россияне стали позитивно воспринимать информацию

о строительстве предприятий в рамках реализации Государственной программы импортозамещения или имеющих оборонное значение.

Обычно стратегия активного имиджмейкинга включает несколько этапов. Наиболее полно подобная схема рассматривается при описании открытия так называемых «окон Овертона». Данный метод изначально имел негативную коннотацию и использовался для описания развития в обществе явлений, неприемлемых с морально-этической точки зрения. Но он может и стать инструментом продвижения прогрессивных идей, развитию которых мешают устаревшие стереотипы мышления [11]. При использовании данного метода каждый предыдущий этап создает в массовом сознании почву для реализации последующего. Например, вначале может распространяться информация о необходимости развития данной отрасли для экономического развития страны. Затем осуществляется конкретизация пути достижения этой цели в форме строительства соответствующих объектов. После принятия общественным сознанием такой информации реализация проекта перестает восприниматься большинством населения как однозначно негативное явление, как это было бы в отсутствие предварительных действий.

В реализации проекта обычно проявляет заинтересованность только определенная часть общества, например население, проживающее в регионе намечаемого строительства. Именно на эту совокупность людей ориентированы активные действия по формированию имиджа. Для ее обозначения используется термин аудитория имиджмейкинга [12]. По своему составу она неоднородна и состоит из нескольких групп, характер отношения которых к реализации проекта формируется под влиянием принципиально различных факторов. В научной литературе и нормативно-правовых документах все они называются *стейкхолдерами*, а также заинтересованными или причастными сторонами [13]. К ним относятся все физические и юридические лица, которые либо способны оказать влияние на намечаемую деятельность, либо могут испытывать на себе ее воздействие. Из них значимое влияние на проведение общественных обсуждений проекта могут оказать:

- социальные стейкхолдеры, к которым относится население, на условия жизни которого намечаемая деятельность может оказать значимое влияние;
- политические стейкхолдеры, в число которых входят различные политические силы (партии, движения, общественные организации), использующие обсуждение проекта для достижения своих целей, например повышения популярности путем выступления в роли защитников интересов общества;

- административные стейкхолдеры, включающие в себя совокупность органов исполнительной власти и местного самоуправления, в той или иной форме несущие ответственность за возможные последствия реализации проекта;
- территориальные стейкхолдеры – субъекты хозяйственной и иной деятельности, связанные с производственной организацией проблемами совместного использования ресурсов окружающей среды (землепользования, водопользования и др.).

## **ПРОГРАММА АКТИВНОГО ИМИДЖМЕЙКИНГА**

Работа по активному формированию позитивного имиджа проекта включает три основных этапа. Предпринимаемые на них действия можно представить в виде следующей программы:

**1. Подготовительный этап**, на котором осуществляется подготовка общественного мнения. Он должен предшествовать оповещению в СМИ информации о предстоящих общественных обсуждениях и начинаться с момента установления места размещения проектируемого объекта. Основной целью имиджмейкеров в этот период является убеждение населения в полезности результатов намечаемой деятельности для социально-экономического развития региона, которое приведет к улучшению качества жизни проживающих в нем людей. Эффект от распространения этой информации может быть значительно усилен организацией выступлений харизматичных политических деятелей и представителей местной администрации, выражающих поддержку проекту. Улучшить имидж проекта может также обнародование высказываний, направленных против его реализации, но сделанных политиками, непопулярными среди большинства населения. Высказывания должны сопровождаться комментариями, объясняющими мотивацию этих деятелей, например, ангажированностью недружественными силами. Все лица, публично выразившие свою позицию относительно реализации проекта, могут рассматриваться как политические и административные стейкхолдеры.

**2. Организация общественных обсуждений.** Данный этап начинается с момента размещения проектной документации на электронных и бумажных носителях для свободного ознакомления (у заказчика или проектанта и в органах местной власти) и заканчивается к началу проведения общественных обсуждений. Важнейшей задачей на этом этапе становится активное участие в формировании аудитории имиджмейкинга. Как и в большинстве других процессов, протекающих в обществе, в составе аудитории выделяются две функциональные группы: *акторы* и *участники* [14]. И те, и другие являются стейкхолдерами проекта, но их влияние на его реализацию принципиально различается. *Акторы* – это юридические и

*физическими лицами, способными изменить ход общественных обсуждений и добиться нужных им итогов* (документально оформленного требования отказа от проекта или, напротив, его одобрения). Их позиция в отношении проекта окончательно сформировалась еще до начала общественных обсуждений. В отличие от этого *под участниками подразумеваются люди, проявляющие интерес к проекту, но по отдельности не способные повлиять на его реализацию*. Они превращаются в значимый фактор общественных обсуждений только после объединения их акторами. Позиция участников может быть изменена в процессе дискуссии по рассматриваемой проблеме. На практике общественные обсуждения нередко превращаются в противоборство акторов, поддерживающих проект, и акторов, препятствующих его реализации. Цель акторов – это сплотить вокруг себя большинство участников обсуждений и превратить их в инструмент достижения своих интересов.

Акторы в большинстве случаев возникают не спонтанно. Они создаются в результате действий тех или иных сил. Например, известного человека, пользующегося популярностью у населения региона, можно убедить как в пользу, так и во вреде от реализации проекта. Некоторые акторы, принимая ту или иную сторону, руководствуются личными интересами (карьерным продвижением, расширением электората, финансовой выгодой). В управляемых акторов превращаются и представители местного населения, активно протестующие против намечаемой деятельности. Достигнув значимого влияния на общественное мнение, они неизбежно становятся объектом внимания организаций, ведущих борьбу с проектом, которые прямо или косвенно начинают спонсировать таких людей (например, приглашать на зарубежные семинары). В результате управляемые акторы выполняют предназначенную им роль.

Активный имиджмейкинг проекта включает два важных направления работы с акторами. Во-первых, это привлечение для поддержки проекта на общественных обсуждениях харизматичных лиц, к мнению которых прислушивается значительная часть населения. Во-вторых, это установление акторов противников проекта, определение их мотивации и изучение особенностей поведения при проведении дискуссий. Источником такой информации могут послужить материалы общественных обсуждений, в которых эти лица уже ранее привлекались противниками проекта. Как показывает опыт прошлых лет, крупные «независимые» общественные организации используют в качестве акторов в каждом регионе одних и тех же людей. Не меняются и применяемые ими способы манипуляции общественным сознанием.

Отдельной задачей на этапе организации общественных обсуждений является работа с территориальными стейкхолдерами. Это главным образом организации, с руководством

которых желательно прийти к консенсусу, т. е. способу решения проблем, удовлетворяющему все стороны. Нередко это удается путем достижения своевременной договоренности по компенсации возможных ущербов. При установлении общих интересов (например, развития транспортной сети в ходе реализации проекта) представители этих достаточно крупных организаций, на которых работает большое количество населения региона, могут использоваться на общественных обсуждениях как эффективные акторы.

**3. Проведение общественных обсуждений.** Данный этап занимает один или реже несколько дней. Вместе с тем, в течение этого короткого времени имидж проекта в сознании участников также может существенно меняться, склоняя общественное мнение в ту или иную сторону. Основная задача активного имиджмейкинга на данном этапе заключается в достижении консенсуса относительно намечаемой деятельности, т. е. общего согласия всех групп стейкхолдеров на основе учета их интересов. Для этого, прежде всего, необходимо добиться позитивного восприятия намечаемой деятельности большинством социальных стейкхолдеров.

Основная часть социальных стейкхолдеров – это участники, отношение которых к проекту может мгновенно измениться при предоставлении информации о выгодах, сопутствующих его реализации. Так, при общественном обсуждении проекта Северной приливной электростанции (ПЭС) одобрение значительной части местных жителей было получено после сообщения им о возможностях создания частных предприятий аквакультуры на базе этого объекта, а также организации туристического бизнеса [15]. Обратный эффект может быть достигнут путем сообщения аудитории о возможном лишении доходов или опасности для здоровья. При этом следует учитывать, что большинство участников не утруждает себя ознакомлением с проектной документацией. Наибольшее влияние на их сознание оказывают *выступления акторов*. Поэтому такие лица, *поддерживающие проект*, должны быть своевременно обеспечены информацией, способной заинтересовать социальных стейкхолдеров. Голословные призывы могут вызвать раздражение аудитории. Не менее важны действия по снижению эффекта от выступлений *акторов противников проекта*. Для этого используется два основных метода: дискредитация и профанирование. Дискредитация подразумевает раскрытие перед участниками обсуждений истинной мотивации акторов, не совпадающей с интересами социальных стейкхолдеров. А профанирование – это убеждение аудитории в некомпетентности актора. Особенно эффективна наглядная демонстрация аудитории незнания выступающим условий жизни населения и его проблем, в том числе тех, которые могут быть решены при осуществлении проекта.

Важность активного воздействия на социальных стейкхолдеров обусловлена также тем, что от господствующих в их среде настроений во многом зависит позиция, которую занимают представители органов власти и политические деятели. Административным и политическим стейкхолдерам выгодно играть роль защитников интересов населения. При формировании в массовом сознании негативного отношения к проекту у них возникает мотивация выступить в качестве акторов его противников, повысив таким образом свою популярность.

## **ВЫВОДЫ**

1. Использование метода активного имиджмейкинга при организации общественных обсуждений создает условия для достижения консенсуса всеми физическими и юридическими лицами, интересы которых могут быть затронуты в ходе намечаемой деятельности.

2. Формирование позитивного имиджа проекта должно осуществляться в рамках единой программы на этапах подготовки, организации и проведения общественных обсуждений.

3. Главным направлением активного имиджмейкинга при организации общественных обсуждений является работа с социальными стейкхолдерами, основанная на изучении их насущных потребностей и возможностей удовлетворения при реализации проекта.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Матвеева Е.В. Неофициальная сторона деятельности неправительственных экологических организаций // Вестник ПАГС. 2011. № 1. С. 82–88.
2. Наумов А.О. Международные неправительственные организации и проблемы глобального управления // Государственное управление. Электронный вестник. 2013. № 39. С. 49–76.
3. Рудакова Е.К., Устинкин С.В. Природоохранная деятельность неправительственных организаций Российской Федерации // Власть. 2017. № 6. С. 33–38.
4. Безносков В.Н., Родионов Б.В., Суздалева А.Л. Формирование экологического имиджа промышленных объектов // Экология производства. 2007. № 1 (30). С. 22–26.
5. Суздалева А.Л. Улучшение общего и экологического имиджа объектов атомной энергетики // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2017. № 1. С. 147–155.
6. Безносков В.Н., Демиденко Н.А., Кучкина М.А., Макаревич П.Р., Прищепа Б.Ф., Суздалева А.Л. Прогнозируемые экологические и социально-экологические последствия строительства Северной и Мезенской ПЭС // Гидротехническое строительство. 2009. № 7. С. 34–41.
7. Федоров М.П., Суздалева А.Л. Экологическая оптимизация гидроэнергетики как альтернативная стратегия охраны окружающей среды // Гидротехническое строительство. 2014. № 3. С. 10–15.
8. Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство при организации рынка ресурсов пресной воды // Гидротехническое строительство. 2015. № 9. С. 48–54.
9. Суздалева А.Л. Формирование экологического имиджа производственной организации и ее продукции. М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. 416 с.
10. Петрова Е.А. Под. ред. Имиджелогия-2008: Имидж как инструмент привлекательности и конкурентоспособности. Матер. шестого международного симпозиума по имиджелогии. М.: РИЦ АИМ, 2008. 349 с.
11. Суздалева А.Л. Окна Овертона в сфере естественных и технических наук: мониторинг, информационно-аналитическое сопровождение и возможные сценарии // Естественные и технические науки. 2015. № 8(86). С. 17–18.
12. Перельгина Е.Б. Психология имиджа. М.: Аспект-Пресс, 2002. 223 с.

13. Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Суздалева А.А. Экологический имидж компании // Национальный имидж. 2009. № 01(06). С. 50–55.
14. Холдоров О.Н. Соотношение категорий «актор» и «субъект», «участник», «агент» в политической теории // Вестник Поволжского института управления 2016. № 4(55). С. 128–133.
15. Суздалева А.Л. Надличностная соционика // Энергия: экономика, техника, экология. 2019. № 10. С. 12–27.

## **ЗНАЧЕНИЕ ПСИХОГЕОГРАФИИ И МАРКЕТИНГА МЕСТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ**

**Суздалева А.Л.**

*- доктор биологических наук, профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

**АННОТАЦИЯ.** Рассматриваются возможности использования современных междисциплинарных методов социальной психологии и маркетинга для предупреждения массовых протестов по поводу реализации проектов, затрагивающих духовно-эстетические и материальные интересы населения. Причины этих конфликтов могут быть устранены при разработке проектной документации. С этой целью предлагается включить в состав инженерных изысканий изучение проблем психогеографии и маркетинга места. Определены основные направления этих исследований.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** маркетинг территории, общественные обсуждения, социально конфликтный проект, образ окружающей среды, постматериалистический протест.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основной целью инженерных изысканий является получения материалов, обосновывающих безопасность воздействия техногенных факторов, обусловленных реализацией проекта и последующей эксплуатацией возведенных объектов. При этом под безопасностью подразумевается соблюдение требований действующих нормативно-правовых документов. Соответствие результатов инженерных изысканий данным требованиям устанавливается государственной экспертизой проектной документации. Учет мнения населения относительно намечаемой деятельности, проводимый в форме общественных обсуждений, хотя и является обязательным условием реализации проекта, нередко превращается в формальную процедуру. Во многом это связано с тем, что в правовом поле отсутствуют нормы, регламентирующие воздействие на образ жизни людей и разрушение условий, к которым они адаптировались на протяжении всей своей жизни. Исключением являются малые коренные народы, права которых в этой сфере защищены комплексом законов. Большинство людей практически лишено юридического основания для заявления о том, что они против реализации проекта, в результате которого, несмотря на соблюдение всех установленных норм, происходит существенное ухудшение условий их жизни. Распространенными примерами являются возведение высотных зданий на участках, окруженных частными малоэтажными домовладениями, а также уплотнительная или точечная застройка, осуществлявшаяся в последние десятилетия во многих российских городах [1]. Подобная ситуация порождает в сознании людей комплекс фрустраций и деприваций [2], выливающийся в массовые протесты. Под давлением общественности власти бывают

вынуждены отказаться от реализации социально-конфликтного проекта [3-5]. Аналогичные прецеденты имеют место и в других странах [6-8].

Вместе с тем отказ от реализации проекта, вызванный массовыми протестами, далеко не всегда отвечает интересам населения. Негативное отношение общества к намечаемой деятельности во многих случаях основывается лишь на страхах и эмоциях, порождаемых слухами и мифами [9]. Кроме того, никто не хочет каких-либо изменений привычного уклада жизни, если это они не сулят определенных выгод. Но общественное мнение можно изменить, своевременно установив причины недовольства и предприняв действия по их устранению. Целью статьи является анализ возможностей внедрения в инженерные изыскания новых методов, позволяющих выполнить эти задачи.

## **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Количество массовых протестов общественности в отношении различных форм намечаемой деятельности, приводящих к изменению окружающей среды и привычных условий жизни, неуклонно возрастает [10, 11]. Все чаще власти различных стран бывают вынуждены отказываться от реализации проектов, вызывающих недовольство населения. Подобные решения неизбежно приводят не только к значительным экономическим потерям. Они все чаще сопровождаются деструктивным воздействием на социально-политическую обстановку. Последнее обусловлено тем, что нередко на кульминационной стадии развития общественных протестов ими начинают управлять политические силы, стремящиеся превратить движение масс, защищающих свои интересы, в конфронтацию населения с властями, направленную на разрушение государственных устоев.

Существенно снизить риск возникновения массовых протестов можно путем включения в инженерные изыскания материалов, которые могли бы вызвать заинтересованность общества в реализации проекта. В качестве эффективных инструментов для выполнения этих задач могут быть использованы методы психогеографии и формирования маркетинга места.

Термин **психогеография** был предложен французским философом Ги Дебором в середине XX века [12]. В настоящее время это **интенсивно развивающееся направление социальной психологии, которое изучает воздействие окружающей среды на человеческое сознание**. Основной целью исследований, проводимых в этой области, является установление закономерностей влияния визуально воспринимаемой человеком окружающей среды (жизненного пространства, территории проживания) на его эмоции и поведение [13-18]. Люди воспринимают окружающую их действительность как «образ окружающей среды» (образ города, образ места, образ территории), который существенно может отличаться от

реального состояния пространства, в котором они существуют. Образ – это отражение в индивидуальном или массовом сознании видеоэкологического потенциала территории, т.е. ее зрительно-психологического воздействия, а не объективного анализа условий [9]. Вместе с тем, именно этот «образ» и является фактором, оказывающим сильнейшее влияние на эмоциональную сферу людей и их поведение. Во многом он определяет характер восприятия и социальную привлекательность территории, т.е. желание людей использовать ее в качестве своего жизненного пространства. Сформировавшийся в течение длительного времени устойчивый позитивный образ окружающей среды позволяет людям ощущать душевный комфорт в привычной для них обстановке, даже когда экологические условия оказывают негативное влияние на здоровье. И, наоборот, среда более благоприятная, но воспринимаемая как чуждая, вызывает негативные эмоции и стрессы. Например, городские жители, желая улучшить жилищные условия, нередко предпочитают остаться в своем районе, даже когда загрязнение воздуха там превышает допустимый уровень. Многие из них, особенно люди зрелого и пожилого возраста, не хотят, чтобы окружающий их городской ландшафт изменялся в результате возведения каких-либо объектов, в том числе и тех, которые могут повысить качество их жизни (супермаркетов, спортивных и медицинских центров). Аналогичным является и восприятие новых объектов у жителей сельской местности.

Учет результатов психогеографических исследований при разработке проектной документации может если не полностью решить проблему разрушения образа окружающей среды, то хотя бы сгладить ее остроту. Но для формирования позитивного восприятия населением намечаемой деятельности этого недостаточно. Выполнение данной задачи требует возникновения у значительной части населения заинтересованности в реализации проекта. В настоящее время отдельные шаги в этом направлении уже предпринимаются. Но они, как правило, носят узко утилитарный характер и рассчитаны на ограниченный круг лиц. Эффективность подобных усилий может быть значительно повышена, если они будут планироваться как действия по развитию **маркетинга места**. Под этим термином понимается **способность определенного участка пространства (города, региона, страны) приносить финансовую прибыль, что прямо или косвенно приводит к повышению уровня жизни большей части населяющих его людей** [19, 20]. Развитие маркетинга места может осуществляться самыми различными путями: созданием привлекательных условий для инвестирования, привлечением туристов, и др. [21]. Во многих странах маркетинг мест или, в более широком понимании, маркетинг территорий уже давно стал элементом государственной политики и одной из основных задач работы муниципальных органов [22, 23]. Включение исследований по развитию маркетинга места в состав инженерных изысканий и

распространение информации об ожидаемых результатах реализации этих аспектов намечаемой деятельности могут вызвать заинтересованность в реализации проекта у значительной части общества.

Оценивая возможный эффект от включения в программу инженерных изысканий изучение проблем психогеографии и маркетинга места, следует руководствоваться следующими принципами:

1. Определение целей. Цель психогеографических исследований в рассматриваемом случае заключается в формировании эмоционального климата, возникающего вокруг намечаемой деятельности. Целью маркетинга места является поиск путей повышения благосостояния населения. В совокупности работы по выполнению этих целей должны охватывать основные духовно-эстетические и материальные запросы социума и создавать основу для системного подхода к их удовлетворению.

2. Двойственный характер восприятия населением изменения условий жизни. Отношение людей к реализации какого-либо проекта вблизи места их проживания складывается из:

- опасений лишиться какой-то из ранее существовавших возможностей (фрустрационных страхов);
- ожиданий получения дополнительных благ.

Получение позитивной информации по обоим направлениям способствует формированию нейтрального отношения к намечаемой деятельности или даже ее одобрения. Исключением из этого правила являются политически ангажированные активисты и экзальтированные личности, единственной мотивацией которых является «борьба за идею» (например, полный отказ от строительства объектов энергетики, не включенных в категорию «зеленых»). Но лишённые поддержки масс эти индивидуумы не способны организовать протестные действия, ставящие под вопрос реализацию проекта.

## **ПСИХОГЕОГРАФИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ**

Недовольство изменением зрительно воспринимаемого образа среды в современном мире становится все более значимым фактором. Если раньше основными причинами возмущения широких масс при реализации проектов было ухудшение экологической ситуации, создающей угрозу для здоровья людей, или падение реальных доходов, то сейчас все чаще причиной протеста становится разрушение привычной обстановки, утрата «духа места». Для обозначения подобных явлений предложен термин «постматериалистические протесты» [24]. Следствием данного феномена является значительное расширение спектра

социально-конфликтных проектов. Если в предшествующий период поводом для массового недовольства, как правило, служило намечаемое строительство крупного промышленного объекта, то в современном мире социально конфликтными могут стать проекты многоэтажных жилых зданий, инфраструктурные проекты и даже проекты религиозно-культурных сооружений. Примером могут служить события, произошедшие весной 2019 г. в Екатеринбурге. Жители города были возмущены намечаемым строительством Храма св. Екатерины на месте сквера. Они не только приняли участие в митингах, но и перешли к прямому столкновению с представителями власти. Результатом протестов стал отказ от строительства Храма. Данный инцидент можно рассматривать как следствие игнорирования именно психогеографических проблем. Первоначальным поводом для массового недовольства послужило не строительство Храма как таковое, а ликвидация сквера, служившего местом отдыха многих жителей.

Вместе с тем, далеко не всегда изменение окружающей среды воспринимается населением негативно. Так, позитивное восприятие возникает, если проект включает благоустройство территории, повышает ее социальную привлекательность и улучшает видеозэкологический потенциал. Предпринимая подобные шаги, можно добиться положительных сдвигов в общественном сознании даже в отношении проектов, априорно негативно воспринимаемых социумом, например, строительства объектов крупных ГЭС [25] и атомных электростанций [26]. Воспринимаемый образ многоэтажных жилых зданий эконом-класса, которые большая часть современного городского населения воспринимает негативно и называет «человейниками», можно принципиально изменить путем их внутреннего озеленения [27].

Планирование психогеографических исследований в составе инженерных изысканий должно осуществляться в соответствии с рассмотренным ранее принципом двойственной восприятия изменений, происходящих в окружающей среде. Это подразумевает либо сведение к минимуму разрушения ее образа, сложившегося в массовом сознании, либо его целенаправленное улучшение. Выбор решения должен осуществляться на основе изучения стереотипов мышления аудитории, затрагиваемой проектом, и настроений, преобладающих в ней в данный период, а также оценке возможностей их трансформации при подготовке и проведении общественных обсуждений [9]. Успех всех этих действий во многом зависит от результативности распространения информации о проекте и от особенностей менталитета населения конкретного района. Рассматривая данный феномен, специалисты в области психогеографии приводят следующую цитату из трудов К. Маркса: «люди не могут увидеть вокруг себя ничего из того, что не является их собственными представлениями [28, 29]. Но эти

представления можно изменить. Например, большую роль может сыграть распространение при подготовке общественных обсуждений информации о новых аспектах улучшения образа жизни населения на соседних территориях, где аналогичные проекты уже осуществлены.

Основными направлениями исследований в данной области, которые следует включить в состав инженерных изысканий, являются:

- определение географических факторов в районе намечаемой деятельности, оказывающих значимое влияние на психику населения с учетом особенностей его менталитета;
- выявление зависимости образа жизни населения от ландшафтных особенностей и характера объектов, которые могут быть изменены или ликвидированы в ходе намечаемой деятельности;
- оценка риска возникновения конфликтных ситуаций, обусловленных психогеографическими факторами;
- поиск удачных решений психогеографических проблем при осуществлении проектов-аналогов;
- установление возможностей улучшения психогеографических условий и методов распространения в обществе информации об этой деятельности;
- разработка предложений по их реализации в составе проекта и предоставление на общественные обсуждения материалов, усиливающих позитивное восприятие изменений характера окружающей среды при реализации проекта.

## **МАРКЕТИНГ МЕСТА В ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ**

Маркетинг места (территории) в современном мире приобретает все большую значимость. Этому вопросу в конце XX века отводилось до 10% объема газетных материалов [22]. Спектр открывающихся возможностей в области маркетинга места при реализации масштабных проектов чрезвычайно широк [30, 19, 23]. Например, это улучшение транспортной доступности, позволяющей расширить сферу реализации продуктов индивидуальных хозяйств. В качестве маркетинга места следует рассматривать создание условий для развития сферы обслуживания, востребованность и доходность которой повысится вследствие увеличения количества клиентов при привлечении сторонних сил на строительство и эксплуатацию проектируемого объекта. Существуют и другие направления этой деятельности. Но понимание данных аспектов намечаемой деятельности в сознании населения спонтанно не возникнет. Достичь этой цели можно только на основании специальных исследований, глубину проработки и системность которых может обеспечить их включение в состав инженерных изысканий. На практике превалирует иной подход. Основное

внимание уделяется доказательству того, что реализация проекта не приведет к ухудшению жизни людей. Освещение позитивных сторон намечаемой деятельности носит поверхностный характер, поскольку отсутствие необходимых материалов не позволяет конкретизировать выгоды, которые реально могут получить люди данного региона.

Реализация некоторых проектов может ухудшить маркетинг места или некоторые его аспекты, важные для населения. Например, строительство крупного промышленного объекта в дачной местности может лишить людей данного региона доходов от сдачи в наем помещений и обслуживания отдыхающих. Подобные явления также должны становиться предметом исследования при изучении маркетинга места во время проведения инженерных изысканий. Необходимо получение информации, способной снять необоснованные опасения, или разработка способов компенсации потерь, путем переориентации маркетинга места.

Выбор возможных путей решения проблем маркетинга и ожидаемые результаты от предпринимаемых усилий нередко во многом определяются социально-экономическими условиями и этническими особенностями населения. Улучшение маркетинговой ситуации особенно важно для депрессивных регионов [20]. Живущее в них население, как правило, позитивно воспринимает проекты, реализация которых сопровождается образованием новых хорошо оплачиваемых рабочих мест. Но подобная ситуация не возникнет, если предлагаемые способы улучшения экономической ситуации не соответствуют этническим и этнопсихологическим особенностям населения. Так, людей, образ жизни которых неразрывно связан с традиционными этническими формами хозяйственной деятельности, скорее всего не заинтересует перспектива работы на промышленном предприятии. Вместе с тем эти же люди могут приветствовать развитие туристического бизнеса, обусловленное улучшением транспортной инфраструктуры в ходе намечаемой деятельности [31].

Анализируя возможное влияние реализации проектов на маркетинг места (территории), можно выделить следующие наиболее важные направления работ по данной проблеме, которые должны осуществляться в составе инженерных изысканий:

- определение состояния маркетинга территории, которая будет затронута намечаемой деятельностью;
- установление факторов, определяющих маркетинг места реализации проекта;
- оценка возможного ухудшения маркетинговой ситуации в данном регионе;
- разработка мер по улучшению или переориентации маркетинга места с учетом социально-экономических и этнопсихологических особенностей населения;
- представление на общественные обсуждения наглядных материалов, способных убедить население в возможности улучшения уровня его жизни в случае реализации проекта.

## **ВЫВОДЫ**

1. Распространенными причинами массовых протестов, направленных против реализации проектов строительства производственных, жилищных и иных объектов, являются не реальная опасность ухудшения условий жизни, а недовольство их изменением, а также опасения утраты ранее доступных духовно-эстетических и материальных благ.

2. Подобные явления, наносящие большой экономической ущерб и ухудшающие социально-политическую ситуацию, можно предотвратить, включив в состав инженерных изысканий изучение вопросов в области психогеографии и маркетинга места, сопутствующих реализации проекта.

3. Цель психогеографических исследований в рассматриваемом случае заключается в формировании эмоционального климата, возникающего вокруг намечаемой деятельности. Целью маркетинга места является поиск путей повышения благосостояния населения. В совокупности эти работы охватывают основные духовно-эстетические и материальные запросы социума и создают основу для выработки системного подхода к их удовлетворению.

4. Отношение людей к реализации какого-либо проекта вблизи места их проживания складывается из фрустрационных страхов и ожиданий получения дополнительных благ. Этот двойственный характер восприятия намечаемой деятельности должен быть положен в основу планирования исследований в области психогеографии и маркетинга места при проведении инженерных изысканий по проекту.

5. Существует настоятельная необходимость в разработке правовых норм, регламентирующих воздействие на образ жизни людей и привычные для них условия существования, а также содержащие требования по компенсации утрат подобного рода.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Рублев Д.И. Опыт гражданской самоорганизации: движение против уплотнительной застройки в Москве, 2007-2008 гг. // Россия и современный мир. 2014. № 2(83). С. 238–248.
2. Суздалева А.Л. Экологические фрустрации и депривации как основа восприятия условий окружающей среды населением урбанизированных территорий // Экология урбанизированных территорий. 2015. № 3. С. 12–17.
3. Желнина А., Тыканова Е. «Игроки» на «аренах»: анализ взаимодействий в городских локальных конфликтах (случай Санкт-Петербурга и Москвы) // Журнал исследований социальной политики. 2021. № 19(2). С. 205–222.
4. Белоусов А.Б., Давыдов Д.А. От права на город к праву на пространство. Динамика муниципальных конфликтов на примере Свердловской области // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2021. № 6. С. 362–385.
5. Семенов А., Минаева Э. Города расходящихся улиц: развитие городских конфликтов в России 2010-х // Журнал исследований социальной политики. 2021. № 19(2). С. 189–204.
6. Olander S., Landin A. Evaluation of stakeholder influence in the implementation of construction projects // International Journal of Project Management. 2005. Vol. 23. No. 4. Pp. 321-328.

7. Teo M.M., Loosemore M. Community-based protest against construction projects: A case study of movement continuity // *Construction Management & Economics*. 2011. V. 29. N2.P.131-144.
8. Di Maddaloni F., Davis K. Project manager's perception of the local communities' stakeholder in megaprojects // *International Journal of Project Management*. 2018. Vol. 36. No. 3. Pp. 542–565.
9. Суздалева А.Л. Формирование экологического имиджа производственной организации и ее продукции. М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. 416 с.
10. Teo M.M., Loosemore M. Understanding community protest from a project management perspective: A relationship-based approach // *International Journal of Project Management*. 2017. Vol. 35. No. 8. Pp. 1444–1458.
11. Chow V., Leiringer R. The Practice of Public Engagement on Projects: From Managing External Stakeholders to Facilitating Active Contributors // *Project Management Journal*. 2020. Vol. 51. No. 1. Pp. 24–37.
12. Debord G. Introduction to a Critique of Urban Geography // In: *Situationist International Anthology*. Berkeley (Canada), 2006. Pp. 8-12.
13. Михайленко С.Б. «Обнаженный город»: психогеография в контексте исторической урбанистики 1950-1960 гг. // *Научные проблемы гуманитарных исследований*. 2010. № 1. С. 88–97.
14. Валишин Ю.И. Научные основы психогеографии // *Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки»*. 2014. №1. С. 97–103.
15. Валишин Ю.И. Психогеография города // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2017. № 2. С. 29–41.
16. Скуденков В.А. Психогеография города: от архитектуры к социально-психологическому самочувствию // *Философия здоровья: интегральный подход: межвузовский сборник научных трудов*. Иркутск: ИГУ, 2019. С. 69–79.
17. Полюшкевич О.А. Психогеографическое измерение публичного пространства города // *Управление городом: теория и практика*. 2022. № 2(44). С. 31–35.
18. Каракова Т.В., Воронцова Ю.С. Принципы психогеографии в проектировании городской среды // *Градостроительство и архитектура*. 2022. Т. 12. № 4. С. 142–146.
19. Гагарский М.Д. Маркетинг местностей (мест): общественно географические аспекты // *Географический вестник*. 2005. № 1–2. С. 52–67.
20. Годван Д.Ф. Маркетинг мест как инструмент развития проблемных территорий // *Бизнес-образование в экономике знаний*. 2019. № 3. С. 23–26.
21. Kotler P., Haider D.H., Rein I.J. *Marketing of places: Attracting investment, industry, and tourism to cities, states, and nations*. New York: Free Press, 1993. 298 p.
22. Langer R. *Place Images and Place Marketing*. Copenhagen: Marketing. Institut for Interkulturel Kommunikation og Ledelse, IKL. Copenhagen Business School. 2001. 31 p.
23. Boisen M., Terlouw K., Groote P., Couwenberg O. Reframing place promotion, place marketing, and place branding – moving beyond conceptual confusion // *Cities*. 2018. Vol. 80. Pp. 4–11.
24. Белоусов А.Б., Давыдов Д.А., Кочухова Е.С. В постматериалистическом тренде: мотивация участников протеста в сквере у Театра драмы в Екатеринбурге // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2020. № 6. С. 53–72.
25. Безносков В.Н., Родионов Б.В., Суздалева А.Л. Формирование экологического имиджа промышленных объектов // *Экология производства*. 2007. № 1(30). С. 22–26.
26. Суздалева А.Л. Улучшение общего и экологического имиджа объектов атомной энергетики // *Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика*. 2017. № 1. С. 147–155.
27. Суздалева А.Л., Кривоносова О.К., Мамина Д.Х. Зеленые человеки как решение социально-геоэкологической проблемы российских мегаполисов // *Высшая школа: научные исследования*. Материалы Межвузовского международного конгресса. Уфа: Изд-во Инфинити, 2023. С. 128–137.
28. Debord G. *Theory of Derive* // *Visual Culture: Spaces of visual culture*. New York, 2006. Vol. 3. Pp. 77–82.
29. Савенкова Е.В. Город: история отчуждения // *Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Философия. Филология*. 2007. № 1. С. 82–92.
30. Котлер Ф., Асплунд К., Рейн И., Хайдер Д. *Маркетинг мест. Привлечение инвестиций, предприятий, жителей и туристов в города, коммуны, регионы и страны Европы*. СПб.: Изд-во Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2005. 376 с.
31. Суздалева А.Л. Надличностная соционика // *Энергия: экономика, техника, экология*. 2019. № 10. С. 12–27.

## АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ

### **Королев И.В.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

### **Озерова Н.В.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

### **Жуликов С.С.**

- кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

**АННОТАЦИЯ:** В работе рассматриваются вопросы электробезопасности на горных предприятиях. Приведены основные причины электротравматизма работников. Показано, что применение сетей типа IT повышает электробезопасность горных работ. Важным аспектом электробезопасности является использование средств индивидуальной защиты.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электробезопасность, горные работы, сети типа IT, СИЗ

### **ВВЕДЕНИЕ**

Электробезопасность играет решающую роль в области горных работ, где работники сталкиваются с повышенными рисками, связанными с электрическими установками и оборудованием. В горнодобывающей промышленности электроустановки используются для обеспечения энергией различных процессов и механизмов, однако неправильное обращение с электрооборудованием может привести к серьезным последствиям, включая травмы и даже гибель.

Целью данной статьи является рассмотрение вопросов электробезопасности в контексте горных работ, выявление основных угроз и опасностей, а также обсуждение мер и стратегий, направленных на предотвращение электротравматизма и обеспечение безопасности работников.

В горной промышленности работники ежедневно сталкиваются с рядом потенциальных опасностей, связанных с электричеством. Воздействие электрического тока на персонал может вызывать серьезные повреждения внутренних органов, ожоги, остановку сердца или дыхания и даже смерть [1]. Поэтому важно разработать эффективные стратегии электробезопасности, которые помогут минимизировать риски и обеспечить безопасность работников.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Анализ электробезопасности в горных работах позволяет выявить несколько основных угроз, среди которых:

- работа с электрооборудованием в условиях повышенной влажности или пыли, что может привести к короткому замыканию или возникновению дуговых разрядов.
- отсутствие или неправильное использование средств индивидуальной защиты от электрического тока, таких как диэлектрические перчатки, сапоги, защитные каски и др.
- недостаточное обучение работников правилам безопасной работы с электрооборудованием и установками, а также неправильное выполнение процедур блокировки и размещения предупреждающих знаков.
- несоответствие электроустановок требованиям безопасности и неправильная эксплуатация электротехнического оборудования.

Для обеспечения электробезопасности на горных предприятиях необходимо применять ряд мер и стратегий. Важно обеспечить работникам доступ к обучению и тренингам по правилам электробезопасности, включая знание основных опасностей, процедур блокировки и размещения предупреждающих знаков. Кроме того, следует строго контролировать состояние и исправность электрооборудования, регулярно проводить его техническое обслуживание и проверку.

Важным аспектом электробезопасности является использование соответствующих средств индивидуальной защиты (СИЗ). Работники должны быть оснащены диэлектрическими перчатками, сапогами, защитными касками и другими средствами, чтобы минимизировать риск электрического поражения (рис. 1).



а)



б)

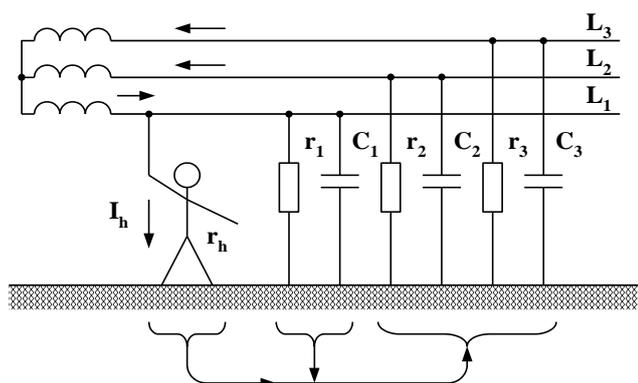
**Рисунок 1.** а) перчатки диэлектрические, б) Боты диэлектрические.

Также необходимо уделять внимание обслуживанию и ремонту электроустановок. Регулярные проверки и техническое обслуживание помогут выявить возможные неисправности, а также обеспечат соответствие установок требованиям безопасности.

Так как электробезопасность является одной из наиболее важных аспектов горных работ, то анализ угроз и применение соответствующих мер и мероприятий помогут снизить риски электротравматизма и обеспечить безопасность работников. Правильное обучение,

использование средств индивидуальной защиты и регулярное обслуживание электрооборудования являются ключевыми факторами в обеспечении электробезопасности на горных предприятиях.

Сети с изолированной нейтралью (ИН) типа IT являются одним из важных аспектов электрической безопасности в горных работах (рис. 2). Сети типа IT представляет собой электрическую систему, в которой нейтральный проводник не соединен с землей или заземляющей системой. Вместо этого, нейтральный проводник в IT-сети подключен к земле через высокоомное сопротивление, что позволяет создать изоляцию между электроустановкой и землей.



**Рисунок 2.** Прикосновение человека к фазному проводнику сети с изолированной нейтралью при нормальном режиме её работы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В горных работах, где существует риск возникновения опасных потенциалов на земле, использование сетей с изолированной нейтралью представляет существенные преимущества:

- предотвращение поражений электрическим током: IT-сети обеспечивает дополнительный уровень безопасности для работников, так как предотвращает возможность возникновения опасных потенциалов на земле. Это снижает риск поражения электрическим током при случайном контакте с электрооборудованием или проводниками.

- улучшение надежности системы: Изоляция между нейтралью и землей в IT-сети позволяет предотвратить возникновение замыканий и коротких замыканий. Это способствует более стабильной работе электроустановок и снижает вероятность аварийных ситуаций, что особенно важно в горных условиях, где доступ к ремонту и обслуживанию может быть ограничен.

- улучшение условий для обслуживания и технического обслуживания: Изолированная нейтраль позволяет снизить риск поражения электрическим током при выполнении работ по

обслуживанию и ремонту электрооборудования. Работники могут безопасно выполнять проверки, замены и настройку оборудования, не рискуя получить удар током.

Однако использование сетей с изолированной нейтралью требует особых мер предосторожности и правильного обслуживания. Регулярная проверка изоляции и заземления, обучение работников правилам безопасной работы с ИТ-сетями и использование специализированного оборудования играют важную роль в обеспечении надежности и безопасности ИТ-сетей.

Дополнительные меры безопасности, связанные с сетями с изолированной нейтралью, могут включать:

- заземление и заземляющая система: в ИТ-сети необходимо обеспечить надежное заземление, чтобы обеспечить правильное распределение избыточного тока и предотвратить накопление опасных потенциалов. Заземляющая система должна регулярно проверяться на отсутствие повреждений или коррозии, а заземляющие проводники должны быть надежно соединены с землей.

- регулярная проверка изоляции: Проведение регулярных проверок изоляции электроустановок и оборудования является важным аспектом обеспечения безопасности. Изоляционные материалы могут подвергаться воздействию влаги, загрязнений или механических повреждений, поэтому регулярное тестирование и измерение изоляционного сопротивления помогут выявить возможные проблемы и предотвратить аварийные ситуации.

- обучение и тренинг: Работники, занятые в горных работах, должны быть обучены правилам безопасной работы с ИТ-сети и знать основные принципы электробезопасности. Обучение должно включать ознакомление с основными опасностями, правилами блокировки и размещения предупреждающих знаков, а также использованием средств индивидуальной защиты.

- предупреждение аварийных ситуаций. Важно разработать стратегии предупреждения аварийных ситуаций и механизмы быстрой реакции на них. Это может включать системы мониторинга, автоматические выключатели и тревожные сигнализации, которые могут быстро обнаружить проблемы в ИТ-сети и предотвратить возникновение опасных ситуаций.

## **ВЫВОДЫ**

Сети с изолированной нейтралью типа ИТ являются эффективным средством обеспечения электрической безопасности в горных работах. Однако для успешной реализации такой системы необходимо соблюдать все соответствующие нормы, стандарты и

рекомендации. Регулярное обслуживание и проверка IT-сети, а также обучение персонала, играют важную роль в поддержании ее эффективности и безопасности.

Кроме того, при использовании сетей с изолированной нейтралью в горных работах следует учитывать специфические особенности этой отрасли. Например, условия работы в горных условиях могут представлять повышенные риски для электроустановок, такие как влажность, пыль, механические воздействия и т.д. Поэтому необходимо принять дополнительные меры для защиты и обслуживания электрооборудования, такие как использование защитных кожухов, герметичных корпусов, антивибрационных систем и т. д.

Важно также учесть специфические требования и нормативные акты, связанные с использованием сетей с изолированной нейтралью в горнодобывающей промышленности. Необходимо соблюдение действующих правил и норм, которые регулируют безопасность и эксплуатацию электроустановок [2, 3].

Использование сетей с изолированной нейтралью в горных работах способствует обеспечению безопасности работников и надежности электроустановок. Однако для эффективной работы такой системы необходимо регулярное обслуживание, проверка и обучение персонала. Применение специализированного оборудования и соблюдение требований нормативных актов помогут минимизировать риски и обеспечить безопасность в горных работах.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Анализ изменений в ПОТЭЭ с учетом требования электробезопасности при производстве работ в электроустановках / И. В. Королев, А. А. Афанасьева, Е. А. Шепелева, М. А. Забелин // Главный энергетик. 2022. № 8. С. 45–49.
2. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н, зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 № 61957.
3. Правила устройства электроустановок: по состоянию на 1 мая 2005 г. / утв. М-вом энергетики Рос. Федерации от 8 июля 2002 г. № 204, введ. в действие с 1 янв. 2003 г. 7-е изд., изм. и доп. // Новосибирск: Сиб. университет. изд-во, 2005.

**МЕЖДУНАРОДНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО  
ТУРКМЕНИСТАНА В ВОПРОСАХ ИЗУЧЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО  
МОНИТОРИНГА МОСТОВ**

**Какагельдиев К.К.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

**Чарыев Х.М.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

**Гаррыев Я.А.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

**Научный руководитель: Хыдыров М.Ч.**

- преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

**АННОТАЦИЯ**

Обоснована необходимость международного образовательного сотрудничества нашей страны в вопросах изучения деформационного мониторинга мостов. Дана краткая характеристика частотного метода, показавшего эффективность его использования в жарких климатических условиях Туркменистана. Указано на целесообразность продолжения сотрудничества с зарубежными коллегами в вопросах дальнейшего совершенствования исследований мостовых сооружений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** деформация мостов, частотный метод, непрерывный мониторинг.

В Туркменистане активно ведется строительство мостов. Их возведение вносит значительный вклад в формирование современной национальной транспортной инфраструктуры, повышая роль нашего государства как международного транспортного перекрестка в центральноазиатском регионе. Необходимо отметить, что Генеральная ассамблея Организации Объединённых Наций приняла Резолюции «Роль транспортных и транзитных коридоров в обеспечении международного сотрудничества в целях устойчивого развития» и «На пути к обеспечению всестороннего взаимодействия между всеми видами транспорта в целях содействия созданию устойчивых мультимодальных транзитных коридоров». Они были предложены по инициативе нашей страны, что указывает на возможности реализации имеющегося потенциала расширения сотрудничества с зарубежными странами в региональных и глобальных масштабах [1,2,3].

В современный период непосредственно под руководством уважаемого Президента Сердара Бердымухамедова реализуются крупнейшие проекты по модернизации действующих и строительству новых мостовых сооружений, что свидетельствует об успешных процессах диверсификации транспортно-логистической инфраструктуры. Одновременно с этим

совершенствуется и научно-технические исследования по данным инженерным объектам, включающие в себя и изучение геодезических методов деформационного мониторинга. Исследования отечественных и зарубежных специалистов в области инженерной геодезии и строительства приводят к выводу, что воздействия внешних природных и антропогенных факторов ведут к необратимым деформациям некоторых элементов конструкций мостовых сооружений [4,5,6,7,8]. Для контроля и прогнозирования технического состояния мостовых сооружений возникает необходимость в периодическом проведении соответствующих обследований конструктивных мостовых элементов с одновременным выполнением геодезических измерений для уточнения их соответствия необходимым параметрам. В настоящее время актуальной задачей для отечественной науки является разработка национальной постоянно действующей информационно-аналитической системы в целях сбора и распространения высокоточных данных о контролируемых элементах мостового сооружения в эксплуатационный период. В решении данных вопросов международное образовательное сотрудничество нашей страны играет ключевую роль в процессе обмена передовым зарубежным опытом.

Так студенты и преподаватели Туркменского государственного архитектурно-строительного института с 2015 года систематически проводят встречи, в том числе и в онлайн-формате, со специалистами берлинского Технического университета прикладных наук имени Бойта. В ходе обучающих мероприятий особое внимание уделяется возможностям использования в нашей стране инновационных методов деформационного мониторинга мостов. Так профессором данного высшего учебного заведения Борисом Резником предлагается применение частотного метода [9]. Им были представлены авторские алгоритмы и соответствующее специализированное программное обеспечение по мониторингу состояния мостов. Разработанные им датчики совместно с предприятием JHG, Berlin, которые также были опробованы и в условиях нашей страны, показали эффективность их использования в жарких климатических условиях. При тестировании датчиков в результате компьютерной обработки соответствующих измерений были получены спектрограммы. Определенный интерес для деформационного мониторинга вызывает предлагаемый приборный комплекс JHG4, который позволяет проводить измерения и регистрацию данных при одновременном использовании восьми компактных датчиков. К положительным сторонам применения данного метода относится и возможность полной автоматизации данного процесса. То есть формируются возможности организации непрерывного мониторинга. Своевременный анализ получаемых результатов измерений с определенными интервалами времени будут

способствовать предотвращению негативных последствий вследствие принятия необходимых мер [10].

Таким образом, продолжение и расширение международного сотрудничества технических вузов нашей страны с зарубежными коллегами способствуют практической реализации решения комплексных задач, относящихся к деформационному мониторингу мостовых сооружений Туркменистана.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Orazmyradow H. Şähergurluşyk işleri ýokary ösüşlere beslenýär // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2015. № 4. Sah. 18-20. ( на туркменском языке)
2. Имамбердыев О., Недиров С. Современное состояние и перспективы строительства автомобильных мостов на западе Туркменистана // Инновационная наука. 2023. № 3–2. С. 33–35.
3. Пýасow I.B. Türkmenistanyň seýsmika durnukly döwrebaп gurluşygy. Aşgabat.: 2015. 130 sah. (на туркменском языке)
4. Ishanov M., Ovezov E. Theoretical aspects of the study of geodetic methods for analyzing deformations of buildings and structures // Сборник статей VII Международной научно-практической конференции. Инновационное развитие науки и техники. 2020. С. 138-141.
5. Зарзура Ф.Х., Мазуров Б.Т. Мониторинг мостов с использованием ГНСС // Сборник материалов Международной научной конференции. ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2014: Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. 2014. Том. 1. С. 175-180.
6. Федосеев Ю.Е., Егорченкова Е.А. Требования к геодезической информации при мониторинге деформационных процессов мостовых сооружений // Инженерные изыскания. 2010. № 12. С. 50–57.
7. Марфенко. Геодезические работы по наблюдению за деформациями сооружений. М.: МГУГиК, 2004. 34 с.
8. Чан М. Х., Нгуен Х.В. Методика геодезических наблюдений за деформациями земной поверхности с учетом геологических разломов // Материалы XXX Международной научно-практической конференции. Актуальные вопросы науки. 2017. С. 108–111.
9. Резник Б.Е. Непрерывные геодезические измерения деформаций строительных конструкций эксплуатируемых сооружений // Геопрофи. 2008. № 4. С. 4–9.
10. Mustafin M. G., Valkov V. A., Kazantsev A.I. Monitoring of deformation processes in buildings and structures in metropolises // Procedia Engineering. 2017. С. 729-736.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТУРКМЕНИСТАНА

### **Атаев А.Х.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Аннакулиев Ю.К.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Научный руководитель: Атаева Д.Б.**

- преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **АННОТАЦИЯ**

Дан краткий обзор современного состояния промышленности строительных материалов в Туркменистане. Произведена оценка некоторых строительных материалов по степени их экологической безопасности. Выполнен анализ проводимых мероприятий по лицензированию работ относительно производства промышленных строительных материалов. Сделан вывод о позитивном вкладе внедряемых экологических стандартов относительно строительных материалов в успешную реализацию концепции устойчивого развития нашей страны.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инновационные строительные материалы, экологические стандарты, устойчивое развитие.

В настоящее время в независимом и нейтральном Туркменистане проводимое масштабное строительство социальных и промышленных инфраструктурных объектов способствует ускоренному развитию отраслей по производству строительных материалов. Необходимо отметить, что в Туркменистане расположены залежи почти 200 полезных ископаемых, пригодных в качестве сырья для строительной отрасли. Поэтому местные предприятия в промышленных масштабах выпускают такие виды востребованной продукции, как керамика, строительное стекло, цемент, кирпич, изделия из пластика, асботрубы, полимеры, краски, гипс. Возводимые современные предприятия, относящихся к производству строительных материалов, отличаются активным внедрением новейших инновационных технологий [1,2,3,4]. Также налажено сотрудничество с Академией наук Туркменистана в вопросах научно обоснованного улучшения качества и переработки местного сырья. Особое внимание в нашей стране уделяется экологической безопасности выпускаемой продукции, что подтверждается Постановлением Президента Сердара Бердымухамедова об утверждении Положения о лицензировании работ по производству промышленных строительных материалов, продукции и конструкций. Таким образом, исследования по экологической безопасности строительных материалов относятся к актуальным и своевременным.

Научные исследования и разработки туркменских и иностранных специалистов, использование сравнительного метода приводят к выводу о целесообразности применения следующих основных критериев при оценке уровня экологичности современных строительных материалов: 1) химический состав; 2) уровень прочности и устойчивости; 3) энергозатраты при производстве продукции; 4) возможность вторичной переработки [5,6,7,8]. Анализ производимых в нашей стране строительных материалов указывает на высокий уровень экологичности газобетонных блоков, производимых из местного сырья. По своей структуре газобетон включает в свой состав пузырьки воздуха, что обеспечивает ему высокий звукоизоляционный уровень. По физическим параметрам теплоизоляция этого вида строительной продукции в десять раз выше по сравнению с бетонными плитами. Преимуществом также являются гладкая фактура поверхности плит, что значительно уменьшает расход материалов, используемых при его дальнейшем использовании в помещениях. К высокоэкологичным строительным материалам также относится производимый на территории страны огнеупорный кирпич. Для изготовления данной продукции используются месторождения каолиновых глин, имеющиеся в западных регионах нашей страны. Кирпичи данного вида выдерживают температуры до 1200 градусов Цельсия. Качественные характеристики отечественных сырьевых компонентов для производства гипсовых материалов, небольшие энергетические затраты при его изготовлении создали возможность производства в стране отечественного гипсокартона. Безопасный для человека химический состав данного вида продукции, также характеризующийся как естественный регулятор влажности воздуха в помещениях позволяют отнести его к экологическим.

Сделанные выводы актуальны при дальнейшем внедрении принципов «зелёного» строительства и устойчивого развития во всех регионах страны. В данном направлении в рамках проекта ПРООН и Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды «Устойчивые города в Туркменистане: Комплексное развитие зеленых городов в Ашхабаде и Авазе» разрабатывается первый в Туркменистане строительный стандарт по «зеленым» критериям, комплексно охватывающий весь цикл строительных объектов. Данный стандарт должен будет учитываться и производителями строительной продукции, так как среди предлагаемых критериев есть и оценка экологичности строительных и отделочных материалов [9].

Значительный вклад в достижение высокого уровня экологичности строящихся объектов и для конкретного определения соответствия государственным стандартам ввозимых на территорию нашего государства строительных материалов разработан, отвечающий современным требованиям, определенный порядок их ввоза. Теперь всесторонний анализ

включает в себя также оценку соответствия ввозимой строительной продукции национальным особенностям и местным климатическим условиям. Кроме того, принятый Закон «Об экологическом аудите» также важен при комплексной оценке проектов строительных производств, что дает возможность повышения экологической обоснованности планируемой деятельности [10].

Таким образом, считается целесообразным продолжение работ по всесторонним исследованиям экологической безопасности строительных материалов, как производимых на территории нашей страны, так и ввозимых из зарубежных стран. Полученные результаты могут внести вклад в формирование экологически безопасных городов и сел нашей страны в соответствии с принципами устойчивого развития.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Orazow P. Ýerli çig mal esasynda sement önümçiligi ösdürilýär // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2019. № 2 (18). Sah. 63–67. (на туркменском языке)
2. Атаев Р., Атабаев В. Потенциальные возможности развития промышленности строительных материалов в Туркменистане // Инновационная наука. 2023. № 3–2. С.26–27.
3. Durdyýew O. Garagum çägesinden gurluşyk materiallaryny taýýarlamagyň innowasion usuly // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2019. № 1 (17). Sah. 70–78. (на туркменском языке)
4. Пенджиёв А.М., Оразов П.О. Современное состояние твердых отходов в мире. Приоритетная стратегия Туркменистана // Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Развитие науки и образования в условиях мировой нестабильности: современные парадигмы, проблемы, пути решения. 2021. Часть 1. С.45–58
5. Величко Е.Г., Цховребов Э.С. Экологическая безопасность строительных материалов: основные исторические этапы // Вестник МГСУ. 2017. Том.12, выпуск 1 (100). С. 26–35.
6. Кондратенко Т.О., Семенова Е.А., Соломахина Л.Я. Повышение экологической безопасности производства газобетона // Инженерный вестник Дона. 2013. Том.26, выпуск 3 (26). С.106–110.
7. Зубрев Н. И. Экологическая безопасность строительных материалов // М.: ИНФРА-М, 2021. 195 с.
8. White R.R. Building the Ecological City. Woodhead, 2001.
9. Оразов П.О., Атаев Ы.А. Современные технологии в строительстве // IN SITU. 2022. №. 5. С.31–33.
10. Bekmürzaýewa M. Döwrebap binagärligiň ekologiýa meseleleri // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2021. № 4 (28). Sah. 16–22. (на туркменском языке)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В УМНОМ ГОРОДЕ АРКАДАГ

### **Бяшиев М.О.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Пыхыева О.Ю.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Научный руководитель: Дурдымурадов М.О.**

- преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **АННОТАЦИЯ**

Показана целесообразность применения системного подхода при формировании экологической среды первого умного города Аркадаг в Туркменистане. Дана краткая характеристика транспортной и коммунальной структур нового города, выделен инклюзивный подход в их технических решениях. Обосновано предложение по ускорению цифровизации для целей дальнейшего улучшения экологической среды в новом административном центре нашей страны.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** принципы развития умного города, экосистема, инновационные технологии, инклюзивный подход.

В независимом и нейтральном Туркменистане цифровизация является приоритетным направлением государственного развития всех сфер общественного производства. Реализация принятой Правительством нашей страны «Концепции развития цифровой экономики в Туркменистане в 2019–2025 годах» позволит достигнуть долгосрочный экономический рост и высокую производительность во всех отраслях народного хозяйства. Положительный эффект от внедрения цифровых технологий на экологию окружающей среды также учитываются при возведении современных городов нашей страны [1]. Поэтому исследования по возможностям формирования и дальнейшим перспективам развития цифровой экологической среды на примере строящегося умного города Аркадаг являются актуальными и востребованными.

Анализ проектных данных, их технических характеристик указывают, что возведение нового административного центра Ахалского веляята основано на концепции «умный город», которая способствует интеграции новейших передовых технологий, цифровизации и сформированных соответствующих платформ различных ее систем. Городские здания и предприятия воздвигаются в соответствии со стандартизированные показатели для измерения эффективности их функционирования [2,3]. Так, оценка показателей городских услуг и качества жизни будет проводиться в соответствии с ISO 37120:2014. Все это послужило включением в этом году этого города в международный экологический проект «Развитие

зеленых городов с инновационными решениями», организованный ОБСЕ. В настоящее время в город Аркадаг ведутся систематические мероприятия по посадке саженцев на площади около 290 гектаров. Все работы проводятся в соответствии с современными требованиями агротехники.

Рассмотрим основные инновационные инструменты управления данной городской экосистемы, которые обеспечивают взаимодействие различных сфер городской деятельности. Экологический подход в новом городе проявляется, прежде всего, в функционировании коммунальной инфраструктуры. Здесь рациональное использование водных ресурсов имеет свое практическое воплощение. Так вдоль всех строящихся дорог устанавливаются дождеприемники, которые посредством современных технических способов отводят воду в общую трубопроводную сеть, которая будет протянута до мощного очистного сооружения. Здесь она будет тщательно очищаться от агрессивных химических загрязнителей, поступая затем в специально оборудованные отстойники для дальнейшего использования полива зеленых городских насаждений.

Исследовательские работы отечественных и зарубежных специалистов показывают, что транспортные проблемы являются наиболее сложными в вопросах обеспечения экологического благополучия в городских системах [4,5,6,7]. В умном городе Аркадаг для эффективного решения транспортных вопросов внедряется интеллектуальная транспортная система (ИТС), одной из составляющей которой будет являться «Умный светофор». Кроме того, впервые на территории нашей страны здесь будут использоваться электромобили и электробусы. Общеизвестно, что данные виды транспорта способны свести к минимальным значениям вредные выбросы в атмосферный воздух [8].

К одной из важнейшей характеристик умного города относится и уровень инклюзивной доступности. Так в новом городе на тротуарах будут размещены специальные тактильные наземные указатели для предупреждения людям с ограниченными возможностями здоровья о возможных опасностях при переходе дорог. Также для них внедрение на пешеходных светофорах звуковых и тактильных сигналов создадут условия для удобного и безопасного использования дорожных переходов. Кроме того, во всех лифтах, предназначенных для перевозки людей, будут установлены кнопки с азбукой Брайля и звуковыми сигналами.

Таким образом, обеспечение качественной работы всех инфраструктурных объектов приведёт к улучшению условий для жизнедеятельности всего городского населения данного города. Это будет способствовать повышению уровня его экологической безопасности, улучшению его инвестиционных возможностей. Приток высокообразованных специалистов и материальных ресурсов в город создаст возможности для дальнейшего улучшения

конкурентоспособных позиций и стимулировать ускоренный экономический рост. Совокупность вышеуказанных процессов будут способствовать формированию наиболее благоприятных условий в деле обеспечения современного, экологически безопасного и устойчивого развития умного города в долгосрочной перспективе [9].

Используя представленный аналитический материал по формированию экосистемы умного города целесообразно в дальнейшем разработать стратегию по цифровизации городской экосистемы применительно к местным климатическим условиям, с учетом их негативного влияния. В результате будут выработаны научно обоснованные наиболее эффективные пути смягчения неблагоприятных климатических последствий применительно к рассматриваемой экосистеме.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Бурматова О.П. Концепция устойчивого развития умного города: экологический аспект // ЭКО. 2021. № 6(564). С.139–160.
- 1Gurbanlyýew A. Akylly şäheri gurmagyň ugurlary // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2021. № 1(25). Sah.6–15. (на туркменском языке)
- 2.Kulyýewa L. Arkadag şäheri: Sanly ulgam hereketde // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2023. №1(33). Sah.17–25. (на туркменском языке)
3. Намиот Д.Е., Шнепс-Шнеппе М.А. Об отечественных стандартах для Умного Города // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. №. 7. С.30–36.
- 4.Бойкова М., Ильина И., Салазкин М. «Умная» модель развития как ответ на возникающие вызовы для городов // Форсайт. 2016. Том 19, № 3. С. 65–75.
- 5.Гиря М.А., Гиря Л.В. Перспективы применения зеленых стандартов и технологий в жилищном строительстве " // Инженерный вестник Дона. 2018. №. 3 (50). С.74–81.
- 6.Попов Е.В., Семячков К.А. Систематизация подходов к оценке развития умных городов. // Экономика региона.2020. Выпуск 16, № 1.С.94-98.
- 7.Hollands R. G. Will the Real Smart City Please Stand Up? // City. 2008. No.12 (3). Pp. 303–320.
- 8.Давыдова Т.Е. Риски формирования экосистемы умного города в нестандартных условиях // Цифровизация и цифровая трансформация отраслевой экономики. 2022.С.315–336
- 9.Алябьева М.В., Белокопытова О.А., Гашо И.А. «Умный город» как эффективная система управления городским развитием // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2022. № 2(93). С. 21–33.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ГОРОДСКИХ ПАРКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОРОДА АШХАБАДА

### **Гылыджов А.Г.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Гарягдыев Э.А.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Черриев М.А.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Научный руководитель: Гочакова А.А.**

- преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **АННОТАЦИЯ**

Проведен анализ современного состояния и проводимых работ по озеленению города Ашхабада, их воздействию на тепловые острова. Выявлено, что архитектурно-планировочное сочетание древесных насаждений и водных объектов увеличивают положительное влияние парковых комплексов на тепловой режим города. Обосновывается значительная роль городских парковых комплексов в создании комфортной и экологически безопасной среды для проживания населения в аридных условиях.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** природно-парковые комплексы, архитектурно-экологический подход, тепловые острова, зоны экологического комфорта.

В независимом и нейтральном Туркменистане под руководством уважаемого Президента Сердара Бердымухамедова разрабатываются комплексные программы по совершенствованию деятельности отечественной архитектурно-строительной отрасли. Основной стратегической целью проводимых реформ является гармонизация городских поселений и окружающей природной среды, постепенное увеличение площадей природно-парковых комплексов. Так, успешные многолетние работы по озеленению городских территорий были оценены присвоением столице в 2022 году Международного сертификата за содействие и вклад в глобальную инициативу «Деревья в городах».

Система озеленения городского пространства играет значительную роль в создании комфортной и экологически безопасной среды для проживания населения, что особенно актуально в аридных условиях нашей страны. Так в летний период она обеспечивает защиту от сухих и пыльных ветров и одновременно способствует проветриванию города, способствуя очищению атмосферы от вредных химических загрязнителей. В Ашхабаде проветриванию центральных районов, расположенных в глубине застройки, содействуют клинообразные массивы зеленых насаждений, произрастающие вдоль направлений благоприятных ветров. Наиболее крупные растительные массивы увеличивают скорости воздушных потоков в

результате создания специальных систем открытых пространств, включающие также и водные поверхности [1,2]. Таким образом, продолжение научных исследований по вопросам поддержания городских парков как комплексных экологических систем, а также анализ относящихся к ним экологических функций в целях устойчивого развития являются своевременными и востребованными.

Анализ проектных материалов и соответствующих смет указывают на то, что парковые комплексы в городе Ашгабаде формируются в соответствии с методом комплексного архитектурно-экологического подхода, при котором наиболее максимально используются характерные природные черты и особенности ландшафтных территорий [3,4]. За годы независимости в столице сформировалась обширная сеть природных парков и скверов, особенностью которых является наличие в них различных фонтанов. Безусловно, что архитектурно-планировочное сочетание древесных насаждений и водных объектов увеличивают эффект положительного влияния озеленения на тепловой режим города. Как доказывают исследования, фонтаны в условиях аридного климата способствуют в определенной степени не только очищению воздуха, но и поддерживают её соответствующую комфортную влажность. Отличающейся своей значительной занимаемой территорией фонтанно-скульптурный комплекс «Огузхан» включен в Книгу рекордов Гиннеса.

Обзор исследовательских работ отечественных и зарубежных специалистов, изучение применяемых в столице нашего государства современных технологий садово-паркового строительства указывают на соблюдение принципов обеспечения относительной устойчивости существующих озеленительных комплексов и их составных частей, что способствует значительному уменьшению негативного воздействия тепловых островов [5,6]. Необходимо отметить, что в городе за счет повышения отражательной способности существующих городских поверхностей, в большинстве своем имеющие белый цвет, отражается до 90 % солнечного света, что снижает температуру во время жаркого периода на несколько градусов Цельсия. То есть проводимые на научной основе комплексные работы способствуют формированию зон экологического комфорта для городского населения [7,8].

Сравнительный анализ существующих городских парковых комплексов показал некоторые различия между ними. Наиболее обширным по территории считается парк, введенный в эксплуатацию в 2017 году в южной части столицы. Его площадь составляет 630 гектаров. На обширной территории высажено десятки видов деревьев и кустарников, которые вносят вклад в окисление и дезактивацию загрязняющих веществ, предотвращая тем самым последствия парникового эффекта. Полосы из зеленых насаждений охлаждают воздух из-за расхода значительного количества тепла на испарение и повышение относительной влажности

воздуха. Старейшим городским парком считается «Ашхабад» (старое название-Первый парк), заложенный в 80-е годы позапрошлого века. Некоторым произрастающим в нем деревьям по 100 и более лет. С архитектурно-планировочной точки зрения наибольший интерес представляет парковый комплекс «Ылхам», расположенный в центре города. Полосы из деревьев различных лиственных пород, многочисленные водные каскады с подсветкой и музыкальным сопровождением, монументальные скульптуры великих мыслителей Востока целесообразно рассматривать как положительный пример придания общественным парковым пространствам художественно-эстетического значения.

Таким образом, проводимые работы по созданию городских парковых комплексов в столичном регионе направлены на формирование благоприятной экологической среды для населения, что способствует практической реализации целей устойчивого развития в нашей стране.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова А.С. Методы ландшафтного формирования зеленых насаждений // Материалы XV региональной научно-практической конференции. Ландшафтная архитектура и формирование комфортной городской среды. 2019. С.74–77
2. Жонузаков А.Э., Миразимова Г.У. Городские парки и некоторые вопросы ландшафтно-экологического аспекта // Academy. 2020. № 11 (62). С. 78–81.
3. Унагаева Н.А. Эколого-ориентированное проектирование ландшафта // Вестник ОГУ. 2014. №5 (166). С. 78–81.
4. Gubaýewa Ä. Berkarar döwletiň kuwwatly şäher gurluşygy // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2022. № 3 (31). Sah. 18-23. (на туркменском языке)
5. Мальчикова А. Г. Ландшафтно-экологический аспект городского паркового строительства // StudNet. 2022. Том 5, выпуск 5. С.1442–1451.
6. Cranz G., Boland M. Defining the Sustainable Park: A Fifth Model for Urban Parks // Landscape Journal. 2004. № 1. pp. 102–120
7. Мурзин А.Д. Экологический парк как инструмент обеспечения устойчивости городского пространства // Экономика и экология территориальных образований. 2019. Т.3, № 4. С. 60–66.
8. Ç. Şükürow, G. Esenowa. Innowasion tehnologiýalara esaslanan dynç alyş seýilgähleri // Türkmenistanyň gurluşygy we binagärligi. 2021. №1 (25). Sah. 36-44. (на туркменском языке)

## ВОСТРЕБОВАННОСТЬ “КОРОЛЯ” ПОЛИМЕРОВ – ПОЛИПРОПИЛЕНА В СОВРЕМЕННОЙ ЖИЗНИ

**Бекмаммедов С.М.**

- ассистент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

**Научный руководитель: Мередова Х.А.**

- преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### АННОТАЦИЯ

Полипропилен – это синтетический термопластичный полимер, который относится к классу полиолефинов, получаемый в виде твёрдого вещества белого цвета. Полипропилен вырабатывают в промышленности путём полимеризации пропилена под давлением, при температуре до 80 С°. По сравнению с другими пластиками полипропилен утилизируется гораздо легче и не токсичен. Надёжность, долговечность, простота и скромность монтажа, невысокая цена, стойкость к химическим воздействиям, прочность, жёсткость делают этот материал очень популярным и распространённым. Полипропилен широко применяется в машиностроении, автомобилестроении, строительстве, электронике, электротехнике и признан безопасным для пищевого использования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пропилен, полипропилен, износостойкость, прозрачность, полимеризация.

### ВВЕДЕНИЕ

С развитием технологий химическая промышленность вытесняет другие виды промышленности. Почти в каждой стране мира есть производство полипропилена. Полипропилен – это синтетический термопластичный полимер, который относится к классу полиолефинов, получаемый в виде твёрдого вещества белого цвета. Благодаря высокой прочности, теплостойкости, химической стойкости и твёрдости изделия из полипропилена применяют во многих отраслях промышленности. Полипропиленовые изделия можно кипятить или стерилизовать паром, при этом изменения формы изделия не произойдёт.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полипропилен вырабатывают в промышленности путём полимеризации пропилена, состоящий в основном из макромолекул изотактического строения. Происходит полимеризация под давлением, при температуре до 80 С° [1].

Существуют такие виды полипропилена, как атактический, изотактический и синдиотактический. Атактический пропилен является мягким, липким и очень гибким продуктом. Пропилен изотактический отличается высокой прочностью, теплостойкостью, твёрдостью и большой степенью кристалличности.

К основным качествам полипропилена относятся высокая стойкость к кислотам, щелочам, растворам солей и другим неорганическим средам. Полипропилен обладает низкой гигроскопичностью, в широком диапазоне температур характеризуется хорошими электроизоляционными свойствами. При комнатной температуре в органических жидкостях не растворяется, в некоторых растворителях, таких как эфир, бензол при повышенной температуре набухает и растворяется. Температурой плавления полипропилен около 165 С° [2].

Пропилен производится в виде окрашенных и неокрашенных гранул. При окрашивании используют органические красители или пигменты. Различают такие полипропилены как, блок-сополимер с этиленом, гомополимер, статистический сополимер, металлоценовый полипропилен, сшитый полипропилен.

Полипропилен обладает хорошими механическими свойствами. Блок-сополимер имеет высокую ударопрочность, низкую износостойкость, легкую перерабатываемость и может использоваться даже при низких температурах. За счёт введения структурообразователя (нуклеатора) и применения специальных технологических приёмов (понижение температуры формы) обеспечивается прозрачность материала. Гомополимер преобладает повышенной жёсткостью, прозрачностью и хрупкостью при низких температурах [3].

В последнее время полипропилен вытесняет с мирового рынка поливинилхлоридный пластмасс, АБС-пластики, ударопрочный полистирол, за счёт возможности получения широкого спектра модифицированных материалов на основе полипропилена от смесевых термоэластопластов до высокомодульных, высокопрочных пластиков, экологически чистых продуктов, а также технологичности их переработки и утилизации. Полипропилен используется во всех отраслях экономики: электроника, электротехника, машиностроение, автомобилестроение, приборостроение, транспорт, строительство, текстиль и другие.

Полипропилен даже называют “королём” пластмасс. Кроме полипропилена, более известными полимерами являются полиэтилен и поливинилхлорид. В настоящее время производство полипропилена не уступает другим видам полимеров. Разновидность применения полипропилена стремительно расширяется несмотря на то, что научный и технический потенциал этого полимера полностью ещё не использован.

Производство полипропиленовых волокон имеет преимущество перед другими полимерами. Стоимость полипропиленовых волокон относительно низкая, в среднем из 1 кг этого полимера можно получить больше волокон, чем из 1 кг любого другого полимера. Зато волокна из полипропилена отличаются высокой прочностью и хорошими эластичными свойствами. Кроме этого, полипропиленовые волокна имеют высокую термостойкость.

Одним существенным недостатком волокон является уязвимость перед ультрафиолетовыми лучами. Из-за этого фактора повсеместное применение полипропиленовых волокон в текстильной промышленности тормозит.

Высокая износостойкость полипропилена обуславливает широкое применение его в машиностроении, автомобилестроении и строительстве. Из полипропилена производят различные детали любых приборов (пылесосов, вентиляторов, пылесосов и др.), в автомобилестроении изготавливают амортизаторы, детали кузова, сидений, окон, бамперы, блоки предохранителей и др.

В электронике и электротехнике из полипропилена делают изоляционные оболочки, ламповые патроны, катушки, детали выключателей, корпуса телевизоров, радиоприёмников, телефонных аппаратов и т. д. [4].

Самым востребованным качеством полипропилена является его устойчивость при высоких температурах, что даёт возможность изделиям, изготовленным из полипропилена подвергаться горячей стерилизации в любых условиях. В связи с этим из полипропилена производят одноразовые шприцы и ингаляторы, которые упаковывают в плёнку из полипропилена.

Полипропиленовые плёнки являются одним из самых популярных упаковочных материалов в мире. Свойства полипропиленовых плёнок близки к полиэтиленовым плёнкам, по многим параметрам даже превосходят его, в частности он более стоек к нагреванию и химическим воздействиям, что превышает его ценность для пищевой и фармацевтической отраслей. Ещё одно достоинство полипропиленовых плёнок – это прозрачность, гибкость, не токсичность, лёгкая свариваемость.

В последнее время в производстве бутылок и крышек для них полипропилен медленно вытесняет другие пластики. Так же полипропилен чаще используют в производстве различных видов упаковки, таких как, тары, контейнеры. Из-за высокой химической стойкости полипропилен применяется для хранения и транспортирования так называемых агрессивных жидкостей [5].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В строительной промышленности в большей степени из полипропилена производят трубы различного диаметра и плотности. Полипропиленовые трубы производят в следующей технологической последовательности: в камеру станка засыпается полипропиленовая стружка и плавится при температуре 250 С°, расплав заливают в форму для образования трубы определённого диаметра, заготовку опускают в охлаждённую жидкость.

Лучшими характеристиками обладают трубы PN16, которые используются для водопроводов с высоким давлением. PN 20 и PN 25 с более толстыми стенками устойчивы к высоким температурам и могут быть использованы в горячем водоснабжении.

Полипропилен с маркировкой PPR (рандомсполимер), оптимален и для горячего, и для холодного водоснабжения. Пластиковые изделия с аббревиатурой PVC (ПВХ) являются небезопасными в применении для продуктов питания, из-за токсичного канцерогена винилхлорида [4].

При горении полипропилена образуются потёки полимера. В расплавленном виде он прозрачен, при остывании – мутнеет. При касании расплава спичкой, можно вытянуть длинную, прочную нить. Остывшие капли расплава очень жёсткие и при придавливании твёрдым предметом хрустят [1].

## **ВЫВОДЫ**

Основной причиной быстрого роста потребления полипропилена является расширение сфер его применения за счёт вытеснения других полимеров, таких как, полистирол и поливинилхлорид. Эти два полимера в малой степени отвечают экологическим требованиям общественности. Вопросы с утилизацией и токсичностью этих полимеров вынуждают многих производителей готовой пластиковой продукции использовать как альтернативный материал – полипропилен.

По сравнению с другими пластиками полипропилен утилизируется гораздо легче и не токсичен.

Надёжность, долговечность, простота и скромность монтажа, невысокая цена, стойкость к химическим воздействиям, прочность, жёсткость полипропиленовых труб и полипропиленовых фитингов делают этот материал очень популярным и распространённым. Полипропилен признан безопасным для пищевого использования. Поэтому используется в производстве посуды для горячих блюд, бутылочки для кормления детей, контейнеры для продуктов, пищевые плёнки и т. д. В полипропиленовую посуду можно лить жидкость не горячее 170 С° [4].

Полипропилен не подходит для пожароопасных помещений и чувствителен к внешним высоким температурам. При действии прямых солнечных лучей полипропилен долго разрушается. В зависимости от многих факторов срок службы полипропиленовых труб составляет 50 и более лет.

Полипропилен и другие полимерные материалы, заменяя дорогостоящие материалы, снижая материалоемкость, формируя прогрессивные технологии переработки материалов,

создавая новые поколения техники, находят широкое применение, обеспечивая эффективность развития экономики и повышение конкурентоспособности продукции в различных отраслях и у потребителей [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванюков Д. В., Фридман М. Л. Полипропилен // М.: Химия. 1974. 270 с.
2. Кренцель Б. А., Сидорова Л.Г. Полипропилен // Киев.: Техника. 1964. 89 с.
3. Перепёлкин В. П. Полипропилен, его свойства и методы переработки. // Л.: ЛДНТП. 1963. 256 с.
4. Neftegaz.RU. Термины по НКК. URL: <https://neftegaz.ru> (дата обращения: 21.04.2023).
5. Simplexnn.RU. URL: <https://www.simplexnn.ru> (дата обращения: 01.05.2023).

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ДОРОЖНОЙ СИСТЕМЫ ОТ ПЕСЧАНЫХ ЗАНОСОВ

### **Аннаниязов К.Р.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Чомаков К.А.**

- студент, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **Научный руководитель: Тыллануров Ы.М.**

- старший преподаватель, Туркменский государственный архитектурно-строительный института, 744025, г. Ашхабад, ул. Баба Аннанова, д. 136

### **АННОТАЦИЯ**

Предлагаемая биологическая методика используется на окраинах дорожных систем против ветряной эрозии, для защиты от воздействия движений песков. По каждой стороне дороги, по длине примерно 150 метров, полосным методом выделяется земельный участок. Затем в осенние месяцы высаживают растения, устойчивые к сухим жарко-климатическим условиям нашей страны и безводью, оставляя междурядное расстояние – 2 м, а расстояние между кустами – 2 м.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** биология, окраина дороги, ветреная эрозия, защита движения, пески, полоса, земельный участок, устойчивые условия, безводье.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Во всех широкомасштабных жизненно-экономических проектах, начавшихся по инициативе Президента Туркменистана, полностью учитываются дорожно-строительные программы и экологическая безопасность. Эти программы осуществляются путем реконструкции, модернизации действующих во всех регионах железных и автомобильных дорог, предотвращения вредных воздействий на окружающую среду, применением передовых технологий и технических решений [1].

В настоящее время в целях осуществления дорожно-строительных программ, дан старт строительству высокоскоростных, надежных и устойчивых дорог.

При строительстве дорожных систем необходимость их защиты в основном от песчаных заносов, т. е. ветровой эрозии, является в настоящее время одной из главных задач.

Научным языком повреждение поверхности почвы называется эрозией. Эрозия – это латинское слово и в переводе на русский язык означает «разъедать», а точнее повреждение или потеря поверхности земли.

Под действием ветровой эрозии дорожные системы покрываются песком, приводит к ухудшению дорог, создает источник загрязнения и опустынивания [3].

В Конвенции термин “опустынивание” объясняется как изменение местности в результате действия различных факторов в засушливых и полузасушливых регионах вследствие изменения климата [3].

Известно, что в местностях с пустынно-песчаной почвой урожайность растительного мира снижается, ослабевает стабильность экологической системы, ухудшается пути сообщения в опустыненных площадях [3].

От общей площади Туркменистана примерно 80 % приходится на долю пустынно-песчаных почв, которые занимают около 30 миллионов гектаров [3].

Пустынно-песчаные почвы весьма скудны на питательные вещества. В пахотном слое их содержится порядка 0,06-0,22 %, в 1 кг почвы содержание фосфора 2-5 мг. Водосодержание песков 6-7 %, водопроницаемость 5-7 мм/мин [2-3].

Пески отрицательно воздействуют на форму земной поверхности, почву и растительный слой, кругооборот воды в природе, окружающее пространство. Вред от них очень велик, засоряет воздух, воду, почву, покрывая песком дорожные системы, приводит к дорожно-транспортным происшествиям, порче и выходу из строя железных и автомобильных дорог, потере драгоценного времени пассажиров, несвоевременной доставке грузов, нарушению режима движения, наносит экономический вред производственной, общественной и другой целевой деятельности некоторых организаций и предприятий [3, 5].

В настоящее время работы по защите от движения песков, освоение пустынно-песчаных территорий является одной из основных задач, стоящий перед наукой и практикой.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для защиты дорожных систем необходимо предусмотреть все этапы освоения пустынно-песчаных территорий, комплекс мероприятий, содержащихся в разведочно-поисковых, строительных и эксплуатационных периодах.

Есть возможность устранения данных явлений посредством биологических методов, т.е. комплексные работы, проводимые путем восстановления рельефа и плодородия земной поверхности.

С точки зрения теоретических и практических основ современной науки возникает необходимость изучения имеющихся и разработки новых методов борьбы с движением песков.

Защита окружающей среды дорожных систем от движения песков, образование экологически чистых биологических защитных зон и представление производству полностью научно-обоснованных методик их создания, в определенной степени поможет

претворению в жизнь программ, проводимых Президентом Туркменистана по обеспечению экологического благополучия в стране и во всем мире.

Пустыня Каракумы по климатическим условиям является самой жаркой и засушливой пустыней в мире. Систематически повторяющиеся и продолжительные активные ветры приводит к покрытию дороги песком.

Для защиты от движений песков необходимо определение розу ветров и их скорость.

Интенсивность движения песков за один час определяется из следующего выражения:

$$Q = K(V^3 - V_t^3);$$

где,  $Q$  – количество песка, перемещаемого в течение 1 час на длину в 1 метр на местности;  $K$  – угловой коэффициент (зависит от рельефа местности, состояния покрова, влажности почвы, в среднем равно 0,335);  $V$  – средняя скорость активного ветра на высоте 0,15 метра,  $V = 3,75$  м/сек;  $V_t$  – продолжительность ветров различной скорости в часах.

Метеообъектом “Учаджы” в течение 6 месяцев зарегистрировано порядка 70-ти активных ветров.

Пусть,  $V = 10$  м/сек;  $V_t = 8$  м/сек; Тогда, при расчете по выражению в течение 10 минут (10 минут – 1/6 часть одного часа):

$$Q = K(V^3 - V_t^3) = 0,335(10^3 - 8^3) : 6 = 27,24 \text{ кг/1 м};$$

Значит, в течение 10 минут ветер покрывает примерно 27,24 кг песком 1 метр длины дорожных систем.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании анализа мирового патентного фонда и практики, опытные работы предлагаемого метода проведены в 2019 года на внутренних дорожных системах учебно-экспериментального хозяйства Туркменского сельскохозяйственного университета им. С.А.Ниязова. Участок, где расположена экспериментальная площадка, состоит из песчаных холмов высотой 2-5 метров (рисунок 1).

Экспериментальные работы проводились исходя из результатов соответствующих научно-исследовательских работ.

В связи с малым содержанием в песчано-пустынной почве глины и гумуса, его абсорбционные способности низки. В 100 гр почвы фосфорный обмен 6,8 мг/кг, элемент азота по почвенному профилю 0,11-0,22 % [3].



**Рисунок 1.** Песчаные барханы

Формирование механического состава почвы связано с образованием Копетдагской грядой, на экспериментальной площадке изучено, что осаждение веществ, смываемых и приносимых с гор и предгорных холмов дождевыми, снеговыми водами и речками, связано с аллювиально-проллювиальным генезисом. Почвенный профиль можно объяснить преобладанием встречающихся лессовыми породами. На территориях с песчано-пустынными почвами, с легким механическим составом, влияние питательных элементов на растения происходит намного быстрее, однако их резервное количество в составе почвы ограничено [3-4].

Водопроницаемость и водосодержание, объемные и удельные веса, пористость песчано-пустынных почв барханного вида зависят от механического состава. В почвенном профиле преобладают песчаные слои. Как видно из проведенных опытных работ, в основном около 80 % почвы состоит из песчаных частиц.

Эти почвы связаны с остатками эоловых песков и аллювиально-проллювиальным генезисом. Песчано-почвенные почвы очень бедны гумусом и питательными элементами, объемные и удельные веса высоки, а их структура в низкой степени [3].

Водно-физические и химические свойства почвы зависят от количества гумуса, по его химическому свойству гумус является остатком сложных органических веществ. В данной ситуации их количество, качество и отношения во многом связаны с образованием и условиями развития почвы. Гумус образуется активным воздействием микроорганизмов, гниения растительных остатков в почве. Гумус содержит примерно 58 % углерода, 28 % кислорода, 5 % водорода, 3 % азота и 5-6 % золы [2-3].

Из-за засушливых климатических условий, высокоградусной жары, низкого накопления в почве растительных остатков, приводит к низкому содержанию в пустынно-песчаной почве растительных остатков. Накопленные таким образом органические вещества за короткое

время переходят в минеральный вид. В то же время ничтожное количество гумуса и питательных элементов имеют неравномерное распространение в почвенных слоях.

Обеспеченность путынно-песчаных почв минеральными элементами находятся в различной степени, запас калия высокий. Фосфорный обмен протекает в малом количестве. Проведенными многочисленными научно-исследовательскими работами установлено, что при обеспечении оазисных путынно-песчаных почв разным количеством органических и минеральных удобрений, при использовании основных питательных веществ азота, фосфора и калия в нормальном соотношении, можно получить высокие результаты [3-4].

Создано экспериментальная площадка для образования биологической полосы, состоящий из песчано-пустынной древесной растительности, защищающий дорогу с каждой стороны от движения песка. Работы по образованию биологической полосы начались в ноябре 2019 года. Произрастающие в природных условиях саженцы песчано-пустынной древесной растительности: солянки Рихтера (*Salsola richteri*), саксаула (*Haloxylon aphyllum*) и белого саксаула (*Haloxylon persigum*) посажены на экспериментальной площадке в 2-х метровом междурядье и расстоянием между саженцами в 2 м. При посадке саженцев древесной растительности в лунку заложены органические удобрения и политы водой. Растения выращены только природной дождевой водой.

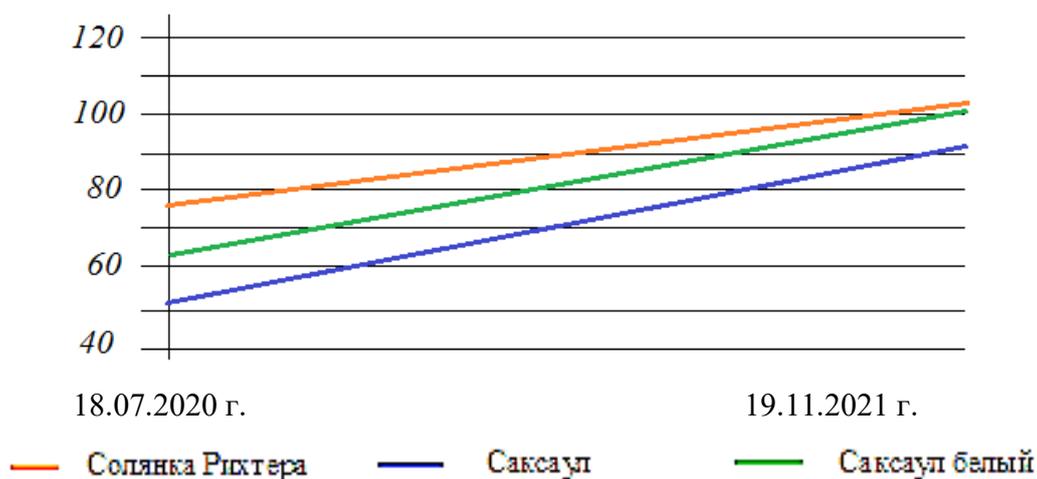
В результате проведенных фенологических наблюдательных работ, проверены показатели по длине роста, толщине нижнего стебля, количеству веток и виду листьев и установлено, что растение хорошо растет (1 и 2 таблицы).

**Таблица 1.** Показатели фенологического наблюдения, проведенного 18. 07. 2020 года

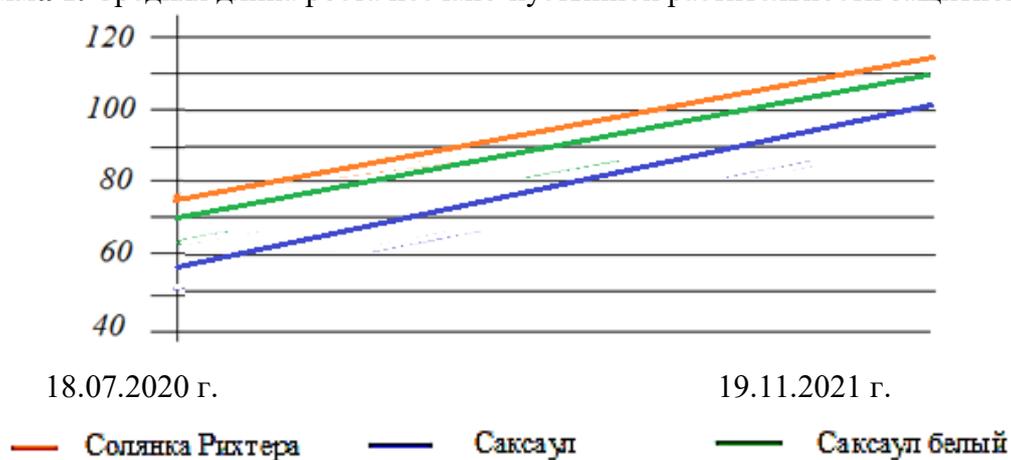
| Название пустынно-песчаной растительности | Высота роста | Толщина нижнего стебля, см | Количество веток | Вид листьев |
|---|--------------|----------------------------|------------------|-------------|
| Солянка Рихтера                           | 0,76         | 0,76                       | 5                | хвоя        |
| Саксаул                                   | 0,51         | 0,57                       | 4                | хвоя        |
| Саксаул белый                             | 0,62         | 0,69                       | 3                | хвоя        |

**Таблица 2.** Показатели фенологического наблюдения, проведенного 19. 11. 2021 года

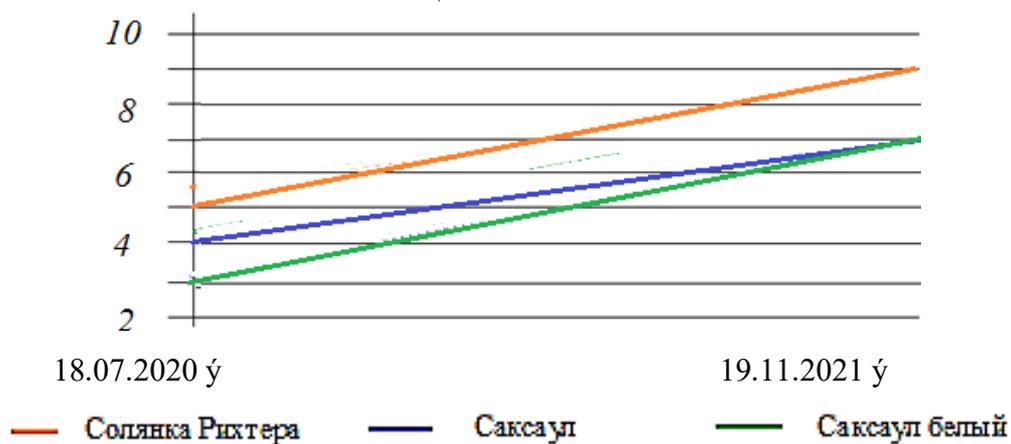
| Название пустынно-песчаной растительности | Высота роста | Толщина нижнего стебля, см | Кличество веток | Вид листьев |
|---|--------------|----------------------------|-----------------|-------------|
| Солянка Рихтера                           | 1,06         | 1,16                       | 9               | хвоя        |
| Саксаул                                   | 0,92         | 1,03                       | 7               | хвоя        |
| Саксаул белый                             | 1,02         | 1,10                       | 6               | хвоя        |



**Диаграмма 1.** Средняя длина роста песчано-пустынной растительности защитной полосы



**Диаграмма 2.** Средняя толщина нижних стеблей песчано-пустынной растительности защитной полосы



**Диаграмма 3.** Среднее количество веток песчано-пустынной растительности защитной полосы

Образцы вегетативных органов (корня, стебля и листьев) растений биологической полосы, предотвращающих движение песков получены дважды: 18.07.2019 года и 19.11.2021 года. Биологическая полоса, предотвращающая движение песков, полностью защищает

внешнюю среду дорожных систем от ветровой эрозии. При испытании предлагаемой методики, признана пригодной для *дорожных систем*.

При использовании данного метода для защиты от воздействий *ветровой эрозии*, т.е. *движения песков у обочин железных и автомобильных дорог*, берется 150 м шириной с каждой стороны дорог. Осенью предлагается посадка в 2-х метровом междурядье и расстоянием между саженцами в 2 м стойких засушливому жаркому климату и безводью нашей страны растений, таких как Солянка Рихтера (*Salsola richteri*), саксаул (*Haloxylon aphyllum*) и саксаул белый (*Haloxylon persicum*), а также саксаул (*Haloxylon aphyllum*), хвойник шишконосный (*Ephedra strobilacea*), ива южная (*Salix excelsa*), селин (*Stipagrostis*).

При посадке этих растений у обочин железных и автомобильных дорог, они способны защитить дороги от движений песка, т. е. ветровой эрозии. Кроме того, туркменские степи приобретут красивый пейзаж с национальным колоритом, а также сформируют чистый воздух для человечества, т.е. абсорбируя углекислый газ, будут вырабатывать кислород и впитывать пыль. В определенной степени можно будет предотвратить процесс опустынивания и появится возможность рационального использования природы во всех отраслях народного хозяйства. Окажет содействие в увеличении размеров территорий лесного хозяйства, создании пастбищ и претворении в жизнь экологических мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. "Garaşsyzlyk bagtymyz". - А., Türkmen döwlet neşirýat gullugy. 2021. 418 s.
2. С. А. Воробьев и другие. Земледелие с основами почвоведения и агрохимия. М., 1981. 431 с.
3. А. Г. Бабаýew. Çöller we çölleşmegiň meseleleri. // А., Türkmen döwlet neşirýat gullugy. 2012. - 368 s.
4. Atdaýew S., Akmämmadow B. «Altyn asyr» Türkmen kölüniň baş şor akabasyny çäge süýşmelerinden biologiya usulynda goramak. - А., Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2012. 47 s.
5. Ý. Myratberdiyew. Ýer gurluşygynda geodeziya işleri. // А., "Ýlym" 2013. 255 s.